

ISSN 2224-5227

2016 • 3

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ  
**БАЯНДАМАЛАРЫ**

**ДОКЛАДЫ**

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

**REPORTS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ЖУРНАЛ 1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1944 г.

PUBLISHED SINCE 1944



Бас редактор  
ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Редакция алқасы:

хим.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әдекенов С.М.** (бас редактордың орынбасары), эк.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әділов Ж.М.**, мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Арзықұлов Ж.А.**, техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Бишімбаев У.К.**, а.-ш.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Есполов Т.И.**, техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұтанов Г.М.**, физ.-мат.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**, пед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Пралиев С.Ж.**, геогр.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Северский И.В.**; тарих.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Сыдықов Е.Б.**, физ.-мат.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**, физ.-мат.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**, тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбүсейітова М.Х.**, экон. ғ. докторы, проф., ҰҒА корр. мүшесі **Бейсембетов И.К.**, биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жамбакин К.Ж.**, тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Кәрібаев Б.Б.**, мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Локшин В.Н.**, геол.-мин. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірсеріков М.Ш.**, физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.**, физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Садыбеков М.А.**, хим.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Сатаев М.И.**; ҚР ҰҒА құрметті мүшесі, а.-ш.ғ. докторы, проф. **Омбаев А.М.**

Редакция кеңесі:

Украинаның ҰҒА академигі **Гончарук В.В.** (Украина), Украинаның ҰҒА академигі **Неклюдов И.М.** (Украина), Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **Гордиенко А.И.** (Беларусь), Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Дука Г.** (Молдова), Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Илолов М.И.** (Тәжікстан), Қырғыз Республикасының ҰҒА академигі **Эркебаев А.Э.** (Қырғызстан), Ресей ҒА корр. мүшесі **Величкин В.И.** (Ресей Федерациясы); хим.ғ. докторы, профессор **Марек Сикорски** (Польша), тех.ғ. докторы, профессор **Потапов В.А.** (Украина), биол.ғ. докторы, профессор **Харун Парлар** (Германия), профессор **Гао Энджун** (КХР), филос. ғ. докторы, профессор **Стефано Перни** (Ұлыбритания), ғ. докторы, профессор **Богуслава Леска** (Польша), философия ғ. докторы, профессор **Полина Прокопович** (Ұлыбритания), профессор **Вуйцик Вольдемар** (Польша), профессор **Нур Изура Уздир** (Малайзия), д.х.н., профессор **Нараев В.Н.** (Ресей Федерациясы)

Главный редактор  
академик НАН РК **М.Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Адекенов** (заместитель главного редактора), доктор экон. наук, проф., академик НАН РК **Ж.М. Адилов**, доктор мед. наук, проф., академик НАН РК **Ж.А. Арзыкулов**, доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **В.К. Бишимбаев**, доктор сельскохозяйств. наук, проф., академик НАН РК **Т.И. Есполов**, доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Г.М. Мутанов**, доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**, доктор пед. наук, проф., академик НАН РК **С.Ж. Пралиев**, доктор геогр. наук, проф., академик НАН РК **И.В. Северский**; доктор ист. наук, проф., академик НАН РК **Е.Б. Сыдыков**, доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**, доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**, доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Х. Абусейтова**, доктор экон. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **И.К. Бейсембетов**, доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **К.Ж. Жамбакин**, доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.Б. Карибаев**, доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Локшин**, доктор геол.-мин. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Ш. Омирсериков**, доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов**, доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.А. Садыбеков**, доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.И. Сатаев**; почетный член НАН РК, доктор сельскохозяйств. наук, проф., **А.М. Омбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Украины **Гончарук В.В.** (Украина), академик НАН Украины **И.М. Неклюдов** (Украина), академик НАН Республики Беларусь **А.И.Гордиенко** (Беларусь), академик НАН Республики Молдова **Г. Дука** (Молдова), академик НАН Республики Таджикистан **М.И. Илолов** (Таджикистан), член-корреспондент РАН **Величкин В.И.** (Россия); академик НАН Кыргызской Республики **А.Э. Эркебаев** (Кыргызстан), д.х.н., профессор **Марек Сикорски** (Польша), д.т.н., профессор **В.А. Потапов** (Украина), д.б.н., профессор **Харун Парлар** (Германия), профессор **Гао Энджун** (КНР), доктор философии, профессор **Стефано Перни** (Великобритания), доктор наук, профессор **Богуслава Леска** (Польша), доктор философии, профессор **Полина Прокопович** (Великобритания), профессор **Вуйцик Вольдемар** (Польша), профессор **Нур Изура Удзир** (Малайзия), д.х.н., профессор **В.Н. Нараев** (Россия)

«Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан» ISSN 2224-5227

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5540-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год. Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г.Алматы, ул.Шевченко, 28, ком.218-220, тел. 272-13-19, 272-13-18

<http://nauka-nanrk.kz> reports-science.kz

Адрес типографии: ИП «Аруна», г.Алматы, ул.Муратбаева, 75

©Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016 г.

E d i t o r - i n - c h i e f

**M.Zh. Zhurinov**, academician of NAS RK

Editorial board:

**S.M. Adekenov** (deputy editor in chief), Doctor of Chemistry, prof., academician of NAS RK; **Zh.M. Adilov**, Doctor of Economics, prof., academician of NAS RK; **Zh.A. Arzykulov**, Doctor of Medicine, prof., academician of NAS RK; **V.K. Bishimbayev**, Doctor of Engineering, prof., academician of NAS RK; **T.I. Yespolov**, Doctor of Agriculture, prof., academician of NAS RK; **G.M. Mutanov**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **S.Zh. Praliyev**, Doctor of Education, prof., academician of NAS RK; **I.V. Seversky**, Doctor of Geography, prof., academician of NAS RK; **Ye.B. Sydykov**, Doctor of Historical Sciences, prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **M.Kh. Abuseitova**, Doctor of Historical Sciences, prof., corr. member of NAS RK; **I.K. Beisembetov**, Doctor of Economics, prof., corr. member of NAS RK; **K.Zh. Zhambakin**, Doctor of Biological Sciences, prof., corr. member of NAS RK; **B.B. Karibayev**, Doctor of Historical Sciences, prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Lokshin**, Doctor of Medicine, prof., corr. member of NAS RK; **M.Sh. Omirserikov**, Doctor of Geology and Mineralogy, prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., corr. member of NAS RK; **M.A. Sadybekov**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., corr. member of NAS RK; **M.I. Satayev**, Doctor of Chemistry, prof., corr. member of NAS RK; **A.M. Ombayev**, Honorary Member of NAS RK, Doctor of Agriculture, prof.

Editorial staff:

**V.V. Goncharuk**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **I.M. Neklyudov**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.I. Gordienko**, NAS RB academician (Belarus); **G. Duca**, NAS Moldova academician (Moldova); **M.I. Iolov**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **A.E. Erkebayev**, NAS Kyrgyzstan academician (Kyrgyzstan); **V.I. Velichkin**, RAS corr.member (Russia); **Marek Sikorski**, Doctor of Chemistry, prof. (Poland); **V.A. Potapov**, Doctor of Engineering, prof. (Ukraine); **Harun Parlar**, Doctor of Biological Sciences, prof. (Germany); **Gao Endzhun**, prof. (PRC); **Stefano Perni**, Doctor of Philosophy, prof. (UK); **Boguslava Leska**, dr, prof. (Poland); **Pauline Prokopovich**, Doctor of Philosophy, prof. (UK); **Wójcik Waldemar**, prof. (Poland), **Nur Izura Udzir**, prof. (Malaysia), **V.N. Narayev**, Doctor of Chemistry, prof. (Russia)

**Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.**

ISSN 2224-5227

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5540-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of.219-220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://nauka-nanrk.kz/> [reports-science.kz](http://reports-science.kz)

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

**SIMULATION OF THE INTERACTION  
OF THERMAL NEUTRONS WITH CATALYTIC COMPOSITION  
(Pb, Bi, Po) IN AN INFINITE MEDIUM**

**M.Abishev<sup>1</sup>, M.Khassanov<sup>1</sup>, D.Utepova<sup>1</sup>, T.Aitasov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Kazakh National University named after Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan  
manas\_khassanov@mail.ru

**Key words:** Catalytic composition, Monte-Carlo method, cyclic reaction.

**Abstract.** The purpose of this work is to simulate the interaction of thermal neutrons with catalytic composition in an infinite medium which consist of isotopes  $Pb^{206}$ ,  $Pb^{207}$ ,  $Pb^{208}$ ,  $Pb^{209}$ ,  $Bi^{209}$ ,  $Bi^{210}$ ,  $Po^{210}$ . During the simulation the concentration of neutrons is constant and does not depend on time.

For simulating the process the cod was based on C++ using Monte-Carlo method for transporting and reactors problem. Using this code we calculated the part of absorbed neutrons by each isotopes of catalytic composition. The initial concentrations of each isotope of the catalytic composition was calculated in work [1]. The results of simulation showed that the catalytic composition mentioned in work [1] is able to be simplified by excepting the isotope  $Po^{211}$  from catalytic composition initially.

УДК 342.7(574)

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНОВ  
С КАТАЛИТИЧЕСКИМ СОСТАВОМ (Pb, Bi, Po)  
В БЕЗГРАНИЧНОЙ СРЕДЕ**

**М.Абишев<sup>1</sup>, М.Хасанов<sup>1</sup>, Д.Утепова<sup>1</sup>, Т.Айтасов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>КазНУ им. аль-Фараби, физико-технический факультет, г. Алматы, Республика Казахстан

**Ключевые слова:** каталитический состав, метод Монте-Карло, циклическая реакция.

**Аннотация.** В работе рассматривается моделирование взаимодействия тепловых нейтронов с элементами каталитического состава, состоящих из изотопов  $Pb^{206}$ ,  $Pb^{207}$ ,  $Pb^{208}$ ,  $Pb^{209}$ ,  $Bi^{209}$ ,  $Bi^{210}$ ,  $Po^{210}$ . Заполняющую безграничную среду. Концентрация нейтронов в данной среде считается постоянным и не зависит от времени.

Для моделирования данного процесса была написана программа на языке C++ с применением метода Монте-Карло для транспортных и реакторных задач. С помощью этой программы была рассчитана доля поглощения тепловых нейтронов каждым изотопом каталитического состава. Начальные концентрации элементов каталитического состава были вычислены в работе [1]. При сравнении результатов работы [1] и результатов моделирования, проведенных в данной работе, было обнаружено, что элементы каталитического состава, предложенные в работе [1] можно сократить, исключив изотоп  $Po^{211}$ , если изначально исключить  $Po^{211}$  из каталитического состава и сделать перерасчет начальных концентраций для оставшихся изотопов каталитического состава.

**Введение.** На сегодняшний день одной из актуальных проблем в реакторной физике является улучшение качеств конструкционных материалов в активной зоне реактора и увеличение срока их

эксплуатации. После долгого облучения в них накапливается водород и гелий, образуя набухание и приводя к уменьшению конструктивных качеств, а также появляется наведенная радиация из-за нейтронной активации. Возможный способ увеличения срока эксплуатации дает нейтронно-каталитический состав, свойства и содержание элементов которого не меняется во время облучения нейтронами. В работе [1] в качестве такого материала был предложен каталитический состав. Данный состав состоит из изотопов  $Pb^{206}$ ,  $Pb^{207}$ ,  $Pb^{208}$ ,  $Pb^{209}$ ,  $Bi^{209}$ ,  $Bi^{210}$ ,  $Po^{210}$ ,  $Po^{211}$ . На рисунке 1 - схема каталитической реакции, предложенная в работе [1].-

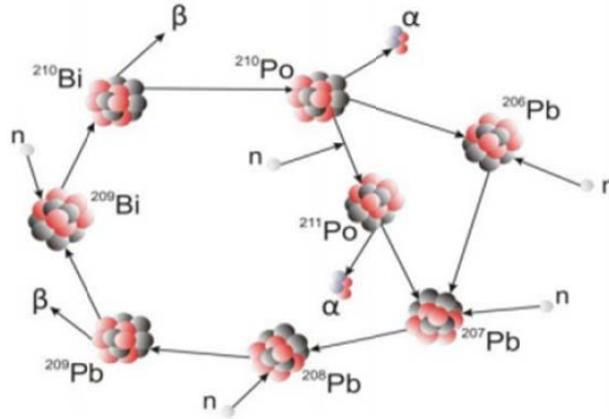


Рисунок 1 – Схематический вид цепочки ядерных реакций нейтронного катализа.

Как видно из рисунка 1, в схеме существует разветвление на изотопе  $Po^{210}$  по двум каналам реакций. Один из этих каналов реакций обусловлен тем, что  $Po^{210}$  имеет сечение поглощения нейтронов, равный 0.0300126 барн для тепловых нейтронов. Но при компьютерном моделировании второй канал давал пренебрежимо малый вклад, таким образом, мы исключили изотоп  $Po^{211}$  из каталитического состава, предложенного в работе[1]. На рисунке 2 показана схема каталитической реакции без изотопа  $Po^{211}$ .

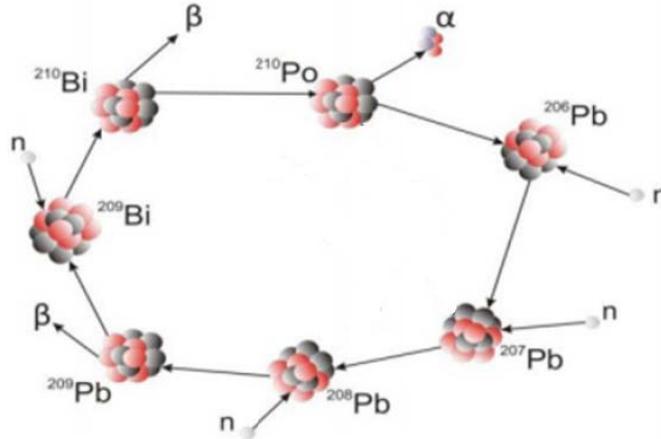


Рисунок 2 – Схематический вид цепочки ядерных реакций нейтронного катализа без участия изотопа  $Po^{211}$ .

После упрощения схемы каталитической реакций, предложенной в работе[1], исключив изотоп  $Po^{211}$ , мы заново рассчитали начальные концентрации изотопов в каталитическом составе и проверили результаты путем моделирования данной схемы методом Монте-Карло в безграничной среде.

**Расчет начальных концентраций.** В работе [1] были найдены и изучены наиболее подходящие элементы для каталитического состава и вычислены концентрации элементов для этого состава. Для вычисления концентраций состава использовалась система уравнений Бэйтмана [5], которая описывает содержание и активность в цепной ядерной реакции в зависимости от времени, на основе скорости реакций и начальных содержаний:

$$\frac{dN_i}{dt} = -\lambda_i N_i + \lambda_{i-1} N_{i-1} \quad (1)$$

$$\frac{dN_k}{dt} = \lambda_{k-1} N_{k-1} \quad (2)$$

$$\frac{dN_k}{dt} = \lambda_{k-1} N_{k-1} \quad (3)$$

$$N_n(t) = \sum_{i=1}^n \left[ N_i(0) * \left( \prod_{j=i}^{n-1} \lambda_j \right) * \left( \sum_{j=i}^n \left( \frac{e^{-\lambda_j t}}{\prod_{p=i, p \neq j}^n (\lambda_p - \lambda_j)} \right) \right) \right] \quad (4)$$

Здесь  $\lambda_i$  – это постоянная распада или скорость реакций  $i$ -го изотопа. Все сечения поглощения нейтронов (т.е. реакций  $(n, g)$ ) и периоды полураспада элементов были взяты из базы данных ядерных реакций EXFOR. Результаты вычисления системы уравнения Бэйтмана сделанные в работе[1] приведены в таблице 1.

Таблица 1 – процентное соотношение изотопов

Изотоп	процентное содержание изотопов
$Po^{210}$	1,6 %
$Pb^{206}$	$0,0435 \cdot 10^{-7} \%$
$Po^{211}$	$0,0126 \cdot 10^{-7} \%$
$Pb^{207}$	0,0317 %
$Pb^{208}$	97,53 %
$Pb^{209}$	0,01898 %
$Bi^{210}$	0,673 %
$Bi^{209}$	0,07 %

Используя данную систему уравнений Бэйтмана, но исключив из состава  $Po^{211}$ , мы сделали перерасчет начальных концентраций изотопов каталитического состава. Результаты вычислений приведены в таблице 2.

Таблица 2 – процентное соотношение изотопов

Изотоп	процентное содержание изотопов
$Po^{210}$	$0.39 \cdot 10^{-3} \%$
$Pb^{206}$	0.78%
$Pb^{207}$	0.3489%
$Pb^{208}$	98,2993%
$Pb^{209}$	$3.8 \cdot 10^{-7} \%$
$Bi^{210}$	$1.41 \cdot 10^{-5} \%$
$Bi^{209}$	0,5718%

Из таблицы-1 и таблицы-2 видно, что наибольшую концентрацию обладает изотоп  $Pb^{208}$ . Это связано с тем, что сечение поглощения нейтронов этого изотопа очень мало ( $\sigma = 0.23$  мб) и чтобы скорость реакций был одинаковым с остальными изотопами, нужно, чтобы его концентрация была высокой.

**Процесс моделирования.** В качестве метода моделирования был выбран метод Монте-Карло для транспортных задач, которая основывается на розыгрыше длины свободного пробега частицы. Длина свободного пробега для нейтрона рассчитывается по формуле:

$$L = \frac{-1}{\Sigma} \ln(v) \quad (5)$$

здесь  $L$  -длина свободного пробега,  $\Sigma$  - макроскопическое сечение состава,  $v$  - случайное число. Сам процесс протекает в безграничной среде, заполненной каталитическим составом и тепловыми нейтронами. Для упрощения процесса моделирования считается, что концентрация нейтронов в среде не зависит от времени и составляет  $5 \cdot 10^8$  нейтронов на кубический сантиметр, также нейтроны находятся в термодинамическом равновесии с каталитическим составом, таким образом, средняя энергия нейтронов составляет 0.0253 электрон-вольт. При таких энергиях нейтрона у всех

изотопов каталитического состава существует только два канала реакций: это - реакция поглощения нейтрона изотопом с последующим выпуском гамма частицы и реакция упругого рассеяния нейтрона, все остальные каналы реакции для всех изотопов закрыты из-за малости энергии нейтронов. Но процесс захвата нейтрона тем или иным изотопом каталитического состава не только зависит от существования канала реакций и сечения реакций, но также зависит от концентраций того или иного изотопа в составе. Это означает, что уменьшая процентное соотношение изотопа, можно практически закрыть каналы реакций. Визуализация процесса моделирования показана на рисунке-3. Точками отмечены места взаимодействия нейтрона с изотопами каталитического состава.

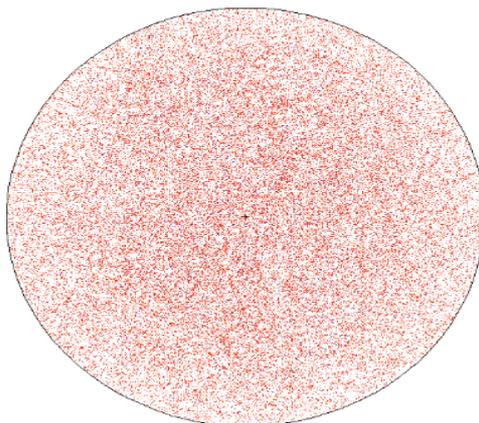


Рисунок 3 – Визуализация процесса моделирования.

**Результаты моделирования.** Моделирование производилось для нейтронов (достаточно для набора статистики) для состава, заполняющую безграничную среду с процентными соотношениями указанный в таблице-2. В результате моделирования были получены следующие результаты:

- Средняя скорость поглощения нейтронов за единицу секунды каталитическим составом.
- Среднее число нейтронов, поглощенных каждым элементом состава за единицу времени
- Среднее количество нейтронов потерпевших распад за единицу времени в составе.

Таким образом, каталитический состав за единицу секунды в среднем поглощает 8252 нейтронов из 10000 нейтронов. Среднее количество нейтронов потерпевших распад за единицу времени составил 861 нейтронов из 10000 нейтронов. 887 нейтронов продолжают существовать за период времени одна секунда. В таблице3 показано распределение поглощенных нейтронов по изотопам состава.

Таблица 3 – среднее количество нейтронов поглощенных каждым изотопом

Изотоп	количество поглощенных нейтронов
$Po^{210}$	0
$Pb^{206}$	2060
$Pb^{207}$	2067
$Pb^{208}$	2062
$Pb^{209}$	0
$Bi^{210}$	0
$Bi^{209}$	2063

**З а к л ю ч е н и е .** Как видно из таблицы 3, радиоактивные изотопы не поглощают нейтронов, так как их макроскопическое сечение мало по сравнению с остальными изотопами, а стабильные ядра поглощают примерно одинаковое количество нейтронов, что свидетельствует о стабильности каталитической реакции, хотя и существуют малые отклонения, причиной которых могут быть статистические погрешности и неточность в сечениях реакций. Существенным

результатом моделирования оказалось то, что схему каталитической реакции, показанной в работе [1], можно упростить, убрав разветвление на изотопе  $Po^{210}$  и исключив из каталитического состава изотоп  $Po^{211}$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Абишев М., Хасанов М., Кенжебаев Н. О циклической реакции с участием тепловых нейтронов. // Вестник НАН РК. – 2013. – № 6. – С. 12.
- [2] Кунаков С., Кенжебаев Н. Моделирование накопления трития в бериллиевом материале при нейтронном облучении. // Известия НАН РК. – 2014. – №2. – С. 82-86.
- [3] Burbidge E., Burbidge G.R., Fowler W.A., Hoyle F. Synthesis of the Elements in Stars. // Reviews of Modern Physics 29. – 1957. – №4. – С.547.
- [4] Хаустов И.Н., Тихомиров С.Т., Бейзин С.Д. Функция возбуждения и выходы изотопов висмута и свинца в реакции  $^{203}\text{Tl}$  с ионами  $^3\text{He}$ . // Известия АН КазССР. – 1990. – №2. – С.3.
- [5] Bateman H. Solution of a System of Differential Equations Occurring in the Theory of Radio-active Transformations. // Proc. Cambridge Phil. Soc. IS. – 1910. – №423. – С.12-19.
- [6] Otto Schwerer. EXFOR Formats Description for Users. – IAEA Nuclear Data Section, 2014. P 3.

#### REFERENCES

- [1] Abishev M., Hasanov M., Kenzhebaev N. Cyclic reactions involving thermal neutrons. *Journal of National Academy of Sciences of Kazakhstan*. 2013. 6. 12-16.
- [2] Kunakov S., Kenzhebaev N. Modelling the accumulation of tritium in beryllium materials under neutron irradiation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Kazakhstan*. 2014. 2. 82-86. (in Russ)
- [3] Burbidge E., Burbidge G.R., Fowler W.A., Hoyle F. Synthesis of the Elements in Stars. *Reviews of Modern Physics*. 1957. 4. 547-554.
- [4] Khaustov I.N., Tikhomirov S.V., Baisin S.D. The excitation function and outputs of bismuth and lead isotopes in  $^{203}\text{Tl}$  reactions  $^3\text{He}$  ions. *Proceedings of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR*. 1990. 2. 3-8.
- [5] Bateman H. Solution of a System of Differential Equations Occurring in the Theory of Radio-active Transformations. *Proc. Cambridge Phil. Soc. IS*. 1910. 423. 12-19.
- [6] Otto Schwerer. EXFOR Formats Description for Users. *IAEA Nuclear Data Section*, 2014. 3-345.

#### ЖЫЛУЛЫҚ НЕЙТРОНДАРДЫҢ КАТАЛИЗДЫҚ ҚОСПАМЕН (Pb, Bi, Po) ШЕКСІЗ ОРТАДА ӘСЕРЛЕСУІН МОДЕЛЬДЕУ

М. Абишев, Н. Хасанов, Д. Утепова, Т. Айтасов

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, физика және технология факультеті,  
Алматы, Қазақстан Республикасы

**Түйін сөздер:** катализдік қоспа, Монте-Карло әдісі, циклдық реакция.

**Аннотация.** Жұмыстың мақсаты жылулық нейтрондардың  $Pb^{206}$ ,  $Pb^{207}$ ,  $Pb^{208}$ ,  $Pb^{209}$ ,  $Bi^{209}$ ,  $Bi^{210}$ ,  $Po^{210}$  изотоптарынан тұратын катализдік қоспамен шексіз ортада әрекеттесуін компьютерлік модельдеу. Бұл ортадағы нейтрондардың концентрациясы тұрақты және уақыттан тәуелсіз деп есептеледі. Бұл процессті компьютерлік модельдеу жүргізу үшін с++ бағдарлау тілі мен бөлшектерді тасмалдауға арналған Монте-Карло әдісі қолданылды. Компьютерлік модельдеу барысында катализдік қоспадағы әр изотоптың канша нейтрон жытатыны есептелді. Бастапқы мезеттегі катализдік қоспадағы әр изотоптың концентрациясы [1] жұмыста есептелген. Компьютерлік модельдеу нәтижесі [1] жұмыста көрсетілген катализдік қоспадағы  $Po^{211}$  изотопын қоспағанда, катализдік реакциялар шебіндегі тармақталудан құтылуға болатынын көрсетті.

Поступила 16.05.2016 г.

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ МОДИФИЦИРОВАННОГО РАЗРЕЖЕННОГО LMS АЛГОРИТМА С УТЕЧКОЙ

Туран Д., Сулиев Р.Н., Амиргалиев Е.Н.

\*Кафедра компьютерной инженерии, Университет им. С. Демиреля, Каскелен, Казахстан  
эл. почта: {cemil.turan, rassim.suliyev,yedilkhan.amirgaliyev}@sdu.edu.kz

**Ключевые слова:** адаптивные алгоритмы, идентификация систем, разреженные системы.

**Аннотация.** В данной статье предлагается новый LMS алгоритм с утечкой (LLMS), который улучшает алгоритм ZA-LLMS (Zero-Attracting Leaky-LMS) используемый для идентификации разреженной системы. Предложенный алгоритм использует разреженность системы с преимуществами переменности размера шага и штрафа  $l_0$ -нормы. Мы сравнили производительность предложенного алгоритма с LLMS и ZA-LLMS с точки зрения скорости сходимости и среднеквадратичного отклонения (MSD). Эксперименты проводились в среде MATLAB. Моделирование показало, что предложенный алгоритм имеет превосходство над другими алгоритмами для обоих типов входных сигналов: аддитивного белого Гауссовского шума (AWGN) и аддитивного коррелированного Гауссовского шума (ACGN).

## A MODIFIED SPARSE LEAKY-LMS ALGORITHM FOR SYSTEM IDENTIFICATION

D. Turan, R.N. Suliyev, Ye. N. Amirgaliyev

\*Department of Computer Engineering, Suleyman Demirel University, Almaty, Kazakhstan  
E-mail: {cemil.turan, rassim.suliyev,yedilkhan.amirgaliyev}@sdu.edu.kz

**Keywords.** Adaptive algorithms, system identification, sparse systems.

**Abstract.** In this paper, we propose a new Leaky-LMS (LLMS) algorithm that improves the Zero-Attracting Leaky-LMS (ZA-LLMS) for sparse system identification. The proposed algorithm exploits the sparsity of the system with the advantages of the variable step-size and  $l_0$ -norm penalty. We compared the performance of our proposed algorithm with the LLMS and ZA-LLMS in terms of the convergence rate and mean-square-deviation (MSD). Experiments were performed in MATLAB. Simulations showed that the proposed algorithm has superiority over the other algorithms for both types of input signals of additive white Gaussian noise (AWGN) and additive correlated Gaussian noise (ACGN).

## I. INTRODUCTION

The least-mean-square (LMS) algorithm is a well-known algorithm and has been successfully used for system identification model (see Fig. 1) in adaptive filtering technology [1]. Many researchers studied to improve the performance of the conventional LMS algorithm for different environments. Thus, many different LMS-type algorithms were proposed.

Leaky-LMS-type algorithms were proposed [2,3] to overcome the issues when the input signal is highly correlated, by using shrinkage in its update equation. Another LMS based algorithm VSSLMS uses

a variable step-size in update equation of the standard LMS to increase the convergence speed at the beginning stages of the iterations and decrease MSD at later iterations [4,5]. In order to improve the performance of the LMS algorithm when the system is sparse (most of the system coefficients are zero), ZA-LMS algorithm was proposed in [6].

In [7], the author proposed ZA-LLMS algorithm which combines the LLMS algorithm and ZA-LMS algorithm for sparse system identification. A better performance was obtained for AWGN and ACGN input signals. In [8], a high performance algorithm called zero-attracting function-controlled variable step-size LMS (Z AFC-VSSLMS) was proposed by using the advantages of variable step-size and  $l_0$ -norm penalty. We were motivated by the inspiration of the combination of these two algorithms. So in this paper, we proposed a new algorithm that combines the ZA-LLMS and Z AFC-VSSLMS algorithms. In the next section, a brief review of the LLMS and ZA-LLMS algorithms is provided. We derived the proposed algorithm in Section III. In Section IV, the simulations are presented and the performances of the algorithms are compared. Conclusions are drawn in the last section.

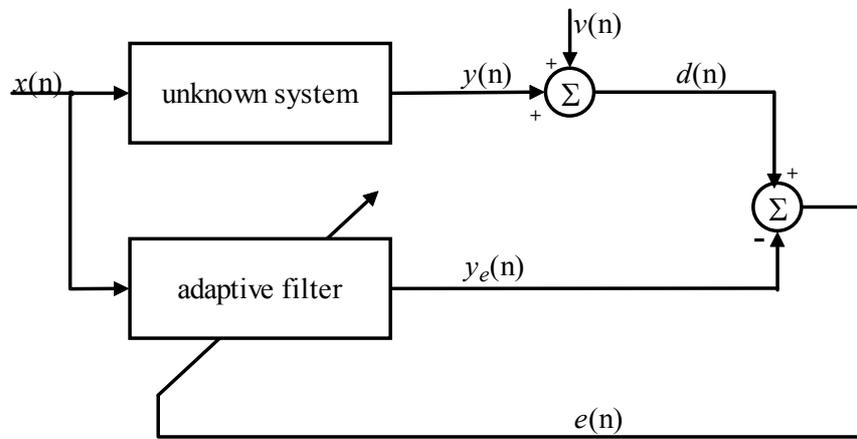


Fig. 1 – Block diagram of the system identification process.

## II. REVIEW OF THE RELATED ALGORITHMS

### a) Leaky-LMS (LLMS) Algorithm

In a system identification process, the desired signal is defined as,

$$d(n) = \mathbf{h}^T \mathbf{x}(n) + v(n) \quad (1)$$

where  $\mathbf{h} = [h_0, \dots, h_{N-1}]^T$  is the unknown system coefficients with length  $N$ ,  $\mathbf{x}(n) = [x_0, \dots, x_{N-1}]^T$  is the input-tap vector and  $v(n)$  is the additive noise. In addition to being independent of the noise sample  $v(n)$  with zero mean and variance of  $\sigma_v^2$ , the input data sequence  $\mathbf{x}(n)$  and the additive noise sample  $v(n)$  are also assumed to be independent.

The cost function of the LLMS algorithm is given by,

$$J_1(n) = \frac{1}{2} e^2(n) + \gamma \mathbf{w}^T(n) \mathbf{w}(n) \quad (2)$$

where  $\mathbf{w}(n)$  is the filter-tap vector at time  $n$ ,  $\gamma$  is a positive constant called ‘leakage factor’ and  $e(n)$  is the instantaneous error and given by,

$$e(n) = d(n) - \mathbf{w}^T(n)\mathbf{x}(n) \quad (3)$$

The update equation of the LLMS algorithm can be derived by using the gradient method as,

$$\begin{aligned} \mathbf{w}(n+1) &= \mathbf{w}(n) + \mu \frac{\partial J(n)}{\partial \mathbf{w}(n)} \\ &= (1 - \mu\gamma)\mathbf{w}(n) + \mu e(n) \end{aligned} \quad (4)$$

where  $\mu$  is the step-size parameter of the algorithm.

### b) Zero-Attracting Leaky-LMS (ZA-LLMS) Algorithm

The cost function of the LLMS algorithm was modified by adding the log-sum penalty of the filter-tap vector as given below:

$$J_2(n) = \frac{1}{2}e^2(n) + \gamma \mathbf{w}^T(n)\mathbf{w}(n) + \gamma' \sum_{i=1}^N \left(1 + \frac{|w_i|}{\xi'}\right) \quad (5)$$

where  $\gamma'$  and  $\xi'$  are positive parameters. Taking the gradient of the cost function and subtracting from the previous filter-tap vector iteratively, then the update equation was derived as follows [7]:

$$\mathbf{w}(n+1) = (1 - \mu\gamma)\mathbf{w}(n) + \mu e(n)\mathbf{x}(n) - \rho \frac{\text{sgn}[\mathbf{w}(n)]}{1 + \xi'|\mathbf{w}(n)|} \quad (6)$$

where  $\rho = \frac{\mu\gamma'}{\xi'}$  is the zero-attracting parameter,  $\xi = \frac{1}{\xi'}$  and  $\text{sgn}(\cdot)$  operation is defined as,

$$\text{sgn}(x) = \begin{cases} \frac{x}{|x|} & \text{if } x \neq 0 \\ 0 & \text{if } x = 0 \end{cases} \quad (7)$$

## III. THE PROPOSED ALGORITHM

An improved sparse LMS-type algorithm was proposed in [8] by exploiting the advantages of variable step-size and recently proposed [9]  $l_0$ -norm which gives an approximate value of  $\|\cdot\|_0$ . We modify the cost function of that algorithm by adding the weight vector norm penalty as,

$$J_3(n) = \frac{1}{2}e^2(n) + \gamma \mathbf{w}^T(n)\mathbf{w}(n) + \varepsilon \|\mathbf{w}(n)\|_0 \quad (8)$$

where  $\varepsilon$  is a small positive constant and  $\|\mathbf{w}(n)\|_0$  denotes the  $l_0$ -norm of the weight vector given as,

$$\|\mathbf{w}(n)\|_0 \approx \sum_{k=0}^{N-1} (1 - e^{-\lambda|w(n)|}) \quad (9)$$

where  $\lambda$  is a positive parameter. Deriving (8) with respect to  $\mathbf{w}(n)$  and substituting in the update equation we get,

$$\mathbf{w}(n+1) = (1 - \mu(n)\gamma)\mathbf{w}(n) + \mu(n)e(n)\mathbf{x}(n) - \rho(n)\text{sgn}[\mathbf{w}(n)]e^{-\lambda|\mathbf{w}(n)|} \quad (10)$$

where  $\rho(n) = \mu(n)\varepsilon\lambda$ . It is seen that, the update equation of the ZA-LLMS algorithm has been modified by changing the constant step-size  $\mu$  with  $\mu(n)$  given in [8] and the zero-attractor  $\rho \frac{\text{sgn}[\mathbf{w}(n)]}{1 + \xi|\mathbf{w}(n)|}$  with  $\rho(n)\text{sgn}[\mathbf{w}(n)]e^{-\lambda|\mathbf{w}(n)|}$ .

#### IV. SIMULATION RESULTS

In this section, we compare the performance of the proposed algorithm with LLMS and ZA-LLMS algorithms in high-sparse and low-sparse system identification settings. Two different experiments are performed for each of AWGN and ACGN input signals. To increase the reliability of the expected ensemble average, experiments were repeated by 200 independent Monte-Carlo runs. The constant parameters are found by extensive tests of simulations to obtain the optimal performance as follows: For LLMS:  $\mu=0.002$  and  $\gamma=0.001$ . For ZA-LLMS:  $\mu=0.002$ ,  $\gamma=0.001$ ,  $\rho=0.0005$  and  $\zeta=30$ . For the proposed algorithm:  $\rho=0.0005$  and  $\lambda=8$ .

In the first experiment, all algorithms are compared for 90% high-sparsity and 50% low-sparsity of the system with 20 coefficients having in the first part, two ‘1’ and 18 ‘0’; in the second part, ten ‘1’ and ten ‘0’ for 5000 iterations. Signal-to-noise ratio (SNR) is kept at 10 dB by regulating the variances of the input signal and the additive noise. The performances of the of the algorithm are compared in terms of convergence speed and  $MSD = E\{\|\mathbf{h} - \mathbf{w}(n)\|^2\}$ . Fig. 2 and Fig. 3 give the MSD vs. iteration number of the three algorithms for 90% sparsity and 50% sparsity levels respectively. They show that, the proposed algorithm has a fairly fast convergence with lower MSD than that of the other algorithms.

In the second experiment, all conditions are kept as same as in the previous experiment except the input signal type. A correlated signal is created by the AR(1) process as  $x(n) = 0.4x(n-1) + v_0(n)$  and the normalized. Fig. 4 and Fig. 5 show that, the proposed algorithm has again a faster convergence and lower MSD than the other algorithms for 90% sparsity and 50% sparsity levels respectively.

#### IV. CONCLUSIONS

In this work, we proposed a modified leaky-LMS algorithm for sparse system identification. It was derived by combining the ZA-LLMS and ZAFC-LMS algorithms. The performance of the proposed algorithm was compared with LLMS and ZA-LLMS algorithms for 90% and 50% sparsity levels of the system with AWGN and ACGN input signals in two different experiments performed in MATLAB. Simulations showed that the proposed algorithm has a very high performance with a quite faster convergence and lower MSD than that of the other algorithms. As a future work, it is recommended that the proposed algorithm can be modified for transform domain or be tested for non-stationary systems.

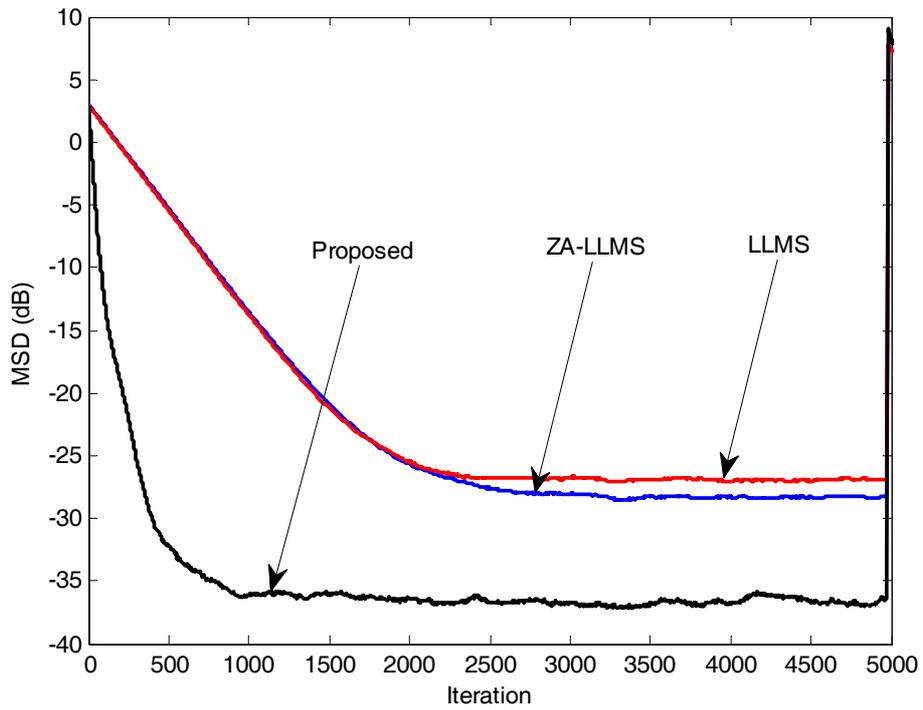


Fig. 2 – Steady state behavior of the LLMs, ZA-LLMS and the proposed algorithm for 90% sparsity with AWGN.

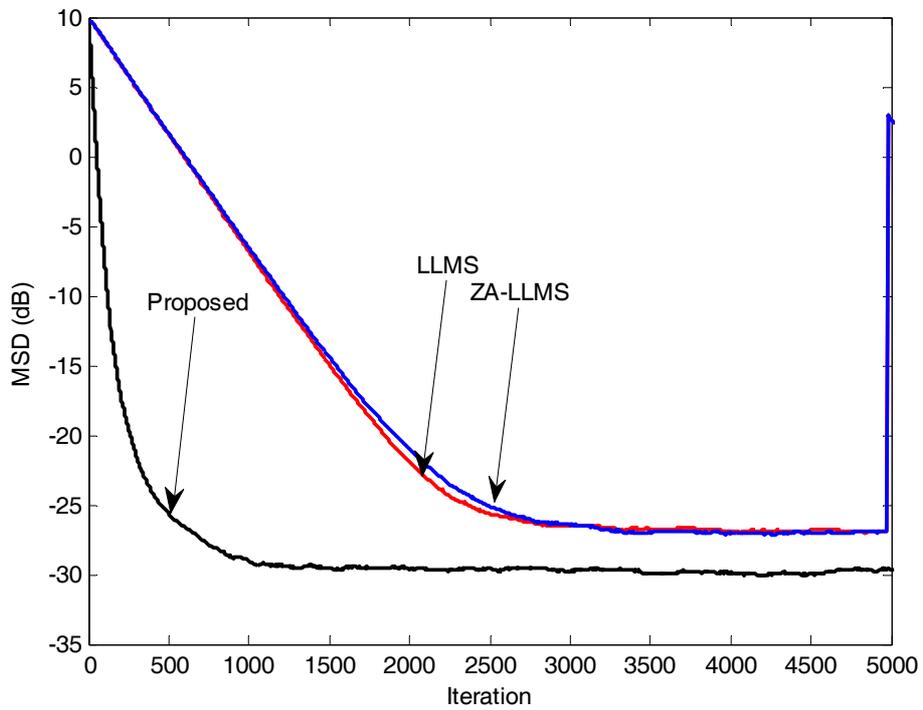


Fig. 3 – Steady state behavior of the LLMs, ZA-LLMS and the proposed algorithm for 50% sparsity with AWGN.

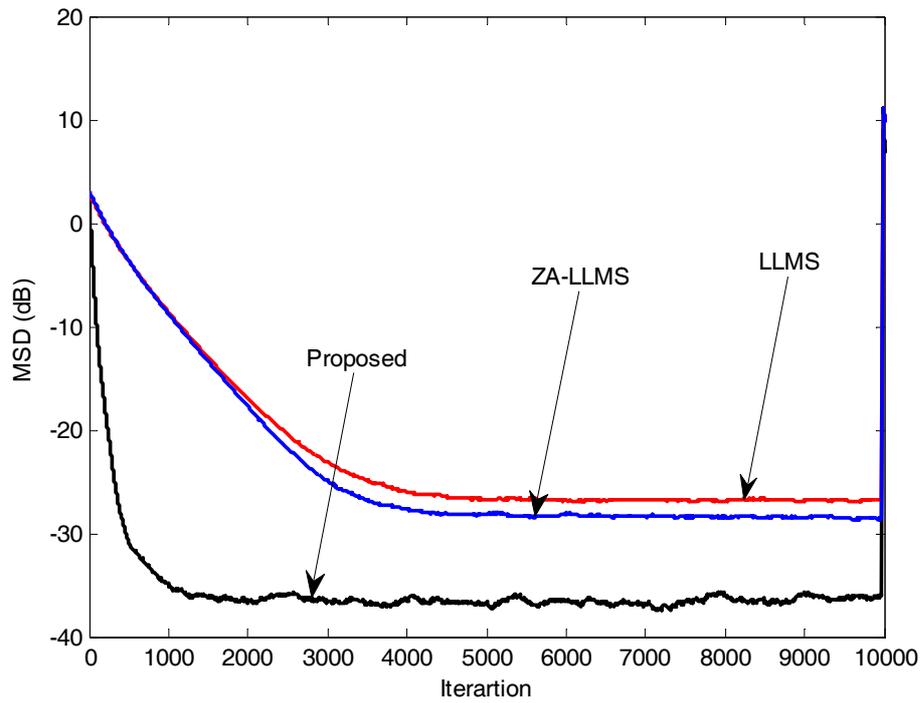


Fig. 4 – Steady state behavior of the LLMs, ZA-LLMS and the proposed algorithm for 90% sparsity with ACGN.

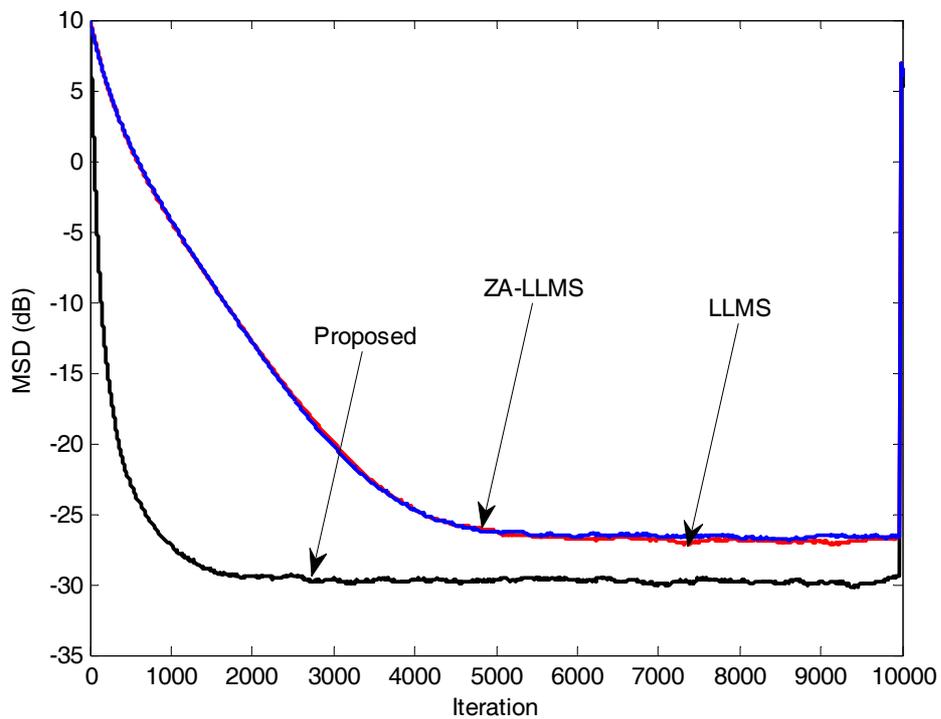


Fig. 5 – Steady state behavior of the LLMs, ZA-LLMS and the proposed algorithm for 50% sparsity with ACGN.

**REFERENCES**

[1] Haykin S. *Adaptive Filter Theory*, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2002.  
 [2] Mayyas K. A. and Aboulnasr T. "Leaky-LMS: a detailed analysis," in *Proc. IEEE International Symposium on Circuits and Systems*, 1995, vol. 2, pp. 1255-1258.

- [3] M. Sowjanya, A. K. Sahoo and Sananda Kumar, "Distributed Incremental Leaky LMS," *International Conference on Communications and Signal Processing (ICCSP)*, 2015, pp. 1753-1757.
- [4] Chen W. Y. and Haddad R. "A variable step size LMS algorithm," *IEEE Proceedings of the 33rd Midwest Symposium on Circuits and Systems*, 1990, vol. 1, Calgary, pp. 423-426 .
- [5] Won Y. K., Park R. H., Park J. H. and Lee B. U. "Variable LMS algorithms using the time constant concept," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 1994, vol. 40, no. 4, pp. 1083-1087.
- [6] Chen Y., Gu Y. and Hero A. O. "Sparse LMS For System Identification," *IEEE International Conference Acoustic, Speech and Signal Processing*, 2009, pp. 3125-3128.
- [7] Salman M. S. "Sparse leaky-LMS algorithm for system identification and its convergence analysis," *International Journal of Adaptive Control and Signal Processing*, 2013, vol. 28, no. 10, pp. 1065-1072.
- [8] Turan C. and Salman M. S. "Zero-Attracting Function Controlled VSSLMS Algorithm with Analysis," *Circuits, Systems, and Signal Processing*, Springer, 2015, DOI 10.1007/s00034-015-9996-5.
- [9] Sing-Long C.A., Tejos C.A., Irarrazaval P. Evaluation of continuous approximation functions for the  $l_0$ -norm for compressed sensing, *Proc. Int. Soc. Mag. Reson. Med.*, 2009, vol. 17, pp. 4585.

**МОДИФИКАЦИЯ ЛАНҒАН СИРЕК LMS-АҒАТЫН  
АЛГОРИТМНІҢ КӨМЕГІМЕН ЖҮЙЕЛЕРДІ СӘЙКЕСТЕНДІРУ**

**Д. Туран, Р.Н. Сулиев, Е.Н. Әміргалиев**

**Тірек сөздер:** адаптивті алгоритмдер, жүйелерді сәйкестендіру, сиректелген жүйелер.

**Аңдатпа.** Бұл мақалада сиректелген жүйені сәйкестендіру үшін ZA-LLMS (Zero-Attracting Leaky-LMS) алгоритмін жақсартуда қолданылатын жаңа LMS-ағатын алгоритмін ұсынылады. Ұсынылған алгоритм қадам мөлшері мен  $l_0$ -нормалы айыппұлдың ауытқу артықшылықтарымен сиректелген жүйені қолданады. Өнімділігін салыстыру мақсатында ұсынылып отырған алгоритмді LLMS-пен және ZA-LLMS-пен жинақтылық жылдамдығы мен ортақвадратталған ауытқу (MSD) тұрғысынан салыстырды. Зерттеулер MATLAB орталығында жүргізілді. Модельдеудің жетістігі, екі типтегі кіріс сигналдарыны үшін: қосымша ақ Гаусс шуы (AWGN) мен қосымша корреляциялық Гаусс шуы (ACGN), ұсынылып отырған алгоритм басқада алгоритмдерден үстемділігінің артықшылығын көрсетеді.

*Поступила 16.05.2016 г.*

**REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 2224-5227

Volume 3, Number 307 (2016), 17 – 22

УДК 541.1+530.145

**АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ  
РТУТИ С АММОНИЙНЫМИ ОСНОВАНИЯМИ НА ОСНОВАНИИ  
ТЕОРИИ ФУНКЦИОНАЛА ПЛОТНОСТИ****О. Х. Полешчук<sup>1</sup>, С. В. Ковалева<sup>2</sup>, М.Н. Ермаханов<sup>3</sup>,  
П.А. Саидахметов<sup>3</sup>, А.Б.Утелбаева<sup>3</sup>, М.А. Нуруллаев<sup>3</sup>**<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия;<sup>2</sup>Кафедра неорганической химии, Томский государственный педагогический университет, Томск; Россия;<sup>3</sup>Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова, Шымкент, РК

**Ключевые слова:** теория функционала плотности, псевдопотенциал, аммонийные основания, металлическая ртуть, натуральные орбитали связи.

**Аннотация.** Проведены расчеты некоторых ртутьсодержащих молекул в газовой фазе на основании расчетов методом функционала плотности с использованием псевдопотенциального базисного набора для атома ртути и 6-311+G(d,p) для других атомов в программном пакете *GAUSSIAN 03* и TZ2P+ в программе Амстердамский функционал плотности. Показано, что катион аммония по сравнению с радикалом аммония с большей вероятностью может взаимодействовать с поверхностью металлической ртути. Рассчитанные термодинамические параметры указывают на невозможность взаимодействия с поверхностью металлической ртути таких аминов, как гидроксилламин, гидразин и тетраметиламин.

UDK 541.1+530.145

**USING OF DENSITY FUNCTIONAL THEORY FOR ANALYSIS  
OF SURFACE INTERACTION BETWEEN METALLIC MERCURY  
AND AMMONIUM BASES****O. Kh. Poleshchuk<sup>1</sup>, S.V. Kovaleva<sup>2</sup>, M.N. Ermakhanov<sup>3</sup>,  
P.A. Saidakhmetov<sup>3</sup>, A.B. Utelbaeva<sup>3</sup>, M.A. Nurullaev<sup>3</sup>**<sup>1</sup>National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia;<sup>2</sup>Inorganic chemistry department. Tomsk state pedagogical university, Tomsk, Russia;<sup>3</sup>M.Auezov South Kazakhstan state University, Shymkent, RK

poleshch@tspu.edu.ru, myrza1964@mail.ru, timpf\_ukgu@mail.ru, nurmarat75@mail.ru

**Key words:** density functional theory, pseudopotential, ammonium bases, metallic mercury, natural bond orbital.

**Abstract.** The calculations of some mercury-containing molecules in the gas phase on the basis of calculations by the density functional method with use of the pseudopotential basis set for mercury atom and 6-311+G(d,p) for other atoms in the software package *GAUSSIAN'03* and TZ2P+ in the Amsterdam density functional program were implemented. It is shown that the ammonium cation in comparison with the ammonium radical is more likely to interact with the surface of the metallic mercury. The calculated thermodynamic parameters indicate the inability of amines such as hydroxylamine, hydrazine and tetramethylamine to interact with the surface of metallic mercury.

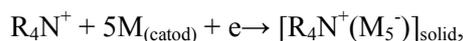
**Introduction.** Pseudo metal amalgams, which include amalgams of ammonia, pyrrolidine and their derivatives represent of great interest. The most studied is an amalgam of ammonium, which was first

obtained by electrolysis of ammonium carbonate solution on mercury cathode, as well as a result of the exchange reaction of ammonium salts with alkali metal amalgam.

Generalization of the works on the preparation and the study of physical and chemical properties of ammonium amalgam is represented in the survey [1], but question about form of existence of the potential-defining of amalgam particles remains controversial to this day. In most studies ammonium amalgam is presented as  $\text{NH}_4(\text{Hg})$  [2-6], or  $\text{NH}_4(\text{Hg})_n$  [7, 8].

In [9] it has been suggested that the radical  $\text{NH}_4$ , obtained by reduction of ammonium cation on a mercury electrode, is dissolved in mercury and gives one electron to the conduction zone.

Based on the linear relationship between the concentration of ammonia in mercury and temperature freezing of amalgam [10] have been concluded that the amalgam ammonium represent a solution of  $\text{NH}_4$  radical in mercury. In [11] it has been found that the reduction  $\text{R}_4\text{N}^+$  cation on mercury, lead and tin are formed solid products:



representing a cation  $\text{R}_4\text{N}^+$ , associated with a polyanion  $\text{M}_5^-$ . The stoichiometry of the resulting compounds was proved by elemental analysis.

Based on diamagnetic properties of ammonium amalgam, obtained by reduction of  $\text{NH}_4^+$  cation on a mercury electrode at temperatures below point of mercury freezing, it is concluded that the existence of  $\text{NH}_4$  radical in mercury is unlikely, therefore amalgam ammonium structure is similar to  $[\text{R}_4\text{N}^+(\text{M}_5^-)]_{\text{solid}}$ .

According to [11] the name "Ammonium amalgam" does not reflect the nature of the solid compound and "Ammonium - mercury" is more preferred term.

A similar view is expressed in our paper [12]. Unstable free radicals of ammonium and its analogues are stabilized in mercury phase due to the transfer of electron in the zone of mercury conduction. For amalgams of pseudometal hydrides in analogy with amalgams of alkali metals hydrides may be adopted as  $\text{R}^+[\text{Hg}_n\text{H}]^-$  structure [13].

Therefore, the aim of this work is the quantum-chemical calculation of the interaction of certain amines with metallic mercury to determine their spatial structure and thermodynamic parameters.

**Experimental part.** The calculations were performed with use of a standard software package GAUSSIAN'03 [14]. We have used the relativistic potential for a mercury atom, including 46 basic electrons [15]. For light atoms there were used the full-electronic basis set with the inclusion of diffuse and polarization functions 6-311+G(d,p).

Calculations were performed by the hybrid method of density functional B3LYP with the functional Beke B3 [16] and correlation functional Lee, Yang and Parr (LYP) [17]. Currently, this method is generally accepted to describe the thermodynamic characteristics and is best agreed with the experimental values [18]. The geometrical parameters of calculated molecules and ions have been fully optimized, absence of imaginary vibrational frequencies confirmed their stationary character.

The thermodynamic parameters of the molecules calculated were corrected for zero-point vibrational energy (ZPVE) and reduced to normal conditions (298.15K, 1 atm) using thermal corrections to enthalpy and free energy.

The calculations of ammonium cation and  $\text{NH}_4$  radical with zero charge, as well as mercury cluster was also carried out in the approximation of natural bond orbitals [19].

On the other hand, these compounds also have been studied by use of ADF program [20]. We used exchange functional OPTX [21], combined with PBE correlation functional [22] with the irreducible Slater triple-zeta + polarization basis set using the frozen-core approximation to the inner electrons. Relativistic effects of heavy atoms have been accounted with use of the regular zero-order approximation (ZORA) [23], which gives more realistic results than the widely used Pauli formalism in the Gaussian package.

**Results and their discussion.** To assess the "quality" of the calculations it is necessary to rely on some physical and chemical properties of these compounds for which it is known experimental reasonable accurate values. As a last we used the bond lengths, as well as the vibrational frequencies in the IR spectra of some simple mercury compounds.

Fig. 1 shows correlation dependence between experimental [24] and calculated bonds lengths for some mercury compounds:

$$R(\text{exp.}) = -0.14 + 1.03R(\text{calc.}) \quad r = 0.999; s = 0.03; n = 7 \quad (1)$$

In these and the following correlation equations  $r$  - is the coefficient of correlation,  $s$  - standard deviation, and  $n$  - number of compounds included in the correlation.

A similar best dependence was obtained at calculation of the same molecules in the ADF program:

$$R(\text{exp.}) = -0.02 + 1.01R(\text{calc.}) \quad r = 0.999; s = 0.02; n = 7 \quad (2)$$

Table 1 shows the calculated and experimental values of the frequencies of the valence and deformation vibrations in the IR spectra of some mercury compounds [25].

Fig. 2 shows a linear correlation of excellent quality, which testifies that calculations correctly describe the electron-vibrational transitions.

$$\omega(\text{exp.}) = 13.4 + 1.05\omega(\text{calc.}) \quad r = 0.999; s = 12; n = 21 \quad (3)$$

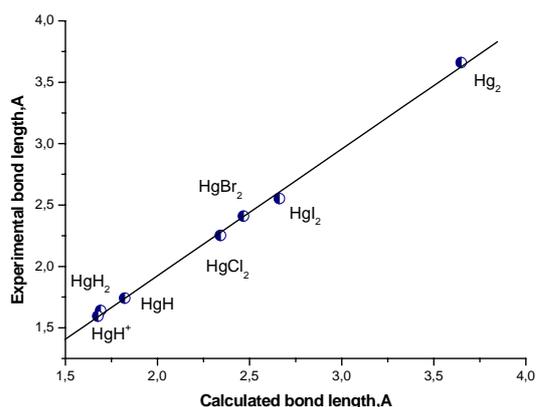


Fig. 1 - Dependence between calculated and experimental lengths of bonds of some simple compounds of mercury.

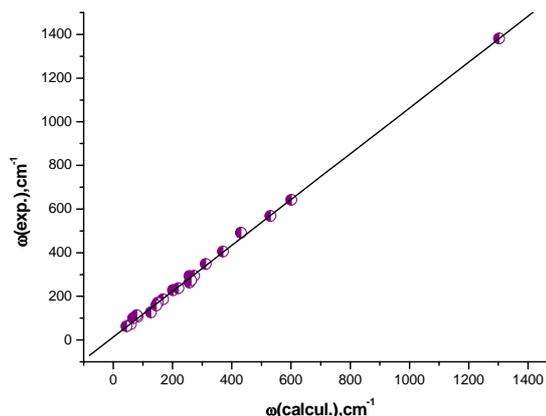


Fig. 2 - Dependence between experimental and calculated frequencies of variations in IR-spectrum of some compounds of mercury.

The good correlation of experimental and calculated lengths of bonds and vibrational frequencies, and the coefficients at  $R(\text{calc.})$ , close to one, indicates a high reliability of the calculations on the used level of the theory.

**Tabl. 1.** Experimental and calculated vibrational frequencies in IR spectra of mercury compounds

Compound	$\omega(\text{calc.}) \cdot \text{cm}^{-1}$	$\omega(\text{exp.}) \cdot \text{cm}^{-1}$
HgH	1303	1381
HgF	431	491
HgCl	257	293
HgBr	168	186
HgI	127	126
HgF <sub>2</sub>	150; 531; 601	170; 568; 642
HgCl <sub>2</sub>	82; 312; 370	107; 348; 405
HgBr <sub>2</sub>	59; 202; 273	73; 228; 294
HgI <sub>2</sub>	45; 145; 220	63; 158; 237
HgCl <sub>3</sub> <sup>-</sup>	67; 79; 257; 263	100; 113; 263; 273

How it follows from an introduction, principally the interaction of the metallic mercury surface can be implemented both with an ammonium cation, and with a radical of zero charge.

We calculated the two systems, and the results are shown in Table 2. The most significant difference between the ammonium cation and the radical is concluded in a significant reduction in the last index of Wiberg N-H bonds, which represents a decrease of their strength.

In addition, unlike of ammonium cation the lone electron pair of the nitrogen atom is presented in the radical, with a population of about 1 electron. And finally, there is a significant reduction of the energy difference between the highest occupied (HOMO) and lowest unoccupied (LUMO) molecular orbitals in the radical.

This allows to confirm that the radical on electron structure is close to the metals in which this

difference is small [25].

We have also carried out similar calculations of several systems  $\text{NH}_4^+\text{Hg}_n$  ( $n = 4-6$ ).

It was found that only systems wherein  $n = 4$  are optimized as  $\text{NH}_4^+\text{Hg}_4$  and  $\text{NH}_4^0\text{Hg}_4$  in gas phase and increase of number of mercury atoms results in obtainment of a non stable structures with large distances between the cation and mercury atoms.

Tabl 2 – Analysis of natural bond orbitals of ammonium

Molecule	Orbital	Population of orbital, e	Polarization of N-H bond, %	$E_{\text{HOMO}} - E_{\text{LUMO}}$ , eV	Index of Wiberg
$\text{NH}_4^+$	Bonding	2.000	73.0	16.1	0.789
$\text{NH}_4$	Bonding	0.946 ( $\alpha$ )	62.8 ( $\alpha$ )	3.3	0.200 ( $\alpha$ )
		0.999 ( $\beta$ )	72.9 ( $\beta$ )		0.197 ( $\beta$ )
	LP (N)	0.967 ( $\alpha$ )	100		

For the calculation we used the pseudopotential on mercury atom and the 6-31G (d) basis set for other atoms.

Fig. 3 shows the optimized structure of  $\text{NH}_4^+\text{Hg}_4$  molecule. It can be seen that its internal part has a strictly tetrahedral structure around of which four mercury atoms are tetrahedral arranged.

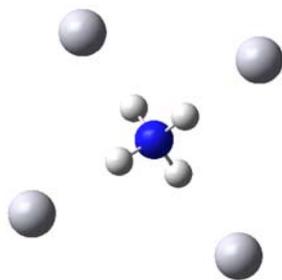


Fig. 3 – Optimized structure of  $\text{NH}_4^+\text{Hg}_4$  molecule

The distances between the nitrogen and mercury atoms in the compound with the ammonium cation are the same and equal to  $3.78\text{\AA}$  ( $3.82\text{\AA}$  in the ADF program), and the distance in the connection with radical makes up  $3.85\text{\AA}$  ( $4.3\text{\AA}$  in the ADF program). If for ion  $\text{NH}_4^+\text{Hg}_4$  calculation gives structure with global minimum so at calculation of molecule  $\text{NH}_4^0\text{Hg}_4$  is observed 3 imaginary frequencies of about  $300\text{ cm}^{-1}$ .

These frequencies correspond to the deformation frequencies of  $\text{NH}_4^0$  fragment, that indicate on a transition structure in the case of the radical. Some of the molecular orbitals of the  $\text{NH}_4^+\text{Hg}_4$  cation are shown in Fig. 4.

Calculations show that the 4 higher occupied MO are about the same as for the energy and by type, i.e. the electron density at the same time belongs to all atoms of mercury.

The lower free MO includes all atoms in the molecule, and large electronic density belongs to ammonium ion. Reliable stationary state of  $\text{NH}_4^+\text{Hg}_4$  cation and transition structure of  $\text{NH}_4^0\text{Hg}_4$  molecule indicates on greater stability of the first.

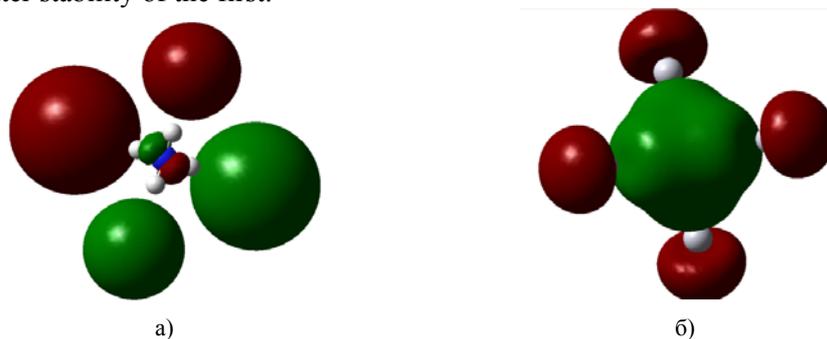


Fig. 4 – Molecular orbitals of molecule  $\text{NH}_4^+\text{Hg}_4$ : HOMO (a), LUMO (b)

Usage of the method of natural bond orbitals from the point of view of the second-order perturbation theory [19] allows to evaluate the energy interaction between donor and acceptor part of the cluster with account of bonding orbitals and the lone electron pairs of the atoms.

The results of calculation of  $\text{NH}_4^+\text{Hg}_4$  ion showed that the system becomes stable due to quite significant by the energy of interaction ( $23\text{ kcal/mol}$ ) between lone pairs of electrons of mercury atoms that constitute its s-orbital, with antibonding orbitals of N-H bonds.

Table 3 – Thermodynamic characteristics of  $4\text{Hg} + \text{L} = \text{Hg}_4\text{L}$  ( $\text{L} = \text{NH}_4^+$ ,  $\text{N}_2\text{H}_4$ ,  $\text{NH}_2\text{OH}$ ) reaction

Molecule	H, a.e.	G, a.e.	$\Delta\text{H}$ , kcal/mol	$\Delta\text{G}$ , kcal/mol	E (ADF), kcal/mol	$\Delta\text{E}$ (ADF), kcal/mol
Hg	-153.080 (-153.154)*	-153.100 (-153.174)*			-4	
$\text{NH}_4^+$	-56.840	-56.860			-377	
$\text{NH}_4^0$	-57.037	-57.06			-474	
$\text{NH}_4^+\text{Hg}_4$	-669.200	-669.270	-28	-6	-407	-15
$\text{NH}_4^0\text{Hg}_4$	-669.37	-669.43	-6	22	-491	-1
$\text{NH}_2\text{OH}$	-131.660	-131.687			-570	
$\text{NH}_2\text{OHHg}_4$	-744.000	-744.069	-12	11	-581	5
$\text{N}_2\text{H}_4$	-111.696	-111.824			-701	
$\text{N}_2\text{H}_4\text{Hg}_4$	-724.139	-724.209	-77	9	-704	12
$\text{NMe}_4$	-213.982*	-214.018*			-1894	
$\text{NMe}_4\text{Hg}_4$	-826.611*	-826.692*	-8	14	-1911	-1

\*Values for BP86 functional

For radical  $\text{NH}_4^0\text{Hg}_4$  the energy of this interaction was significantly lower (10 kcal/mol), which is an additional explanation for the less stability of last structure. Also, both compounds analysis showed no significant population of bond Hg-N, because of the significant distances between the atoms of mercury and an amine.

In addition, the thermodynamic calculations from Table 3 which were conducted by two methods of density functional, lead to the same conclusion.

Not profitable also thermodynamically interaction with the surface of the mercury such amines as hydroxylamine, hydrazine and tetramethylamine, as evidenced the absence of the experimental data for such systems.

This is indicated by positive values of Gibbs free energy and positive or nearly zero change of the total energy of the system in the ADF calculations. In the case of calculation of the tetramethylamine and its compounds with mercury were used BP86 functional, which allows to better optimize the spatially hindered structure.

### Conclusions

1. It is shown that the density functional method with use of pseudopotential basis set for mercury atom and 6-311+G(d,p) for other atoms in the software package GAUSSIAN'03 and TZ2P+ program of ADF gives adequate results in predicting of the geometrical parameters and IR spectra of mercury compounds.

2. The analysis of the bonding in the structure of the cation and ammonium radical in the framework of method of the natural bond orbitals was carried out. It is shown that the most likely of interaction with the surface of metallic mercury has an ammonium cation, which is in tetrahedral surrounding with four mercury atoms.

3. The GAUSSIAN'03 and ADF programs calculated the thermodynamic parameters and showed the inability to interact with the surface of metallic mercury such amines as hydroxylamine, hydrazine, and tetra-methylamine.

### REFERENCES

- [1] Gmelis Handbuch der Anorganischen chemie. **1936**. 23. Ammonium, B. s. 9. Gmelis Handbuch der Anorganischen chemie. **1962**. P.1006-1050.
- [2] Stromberg A.G., Konkova A.V. Method of determination of ammonium solubility in mercury. Journal of physical chemistry. **1968**. T.42.P.2063.
- [3] Syroeshkina T.V., Raimzhanova M.M., Erkasov R.Sh. About thermal decomposition of amalgams of ammonium and hydrazonium. Collection of works on chemistry. Alma-Ata: KazSU. **1970**. P.7.

- [4] Ostrovskaya S.E., Cventarnyi E.G., Durdin Ya.V. To charge of ammonium ion on mercury electrode. *Electrochemistry*. **1973**. T.9. P.995.
- [5] Mercialova V.E. Condition of electrolytic obtainment of ammonium amalgam and some its electrochemical properties. *Applied and theor. chemistry*. **1977**. P.119.
- [6] Gladyshev V.P., Zebreva A.I., Syroeshkina T.V., Raimzhanova M.M. Processes of interfacial exchange in the systems of ammonium amalgam – solutions of metals salts. *Proceedings of HEEs. Chemistry and chemical technology*. **1978**. T.21. P.1474.
- [7] Gladyshev V.P., Syroeshkina T.V. Electrochemistry of amalgams of onien radicals. Potentials and mechanism of ammonium amalgam decomposition. *Electrochemistry*. **1979**. T.40. P.1523.
- [8] C.J. Nyman, J.L. Ragle, P.F. Linde. Polarographic characteristics of ammonium ion and ammonia. *Anal. Chem.* **1960**. Vol.32. P.352.
- [9] R.J. Johnston, A.R. Ubbelohde. The formation of ammonium amalgam by electrolysis. *J. Chem. Soc.* **1951**. Vol.7. P.1731.
- [10] E.M. Rich, M.W. Travers. The constitution of ammonium amalgam. *J. Chem. Soc.* **1907**. Vol.29. P.844.
- [11] E. Kariv – Miller, G.K. Lehman, V. Svetlicic. Ammonium – mercury, electrogeneration and properties. *J. Elektroanal. Chem.* **1997**. Vol.423. P.87.
- [12] Kovaleva S.V., Gladyshev V.P. Formation of pseudometals hydrides amalgams at electrolysis with mercury catod. *Journal of general chemistry*. **1997**. T.67. P.342.
- [13] Gladyshev V.P., Kovaleva S.V., Chramcova N.A. determination of ammonium by method of inversion voltamperometry. *Journal of analytical chemistry*. **2001**. T.56. P.503.
- [14] M.J. Frisch, G.W. Trucks, H.B. Schlegel, P.M.W. Gill, B.G. Johnson, M.A. Robb, J.R. Cheeseman, T. Keith, G.A. Petersson, J.A. Montgomery, K. Raghavachari, M.A. Al-Laham, V. Zakrzewski, J.V. Ortiz, J.B. Foresman, J. Closowski, B.B. Stefanov, A. Nanayakkara, M. Challacombe, C.Y. Peng, P.Y. Ayala, W. Chen, M.W. Wong, J.L. Andress, E.S. Replogle, R. Gomperts, R.L. Martin, D.J. Fox, J.S. Binkley, D.J. Defress, J. Baker, J.P. Stewart, Head-Gordon, C. Gonzales, J.A. Pople. *Gaussian 98, Revision A; Gaussian, Inc: Pittsburg, PA*. **1998**.
- [15] M.N. Glukhovtsev, A. Pross, M.P. McGrath, L. Radom. *J. Chem. Phys.* **1995**. Vol.103. P.1878.
- [16] A.D. Becke. *J. Chem. Phys.* **1993**. Vol.98. P.5648.
- [17] C. Lee, W. Yang, R.G. Parr. *Phys. Rev. B*. **1988**. Vol.37. P.785.
- [18] L.A. Curtiss, K. Raghavachari, P.C. Redfern, J.A. Pople. *J. Chem. Phys.* **1997**. Vol.106. P.1063.
- [19] E.D. Glendening, A.E. Reed, J.E. Carpenter and F. Weinhold, NBO Version 3.1. ADF2004.01, SCM, Theoretical Chemistry, Vrije Universiteit, Amsterdam, The Netherlands, <http://www.scm.com>
- [20] G. te Velde, F.M. Bickelhaupt, T. Ziegler. *J. Comput. Chem.* **2001**. Vol.22. P.931.
- [21] J.P. Perdew, K. Burke, M. Ernzerhof. *Phys. Rev. Lett.* **1996**. Vol.77. P.3965.
- [22] E. van Lenthe, A.E. Ehlers, E.J. Baerends. *J. Chem. Phys.* **1999**. Vol.110. P.8943.
- [23] Bacanov S.S. Structural chemistry. Facts and dependences. *M.: Dialogue MSU*. **2000**. 292 p.
- [24] K. Nakamoto. Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds. 5<sup>th</sup> Edition. N. Y., John Wiley and Sons. **1997**. Vol.1. 384p.

## ТЫҒЫЗДЫҚ ФУНКЦИОНАЛЫ ТЕОРИЯСЫ НЕГІЗІНДЕ МЕТАЛЛ СЫНАП БЕТІНІҢ АММОНИЙ НЕГІЗДЕРІМЕН ӨЗАРА ӘСЕРІН ТАЛДАУ

О.Х. Полещук<sup>1</sup>, С.В. Ковалева<sup>2</sup>, М.Н. Ермаханов<sup>3</sup>, П.А. Саидахметов<sup>3</sup>,  
А.Б. Утелбаева<sup>3</sup>, М.А. Нуруллаев<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Томск ұлттық зерттеу политехникалық университеті, Томск, Ресей;

<sup>2</sup>Бейорганикалық химия кафедрасы, Томск мемлекеттік педагогикалық университет, Томск, Ресей;

<sup>3</sup>М.О. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қ.,  
Қазақстан Республикасы

**Түйін сөздер:** тығыздық функционалының теориясы, жалғанпотенциал, аммоний негіздері, металл сынап, байланыстың табиғи орбитальдары.

**Аннотация.** Амстердам тығыздық функционалы бағдарламасындағы GAUSSIAN 03 және TZ2P+ бағдарламалық пакетіндегі сынап атомына және басқа атомдарға арналған 6-311+G(d,p) жалған потенциалды базисті жиынын пайдаланып тығыздық функционалы әдісімен газдық фазадағы кейбір сынап құрамдас молекулаларының есептеулері жүргізілді. Аммоний катионы аммоний радикалына салыстырғанда металл сынап бетімен үлкен ықтималдықпен әсерлесетіндігі көрсетілген. Есептелген термиданикалық параметрлер гидроксилламин, гидразин және тетраметиламин сияқты аминдер металл сынап бетімен әсерлесуі мүмкін еместігін көрсетеді.

Поступила 16.05.2016 г.

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

Volume 3, Number 307 (2016), 23 – 30

УДК 541.1+530.145

**АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧЕТЫРЕХАТОМНОГО КЛАСТЕРА  
СЕРЕБРА С ПОВЕРХНОСТЬЮ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ МЕТОДАМИ  
ТЕОРИИ ФУНКЦИОНАЛА ПЛОТНОСТИ****О. Х. Полещук<sup>1</sup>, Т. И. Изаак<sup>2</sup>, Г.М. Адырбеков<sup>3</sup>, М.Н. Ермаханов<sup>3</sup>,  
П.А. Саидакхметов<sup>3</sup>, Р.Т. Абдраимов<sup>3</sup>**<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия;<sup>2</sup>Национально-исследовательский Томский государственный университет;<sup>3</sup>Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова, Шымкент, РК

**Ключевые слова:** теория функционала плотности, DGDZVP, диоксид кремния, металлическое серебро, натуральные орбитали связи.

**Аннотация.** Проведены расчеты некоторых серебро- и кремний содержащих молекул в газовой фазе методом функционала плотности с использованием полноэлектронного базисного набора DGDZVP в программном пакете GAUSSIAN'03 и TZ2P+ в программе Амстердамский функционал плотности. Показано, что диоксид кремния с большой вероятностью может взаимодействовать с кластером серебра. Рассчитанные рентгеноэлектронные уровни натуральных орбиталей связи указывают на существенное взаимодействие между разрыхляющими орбиталями атомов серебра.

UDC 541.1+530.145

**ANALYSIS OF THE INTERACTION OF FOUR-ATOM SILVER  
CLUSTER WITH SURFACE OF SILICON DIOXIDE  
BY DENSITY FUNCTIONAL THEORY METHODS****O.Kh. Poleshchuk, T.I. Izaak, G.M. Adyrbekova, Ermakhanov,  
P.A. Saidakhmetov, R.T. Abdraimov**<sup>1</sup>National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia;<sup>2</sup>National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia;<sup>3</sup>M.Auezov South Kazakhstan state University, Shymkent, Kazakhstan[poleshch@tspu.edu.ru](mailto:poleshch@tspu.edu.ru), [taina\\_i@mail.ru](mailto:taina_i@mail.ru), [adyrbekova.gulmira@mail.ru](mailto:adyrbekova.gulmira@mail.ru), [myrza1964@mail.ru](mailto:myrza1964@mail.ru),[timpf\\_ukgu@mail.ru](mailto:timpf_ukgu@mail.ru), [raha\\_ukgu@mail.ru](mailto:raha_ukgu@mail.ru)

**Keywords:** Density Functional Theory, ADF, silicon dioxide, metallic silver, natural orbital bond.

**Abstract.** The calculations of some silver- and silicon -containing molecules in the gas phase at the density functional method with using all-electron DGDZVP basis set in GAUSSIAN'03 software package and TZ2P+ basis set in Amsterdam density functional. It is shown that the silicon dioxide with a high probability can interact with the silver cluster. The calculated ESCA levels and natural orbital bond point to a significant interaction between the antibonding orbital of silver atoms.

**Introduction.** Composite materials consisting of silicon dioxide and deposited on its surface particles, clusters and ions of silver are actively researched for use as catalysts in CO afterburning effectively employed in low-temperature region and selective with respect to CO and hydrogen [1].

At present, it is known that the activity of these catalysts determined by the size of the silver particles [2] and the surface composition of the support [3] and the presence of redox-rehabilitation treatments [4].

Previously it has been suggested [5], that in the process of the latter, along with the silver particle redispersion [6], the interface layer is formed, which plays a role in the formation of active centers. So the study of the interaction of oxidized and reduced silver particles with a silicon dioxide surface defect quite true.

One of the most sensitive methods in this area is the X-ray photoelectron spectroscopy, and the fact of the presence of the interface layer was found with its help [5].

However, the small magnitude of the contribution of this layer to the overall signal generated by the photo-electron beam does not mainly from silver coated surface of the carrier and the array of silver particles on the surface does not permit reliable conclusions on its composition and electronic state of silver. Earlier calculations have been carried out for uncharged particles and silver clusters  $Ag_n$  ( $n = 1-4$ ), interacting with unbridged oxygen penny-set ( $\equiv Si-O\cdot$ , NBO-defects), as well as dangling bonds  $\equiv Si$ : dehydroxylated surface of  $SiO_2$ .

In [7, 8] it was concluded that the interaction of silver with clusters  $\equiv Si$ : there is a charge transfer in the cluster with the silicon atom, and a defect NBO - clusters on the oxide support. The energies of adsorption of silver clusters on the defects of silicon dioxide are calculated.

It was shown that surface defects can act as a trap of adsorbed silver atoms, diffusion preventing their surface, which is important for the interface layer, the nucleation of silver particles and possibly functioning of active centers.

In addition, in [9] it was calculated the interaction of copper clusters, which properties are quite close to the properties of silver, with a regular surface of silica and neutral oxygen vacancies ( $\equiv Si-Si\equiv$ ). It is shown that the active surface is not regular in relation to the copper clusters, and the activity decreases in the number of defects  $NBO > \equiv Si > \equiv Si-Si\equiv$ .

In [10] it is shown that the interaction of copper clusters with NBO-defect a significant shift due 2p-energy level of silicon about 0.6-1 eV is observed only at a small cluster size. For large copper clusters shift does not exceed 0.1 eV.

In [11] it was performed quantum chemical calculations of silver clusters models on hydroxylated silica surface in the oxidized and reduced forms and electronic spectra. In this case the calculated and experimental spectra containing silver in an oxidized form good matched. However, the calculation of the energy of interaction between oxidized forms of silver and surface defects in this work was not carried out.

In [12] it was first noted that the oxygen atoms of the silanol groups of silica involved in the formation of the intermediate in the oxidation of CO on platinum particles, and the hydrogen formed during the decay of the intermediate with platinum particles and is held constantly returned to the system.

Quantum-chemical modeling of reversible spillover hydrogen on zeolite-OH groups on the metal clusters, rhodium, iridium and gold deposited on the zeolite hydroxylated performed in [13].

One way to study the interactions between the silver clusters and the surface of the silicon dioxide are theoretical quantum chemical calculations using theory methods density functional (DFT).

Using a sufficiently accurate functional and basis set allows to receive adequate values of the physical parameters required. To investigate the above-mentioned features of these interactions can be used cluster models. Small cluster models have shown to be useful in the study of the adsorption of the individual components and provide a fairly accurate description of adsorbed structures, vibrations and energies of the physical and chemical adsorption [14-17].

Using DFT methods, the optimized structure of the four-atomic silver clusters, often used for the calculations, is essentially planar and rhombic

A number of researchers [18-20] have shown that the most optimal in terms of time and computer resources, methods to DFT calculations of systems containing atoms of elements of the fifth period (including silver), is a combination of three-parameter hybrid functional B3LYP with full-valence-split basis with the addition of polarization functions DGDZVP. This basic set of specially optimized for DFT calculations of compounds with heavy atoms.

In this article, we attempt to computer modeling of the interaction between the atomic and cluster silver and hydroxylated surface of silica, obtained structural, spectral and energy parameters of the complexes.

**Experimental part.** Calculations were performed using a standard software package GAUSSIAN 03 [21]. In order to optimize the geometry of the studied clusters it was used full-DGDZVP basis set,

designed specifically for the settlement of the density of the theory [22]. Calculations performed by the B3LYP hybrid density functional B3 exchange functional Becke [23] and functional correlation Lee, Yang and Parr (LYP) [24]. Currently, this method is generally accepted to describe the thermodynamic characteristics and the best agreement with the experimental values [25].

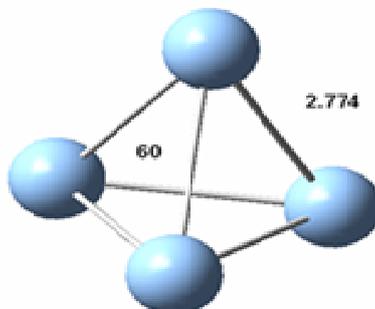


Fig. 1 – Optimized structure of silver cluster at B3LYP/DGDZVP level

The geometrical parameters of designed molecules and clusters are fully optimized; no imaginary vibrational frequencies confirmed their stationary character. Initial state of silver was a cluster in which atoms are arranged at the vertices of a tetrahedron (Fig. 1).

Dissociation energies of calculated compounds have been adjusted to reflect a zero vibrational energy (ZPVE) and reduced to standard conditions (298.15K, 1 atm) using thermal corrections to the enthalpy and free energy.

To describe the nature of the chemical bond approach utilized natural orbitals bond [26]. On the other hand, these compounds also have been studied using a program ADF (Amsterdam density functional theory) [27].

We used functional OPTX exchange [28], combined with PBE correlation functional [29] with the irreducible Slater triple dzeta + polarization basis set using the frozen-core approximation to the inner electrons.

Relativistic effects of heavy atoms have been accounted for using the regular zero-order approximation (ZORA) [30], which gives more realistic results than the widely used Pauli formalism in the Gaussian package. The effective charges on the atoms were evaluated in approximations Mulliken, Hirsch, Voronoy and multidipole charge analysis [27].

### Results and its discussion

To assess the "quality" of the calculations it is necessary to rely on some physical and chemical properties of these compounds, which are known sufficiently accurate experimental values. In the past we used as bond lengths, the frequency of stretching and deformation vibrations in the IR spectra and dissociation energies of some simple silver and silicon compounds.

$$R(\text{exp.}) = 0.13 + 0.903R(\text{cal.}) \quad r = 0.998; s = 0.03; n = 12 \quad (1)$$

In these and the following regression equations  $r$  - is the coefficient of correlation,  $s$  - standard deviation, and  $n$  - number of compounds included in the correlation. It should be noted that the silver diatomic molecules, silicon diatomic, trihydric and pentahydric compounds have been calculated.

A similar dependence was obtained somewhat well in the calculation of the same molecules in the program of the ADF (Figure 2b.):

$$R(\text{exp.}) = -0.03 + 1.01R(\text{cal.}) \quad r = 0.999; s = 0.02; n = 12 \quad (2)$$

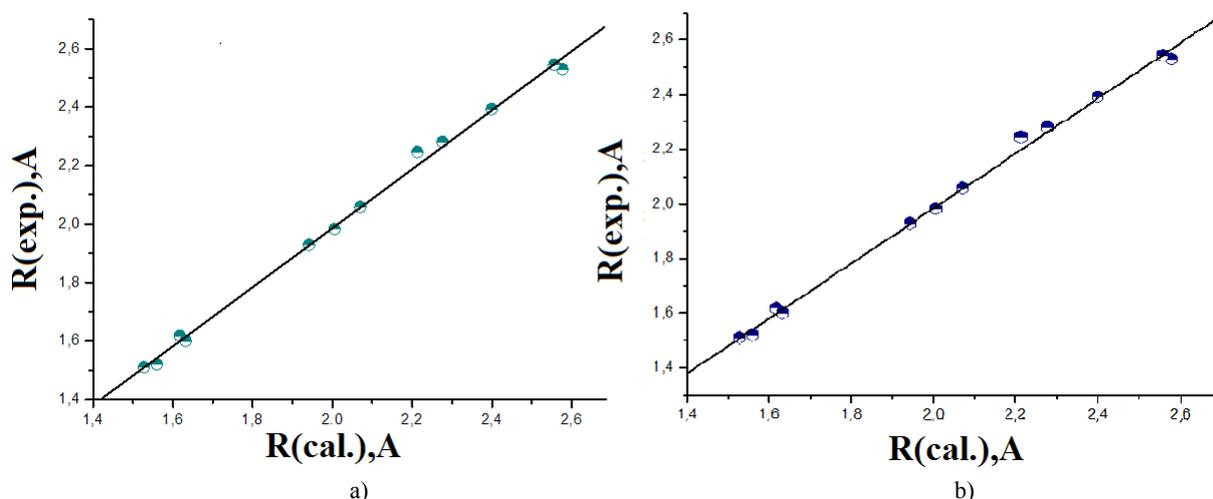


Fig. 2 – The relationship between the calculated and experimental bond lengths in certain compounds of silver and silicon in the approximation B3LYP / DGDZVP (a) and BP86TZ2P + (b)

Fig. 2a shows the correlation between the experimental [31] and calculated by B3LYP / DGDZVP bond lengths for some silver and silicon compounds:

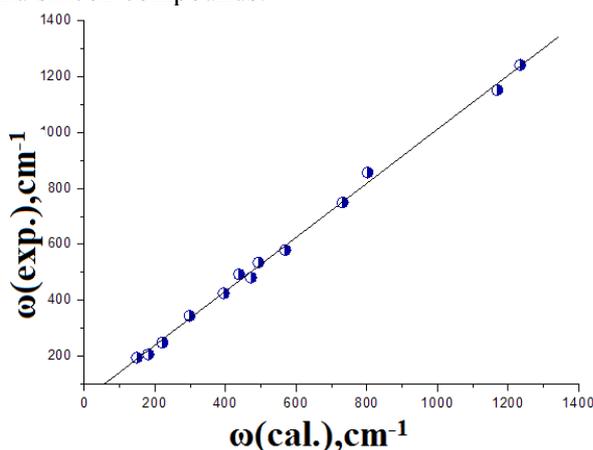


Fig. 3 – The relationship between the experimental and calculated vibrational frequencies in the IR spectrum of some silver and silicon compounds at B3LYP DGDZVP

Fig. 3 shows the linear correlation between the calculated at Gaussian program and experimental values of the frequencies of the stretching and bending vibrations in the IR spectra of some silver and silicon compounds [32] fine quality, which indicates that calculations correctly describe the vibrational transitions.

$$\omega(\text{exp.}) = 45.8 + 0.97\omega(\text{cal.}) \quad r = 0.999; \quad s = 18; \quad n = 13 \quad (3)$$

The good correlations between experimental and calculated bond lengths and vibrational frequencies, and the coefficients of  $R(\text{cal.})$  close to the unit, indicate a high reliability level used in the calculations.

The optimized structure of silver nitrides and silicon halides, hydrides, has allowed them to calculate the dissociation energy of both the used calculation methods: Gaussian (4) and ADF (5) (Figure 4a, b.).

$$\text{De}(\text{exp.}) = 113 + 0.55\text{De}(\text{cal.}) \quad r = 0.986; \quad s = 26; \quad n = 17 \quad (4)$$

$$\text{De}(\text{exp.}) = 59 + 0.63\text{De}(\text{cal.}) \quad r = 0.986; \quad s = 26; \quad n = 17 \quad (5)$$

The same correlation coefficients and standard deviations of both correlation equations show that the two methods of density functional theory can be obtained sufficiently reliable thermodynamic parameters. Besides this calculation of electronic absorption spectrum of  $\text{Ag}_4\text{Si}(\text{OH}_3)\text{O}^+$  system by B3LYP/DGDZVP (291 and 387 nm) and BP86TZ2P+ (298 and 360 nm) methods indicates a good

agreement with the experimental spectrum (294, 374-392 nm) [11].

Fig. 5 presents the optimized structure of the for-atom clusters of silver complex and silica on both levels of the theory.

It was established that the silver cluster has a tetrahedral structure. The length of the connection between adjacent atoms of Ag was 2.774 Å for values tetrahedral bond angles of 60°.

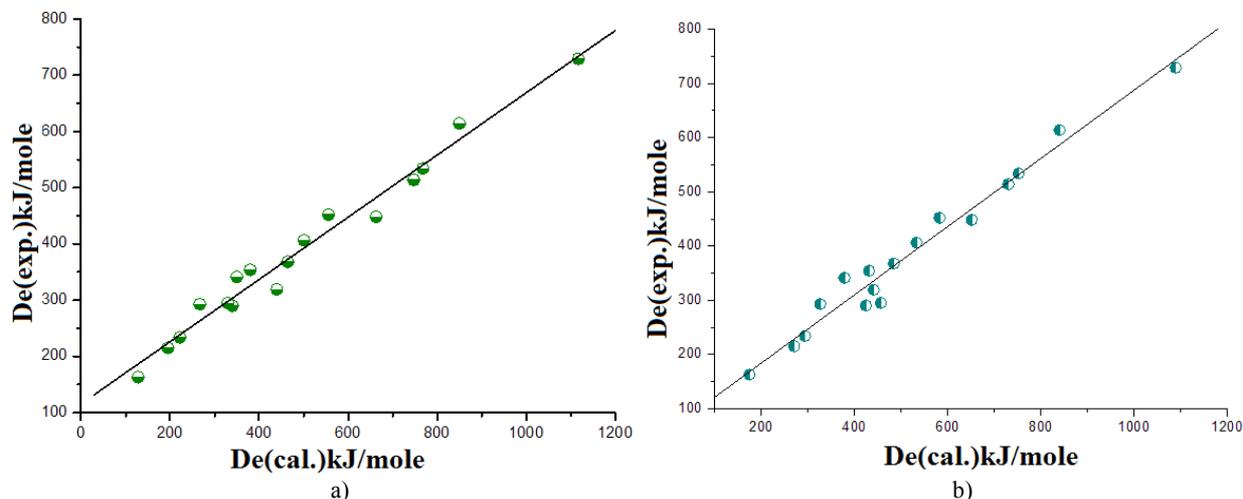


Fig. 4 – The relationship between the experimental and computational B3LYP/ DGDZVP (a) and BP86TZ2P + (b) methods of the dissociation energies of some silver and silicon compounds

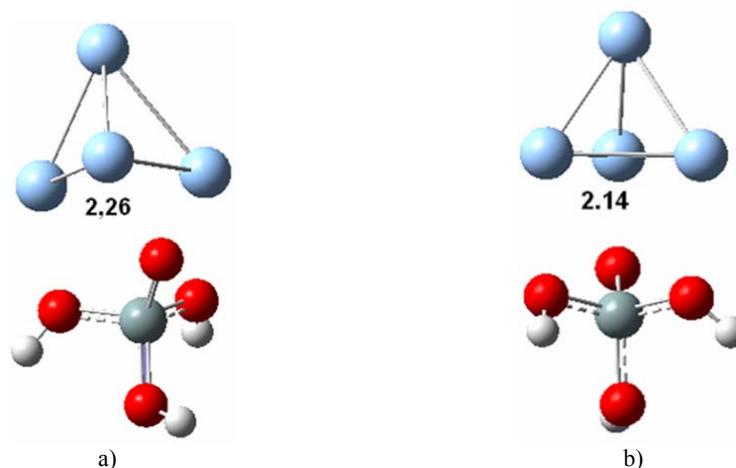


Fig. 5 – Optimized structure  $\text{Ag}_4\text{Si}(\text{OH})_3\text{O}^+$  B3LYP/DGDZVP (a) and BP86TZ2P+ (b) approximation

The resulting optimized bond length Ag-Ag are in agreement with the experimental and calculated results (for example, Ag-Ag distance of 2.889 Å [33], 2.838 Å [15], 2.66 Å [16]).

Some differences in the geometric parameters can be explained by a single positive charge used in this paper silver cluster.

When interacting with the silica surface of the bond lengths Ag-Ag increase somewhat and become unequal from 2.86 to 3.01 Å, and the distance from the nearest atom of silver to the coordinated oxygen atom is equal to 2.262 and 2.140 Å in different approximation that only a little more of the covalent bond length AgO (2.097 Å).

Changes in bond lengths Ag-Ag reflected in the internal energy levels Ag3d (Table. 1), which decreases with the coordination of the calculation of the two methods. This indicates the transfer of the electron density to the silver cluster.

Table 1 – Calculated internal energy levels (eV) in the approximations of natural orbitals (nbo), Mulliken (Mull) in the Gaussian programs and ADF (adf)

System	$E_{Ag}(nbo)$	$E_{Ag}(Mull)$	$E_{Ag}(adf)$	$E_{Si}(nbo)$	$E_{Si}(Mull)$	$E_{Si}(adf)$
$Ag_4^+$	376.2	376.4	365.7			
$Si(OH)_3O$				101.4	101.6	96.2
$Ag_4Si(OH)_3O^+$	375.4	375.6	365.5	103.9	104.1	98.5

Comparison between the calculated and experimental level values obtained by ESXA [34] (368 eV) leads to good agreement between them (1-3%) for silver clusters. Si2p energy level under the coordination increases in all approximations, which indicates the shift of the electron density from the silicon atoms in the coordination.

The redistribution of the electron density on the atoms on the basis of various approximations is given in Table. 2. It can be seen that regardless of the approach used in the evaluation of effective charges on the atoms, in coordination decreases the electron density on the atoms of silver and silicon.

Table 2 – Change in electron density at one atom in  $Ag_4Si(OH)_3O^+$ , calculated by the B3LYP/DGDZVP (a) and BP86/TZ2P+ (b)

Atom	$\Delta q_{Mulliken}(a)$	$\Delta NBO(a)$	$\Delta q_{Mulliken}(b)$	$\Delta q_{Hirsh}(b)$	$\Delta q_{Voronoy}(b)$
Ag	-0.121	-0.187	-0.114	-0.078	-0.068
O(коорд.)	0.422	0.740	0.301	0.172	0.222
Si	-0.119	-0.075	-0.005	-0.059	-0.003
O	0.082	0.044	0.065	0.025	0.026

The sign (-) corresponds to the decrease in the electron density

In the oxygen atom directly coordinating with silver clusters, the electron density increases significantly. Minimal increase in the electron density occurs at the oxygen atoms of the remaining OH groups. Apparently serves as a coordinating "bridge" oxygen atom for the transfer of electron density from the silver cluster and a central silicon atom to oxygen atoms.

A similar pattern was observed for the previously non-transition elements complexes with organic ligands [35]. From the point of view of the natural orbitals method of chemical bonding connection between the cluster of silver and silica is carried out by interaction between the anti-bonding silver lone electron pairs between its (Table 3).

This is also evidenced by the appearance of molecular occupied orbitals (HOMO) and lowest unoccupied (LUMO) (Fig. 6).

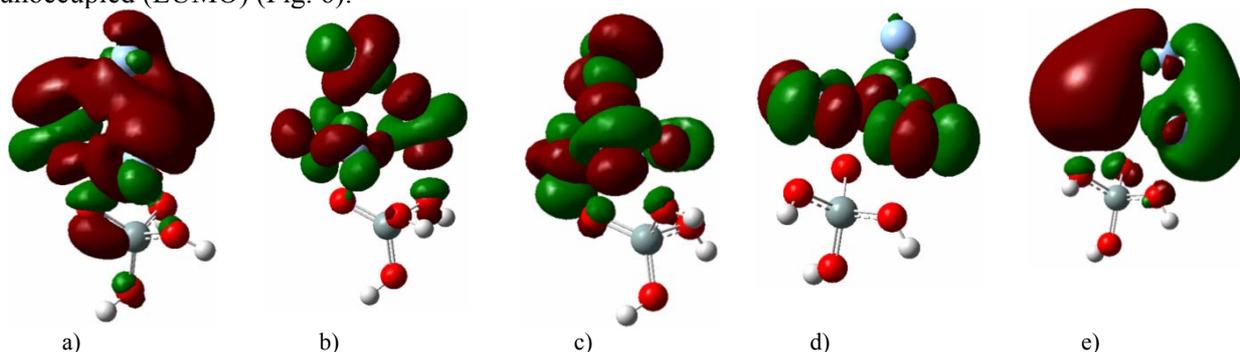


Fig. 6. Molecular orbitals of the  $Ag_4Si(OH)_3O^+$  complex: B3MO (a), B3MO-1 (b), B3MO-2 (c), B3MO-3 (d), HOMO (e)

The electron density in the HOMO of (a-d) and LUMO (e) belongs to the cluster mainly silver, it confirms that such interactions.

If the cluster  $Ag_4^+$  silver along with five electron lone pairs of d-type for each atom, there is only one pair of electrons anti-bonding s-type, in coordination appear four s-antibonding electron lone pairs of with an average population of 0.384e.

Table 3 – Analysis of donor-acceptor interaction of  $\text{Ag}_4\text{Si}(\text{OH})_3\text{O}^+$  system on the basis of the natural bond orbitals B3LYP/DGDZVP method

Orbital	Atom	Population, e	Hybridization	Interaction Between orbitals	The interaction energy, kcal/mol
$\sigma(\text{O}_5\text{-Si})$	O Si	1.982	$\text{sp}^{1.47}$ $\text{sp}^{2.40}$	$\text{LP}^*(\text{Ag}_1) \rightarrow \text{LP}^*(\text{Ag}_2)$	105
$\sigma(\text{O}_7\text{-Si})$	O Si	1.986	$\text{sp}^{1.77}$ $\text{sp}^{2.63}$	$\text{LP}^*(\text{Ag}_1) \rightarrow \text{LP}^*(\text{Ag}_3)$	50
$\sigma(\text{O}_9\text{-Si})$	O Si	1.984	$\text{sp}^{1.72}$ $\text{sp}^{3.43}$	$\text{LP}^*(\text{Ag}_4) \rightarrow \text{LP}^*(\text{Ag}_1)$	162
$\sigma(\text{O}_{11}\text{-Si})$	O Si	1.984	$\text{sp}^{1.73}$ $\text{sp}^{3.25}$	$\text{LP}^*(\text{Ag}_4) \rightarrow \text{LP}^*(\text{Ag}_2)$	85
$\text{LP}(\text{Ag})$	Ag	1.998	d		
$\text{LP}^*(\text{Ag})$	Ag	0.384	s		

It can be assumed, primarily on the basis of the reduction of internal energy levels  $\text{Ag}3d$ , that the coordination of the silver cluster it is certainly involved in the complex formation, but the electronic density of the substrate goes to antibonding orbitals, and does not affect the effective charges of the silver atoms.

In addition, a sufficient strength of the interaction between the cluster and silver silica indicate the thermodynamic parameters of the reaction, according to which the change of the Gibbs energy of -44 kcal/mol, and the change in the interaction energies calculated by ADF equals -65 kcal/mol, which is close enough to [36].

**Conclusions.** It is shown that the method used for calculating the density functional theory within GAUSSIAN and Amsterdam density functional program gives adequate results in predicting the geometric parameters, the IR spectra and dissociation energies of silver and silicon compounds.

1. The analysis of the bonding in  $\text{Ag}_4\text{Si}(\text{OH})_3\text{O}^+$  structure by the method of natural bond orbitals. It is shown that the formation of the connection between the cluster of silver and the substrate is determined by the interaction between a anti-bonding orbitals of silver atoms.

2. The possibility of a strong interaction between the surfaces of the silica with silver cluster was shown. The ESCA levels and thermodynamic parameters were calculated.

## REFERENCES

- [1] Z. Qu, M. Cheng, C. Shi, X. Bao. Effects of silver loading and pretreatment with reaction gas on CO selective oxidation in  $\text{H}_2$  over silver catalyst. *Chin. J. Catal.* **2002**. Vol.23. No.5. P.460-464.
- [2] X.D. Zhang, Z.P. Qu, X.Y. Li, M. Wen, X. Quan, D. Ma, J.J. Wu. Studies of silver species for low-temperature CO oxidation on  $\text{Ag}/\text{SiO}_2$  catalysts. *Sep. Purif. Technol.* **2010**. Vol.72. P.395-400.
- [3] D.S. Afanasev, O.A. Yakovina, N.I. Kuznetsova, A.S. Lisitsyn. High activity in CO oxidation of Ag nanoparticles supported on fumed silica. *Catal. Commun.* **2012**. Vol.22. P.43-47.
- [4] Z. Qu, M. Cheng, X. Dong, X. Bao. CO selective oxidation in  $\text{H}_2$ -rich gas over Ag nanoparticles - effect of oxygen treatment temperature on the activity of silver particles mechanically mixed with  $\text{SiO}_2$ . *Catal. Today.* **2004**. Vol.93-95. P.247-255.
- [5] L.S. Kibis, O.A. Stonkus, D.O. Martynova, T.I. Izaak, I.N. Lapin, V.A. Svetlichnyi, E.M. Slavinskaya, A.I. Boronin. Silver nanoparticles obtained by laser ablation as the active component of  $\text{Ag}/\text{SiO}_2$  catalysts for CO oxidation. *Reac. Kinet. Mech. Cat.* in press DOI 10.1007/s11144-013-0617-7.
- [6] Z. Qu, W. Huang, M. Cheng, X. Bao. Restructuring and redispersion of silver on  $\text{SiO}_2$  under oxidizing/reducing atmospheres and its activity toward CO oxidation. *J. Phys. Chem. B.* **2005**. Vol.109. No.33. P.15842-15848.
- [7] A.M. Shor, E.A. Ivanova-Shor, S.S. Laletina, V.A. Nasluzov, N. Rösch. Small silver clusters at paramagnetic defects of silica surfaces: A density functional embedded-cluster study. *Surf. Sci.* **2010**. Vol.604. P.1705-1712.
- [8] R.M. Ferullo, G.R. Garda, P.G. Bellelli, M.M. Branda, N.J. Castellani. Deposition of small Cu, Ag and Au particles on reduced  $\text{SiO}_2$ . *J. Mol. Struct.* **2006**. Vol.769. P.217-223.
- [9] N. Lopez, F. Illas, G. Pacchioni. Adsorption of Cu, Pd, and Cs atoms on regular and defect sites of the  $\text{SiO}_2$  surface. *J. Am. Chem. Soc.* **1999**. Vol.121. P.813-821.
- [10] N. Lopez, F. Illas. Ab initio theory of metal deposition on  $\text{SiO}_2$ . 1.  $\text{Cu}_n$  ( $n = 1-5$ ) clusters on nonbridging oxygen defects. *J. Phys. Chem. B.* **1999**. Vol.103. P.1712-1718.
- [11] Носач Л.В., Гребенюк А.Г., Воронин Е.Ф., Пахлов Е.М., Оранская Е.И. Строение и электронные спектры наночастиц серебра в композитах с высокодисперсным кремнезёмом. *Уч. зап. ТНУ им. Вернадского. Сер. Биология, химия.* **2011**. Т.24. №3. С.159-162.
- [12] A. Fukuoka, J. Kimura, T. Oshio, Y. Sakamoto, M. Ichikawa. Preferential oxidation of carbon monoxide catalyzed by platinum nanoparticles in mesoporous silica. *J. Am. Chem. Soc.* **2007**. Vol.129. P.10120-10125.

- [13] E. Ivanova-Shor, V. Nasluzov, A. Shor, G. Vayssilov, N. Rösch. Reverse hydrogen spillover onto zeolite-supported metal clusters: an embedded cluster density functional study of models  $M_6$  ( $M = \text{Rh, Ir, or Au}$ ). *J. Phys. Chem. C*. **2007**. Vol.111. P.12340-12351.
- [14] R.Poteau, J.-L.Heully, F.Spiegelmann. Structure, stability, and vibrational properties of small silver cluster. *Z. Phys. D*. **1997**. Vol.40. P.479-482.
- [15] Z. Tian, Z. Tang. Rapid experimental and theoretical studies of the interaction of silver cluster cations  $\text{Ag}_n^+$  ( $n=1-4$ ) with ethylene. *Commun. Mass Spectrom.* **2005**. Vol.19. P.2893-2904.
- [16] P.Weis, T.Bierweiler, S.Gilb, M.M.Kappes. Structures of small silver cluster cations ( $\text{Ag}_n^+$ ,  $n < 12$ ): ion mobility measurements versus density functional and MP2 calculations. *Chem. Phys. Letters*. **2002**. Vol.335. P.355-364.
- [17] E.M.Fernandez, M.B.Torres, L.C.Balbas. Density functional studies of noble metal clusters. Adsorption of  $\text{O}_2$  and CO on gold and silver clusters. *Recent Adv. Theory Chem. Phys. Syst.* **2006**. Vol.15. P.407-432.
- [18] V. Romanov, C.-K. Siu, U.H. Verkerk, H. Aribi, A.C. Hopkinson, K.W. Siu. Binding energies of the silver ion to alcohols and amides: A theoretical and experimental study. *J. Phys. Chem. A*. **2008**. Vol.112. No.43. P.10912-10920.
- [19] O.Kh. Poleshchuk, A.G. Yureva, V.D. Filimonov, G. Frenking. Study of a surface of the potential energy for processes of alkanes free-radical iodination by B3LYP/DGDZVP method. *J. Mol. Struct.: Theochem*. **2009**. Vol.912. P.67-72.
- [20] A. Kaczor, K. Malek, M. Baranska. Pyridine on colloidal silver. *J. Phys. Chem. C*. **2010**. Vol.114. P.3909-3917.
- [21] M.J. Frisch, G.W. Trucks, H.B. Schlegel, P.M. Gill, B.G. Johnson, M.A. Robb, J.R. Cheeseman, T. Keith, G.A. Petersson, J.A. Montgomery, K. Raghavachari, M.A. Al-Laham, V. Zakrzewski, J.V. Ortiz, J.B. Foresman, J. Cioslowski, B.B. Stefanov, A. Nanayakkara, M. Challacombe, C.Y. Peng, P.Y. Ayala, W. Chen, M.W. Wong, J.L. Andres, E.S. Replogle, R. Gomperts, R.L. Martin, D.J. Fox, J.S. Binkley, D.J. Defress, J. Baker, Stewart, J.P. Head-Gordon, C. Gonzales, J.A. Pople. *Gaussian, Inc: Pittsburg, PA*. **2003**.
- [22] M.N. Glukhovtsev, A. Pross, M.P. McGrath, L. Radom. Extension of Gaussian - 2 (G2) theory to bromine - and iodine - containing molecules: use of effective core potentials. *J. Chem. Phys.* **1995**. Vol.103. P.1878.
- [23] A.D. Becke. Density-functional thermochemistry. III. The role of exact exchange. *J. Chem. Phys.* **1993**. Vol.98. P.5648-5652.
- [24] C. Lee, W. Yang, R.G. Parr. Development of the Colle-Salvetti correlation energy formula into a functional of the electron density. *Phys. Rev. B*. **1988**. Vol.37. P.785-789.
- [25] L.A. Curtiss, K. Raghavachari, P.C. Redfern, J.A. Pople. Assessment of Gaussian-2 and density functional methods for the computation of enthalpies of formation. *J. Chem. Phys.* **1997**. Vol.106. P.1063.
- [26] E.D. Glendening, A.E. Reed, J.E. Carpenter, F. Weinhold. *NBO Version 3.1*.
- [27] ADF2004.01, SCM, Theoretical Chemistry, *Vrije Universiteit, Amsterdam, The Netherlands*, <http://www.scm.com>
- [28] G.Velde, F.M.Bickelhaupt, T.Ziegler. Chemistry with ADF. *J. Comput. Chem.* **2001**. Vol.22. P.931-967.
- [29] J.P.Perdew, K.Burke, M.Ernzerhof. Generalized gradient approximation made simple. *Phys. Rev. Lett.* **1996**. Vol.77. P.3865.
- [30] E.Lenthe, A.E.Ehlers, E.J.Baerends. Geometry optimizations in the zero order regular approximation for relativistic effects. *J. Chem. Phys.* **1999**. Vol.110. No.18. P.8943-8953.
- [31] Бацанов С.С. Структурная химия. Факты и зависимости. М.: Диалог МГУ. **2000**. 292с.
- [32] K.Nakamoto. Infrared and Raman spectra of inorganic and coordination compounds. 5<sup>th</sup> Edition. Vol.1. N.Y.: John Wiley and Sons. **1997**. 384p.
- [33] J. Robinson, D.P. Woodruff. The structure and bonding of carbonate on Ag(110): a density-functional theory study. *Surf. Sci.* **2004**. Vol.556. P.193-202.
- [34] Мартынова Д.О., Кибис Л.С., Стожков О.А., Водянкина О.В., Изаак Т.И., Славинская Е.М., Боронин А.И. Синтез и каталитическая активность блочных пористых композитов  $\text{Ag/SiO}_2$  в низкотемпературной реакции окисления СО. *Кинетика и катализ*. **2013**. Т.54. №4. С.519-523.
- [35] O.Kh. Poleshchuk, E.L. Shevchenko, V. Branchadell, M. Lein, G. Frenking. Energy analysis of the chemical bond in group IV and V complexes: A density functional theory study. *Int. J. Quantum Chem.* **2005**. Vol.101. P.86-877.
- [36] A.M. Shor, E.A. Ivanova-Shor, S.S. Laletina, V.A. Nasluzov, N. Rösch. Small silver clusters at paramagnetic defects of silica surfaces. A density functional embedded-cluster study. *Surf. Sci.* **2010**. Vol.604. P.1705-1712.

## ТЫҒЫЗДЫҚ ФУНКЦИОНАЛЫ ТЕОРИЯСЫ ӘДІСТЕРІМЕН КҮМІСТІҢ ТӨРТ АТОМДЫ КЛАСТЕРІНІҢ КРЕМНИЙ ДИОКСИДІНІҢ БЕТІМЕН ӨЗАРА ӘСЕРІН ТАЛДАУ

О.Х. Поleshchuk<sup>1</sup>, Т.И. Изаак<sup>2</sup>, Г.М. Адырбеков<sup>3</sup>, М.Н. Ермаханов<sup>3</sup>, П.А. Саидахметов<sup>3</sup>, Р.Т. Абдраимов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Томск ұлттық зерттеу политехникалық университеті, Томск, Ресей;

<sup>2</sup>Ұлттық зерттеу Томск мемлекеттік университеті;

<sup>3</sup>М.О. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қ., Қазақстан Республикасы

**Түйін сөздер:** тығыздық функционалы теориясы, DGDZVP, кремний диоксиді, металл күміс, байланыстың табиғи орбитальдары.

**Аннотация.** Амстердам тығыздық функционалы бағдарламасындағы GAUSSIAN'03 және TZ2P+ бағдарламалық пакетіндегі DGDZVP толық электронды базисті жиынын пайдаланып тығыздық функционалы әдісімен газдық фазадағы кейбір күміс- және кремний құрамдас молекулаларының есептеулері жүргізілді. Кремний диоксиді үлкен ықтималдықпен күміс кластерімен әсерлесетіндігі көрсетілген. Есептелген байланыстың табиғи орбитальдарының рентгеноэлектрондық деңгейлері күміс атомдарындағы ыдырату орбитальдарының арасында едәуір әрекеттесу бар екендігін көрсетті.

Поступила 16.05.2016 г.

**REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 2224-5227

Volume 3, Number 307 (2016), 31 – 35

UDC 622.7:01

**STRONG BASE OF SCIENTIFIC-INNOVATION SYSTEM****B.R. Rakishev**

Kazakh National Research Technical University named after K.I.Satpayev, Almaty, Kazakhstan  
[b.rakishev@mail.ru](mailto:b.rakishev@mail.ru)

**Keywords:** science and innovation system, research university producing innovative, high-tech, mining and metallurgical complex, resource-saving technologies.

**Abstract.** The President's message to the people of Kazakhstan in 2015 marked the general outlines of the socio-economic development of the country in the coming years. They can be reached through the implementation of three key actions: growth, reform and development. In this regard, the task set by the President of the Republic of Kazakhstan to provide an annual growth rate of 5% of the economy; increase exports of processed goods is not less than 2 times compared to 2015, to increase the annual volume of investment in the economy more than \$ 10 billion; increase productivity by 2 times.

The letter also stresses the importance of enhancing the innovative potential of Kazakhstan's economy, the need to develop competence in the field of smart technologies, artificial intelligence, integration of cyber physics systems. It is noted that it can only be done through the creation of an efficient research and innovation systems. Its foundation will be strong research universities and innovation clusters [1].

The prototype of a research and innovation system is the recently created on the initiative of the President of Kazakhstan N.A. Nazarbayev NCO "Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev" uniting KazNTU. K.I.Satpaev, research institutions holding "Parasat" and Kazakh-British Technical University.

УДК 622.7:01

**МОЩНАЯ БАЗА НАУЧНО-ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ****Б.Р. Ракишев**

Казахский национальный исследовательский технический университете им.К.И.Сатпаева, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** научно-инновационная система, исследовательский университет, инновационное производство, высокие технологии, горно-металлургический комплекс, ресурсосберегающие технологии.

**Аннотация.** В Послании Главы государства народу Казахстана 2015 года обозначены общие контуры социально- экономического развития страны на ближайшие годы. Они могут быть достигнуты за счет осуществления трех ключевых действий : роста, реформ и развития. В этой связи Президентом РК поставлена задача обеспечить ежегодный рост экономики на уровне 5 %; увеличить экспорт обработанных товаров не менее чем в 2 раза по сравнению с 2015 годом, увеличить ежегодный объем инвестиций в экономику более чем на 10 миллиардов долларов; увеличить производительность труда в 2 раза.

В Послании также подчеркивается важность повышения инновационного потенциала казахстанской экономики, необходимость развития компетенции в сфере смарт- технологий, искусственного интеллекта, интеграции киберфизических систем. Отмечено, что это можно сделать только через построение эффективной научно-инновационной системы. Ее основой будут мощные исследовательские университеты и инновационные кластеры [1].

Прообразом такой научно-инновационной системы может служить недавно созданное по инициативе Президента РК Н.А. Назарбаева НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева», объединившее КазНТУ им. К.И.Сатпаева, научно-исследовательские институты холдинга «Парасат» и Казахстанско-Британский технический университет.

**Миссия КазНТУ им.К.И.Сатпаева в новом формате.** После присоединения к Казахскому национальному исследовательскому техническому университету им. К.И.Сатпаева научно-

исследовательских институтов холдинга «Парасат» и Казахстанско-Британского технического университета он стал самым крупным научным и образовательным центром Казахстана. В его составе, кроме образовательных подразделений, - два крупных отделения бывшей Академии наук республики. Это отделение наук о Земле с подразделениями: Институт геологических наук им. К.И.Сатпаева, Институт гидрогеологии и геоэкология им.У.М. Ахметсафина, Институт географии, Институт металлургии и обогащения, Институт сейсмологии, Алтайский геолого-экологический институт. Отделение химико-технологических наук с подразделениями: Институт химических наук им.А.Б.Бектурова, Институт органического катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского, Физико-технический институт. Такое объединение вузов и НИИ привело к увеличению научно-педагогического потенциала, так докторов наук стало более 300 человек, кандидатов наук около 800, докторов PhD – 60, магистров -400.Расширена материально техническая база университета, что дает возможность проводить совместные исследования по научным проектам и долгосрочным целевым программам и эффективно осуществлять их коммерциализацию.

После проведенного преобразования в КазННТУ им.К.И.Сатпаева будут реализовываться: принцип «обучение через исследование и инновационные производства»; полифункциональность (обучение, исследование, инновационное производство); преимущественная подготовка магистров и докторов PhD (до 40 %);развитие приоритетных направлений науки, высоких технологий и инноваций в экономике; многовекторное финансирование; создание малого, среднего бизнеса на основе отлаженных механизмов коммерциализации научных разработок в технопарках, стартап компаниях, конструкторских бюро.

КазННТУ им.К.И.Сатпаева в новом формате должен стать флагманом высшего технического образования страны и международно признанным центром науки и развития компетенций с высокими научными достижениями и выпускниками, востребованными на рынке труда. Главная миссия университета – генерирование новых знаний в области науки, техники и технологий; подготовка специалистов с высокой степенью профессиональной компетентности, повышение качества человеческого капитала; создание высоких технологий, научное обеспечение инноваций и коммерциализация результатов НИР в приоритетных секторах экономики, разработка, апробирование и тиражирование современных образовательных стандартов и научно-методических разработок, которые будут положены в основу национальной системы технического образования РК.

Обеспечение качественного высшего и послевузовского образования путем интеграции учебного процесса и научных исследований предполагает их взаимодействие в рамках научно-технических программ, научных и инновационных грантов, реализацию полного инновационного цикла от исследования до внедрения результатов научных работ в производство с широким участием студентов и докторантов.

**Уровень научных разработок университета.** КазННТУ им.К.И.Сатпаева имеет богатый опыт в подготовке высококвалифицированных специалистов для экономики республики. Выпускники университета и ныне занимают высокие государственные, общественные и руководящие должности. Среди них три министра РК, три акима области, десятки депутатов парламента, вице-президенты Евразийской группы, АО «Казахмыс», «Казцинк», «Казмунайгаз» и др. Многие ведущие специалисты всех крупных компаний, работающих в Казахстане, являются выпускниками КазННТУ им. К.И. Сатпаева.

О научных достижениях и мировом уровне исследований ученых свидетельствует присуждение Ленинской премии 1958 года группе геологов республики во главе с академиком АН СССР Канышом Имантаевичем Сатпаевым за работу «Создание на структурно- геологической основе прогнозно- металлогенической карты Центрального Казахстана», присуждение Ленинской премии 1961 года группе горняков во главе с членом-корреспондентов АН КазССР Алиханом Чужебаевичем Мусином за работу «Разработка и внедрение на рудниках Лениногорского, Зырянковского и Текелийского комбинатов системы принудительного блокового обрушения [2].

Учеными металлургами Казахстана еще в первой половине XX века были созданы научные основы и пионерные технологии получения различных металлов, в том числе редких элементов из комплексного минерального сырья. Благодаря усилиям ученых -геологов, горняков, металлургов и производственников нового поколения это направление получило сильное развитие в наших стране.

Разработки ученых КазННТУ им. К.И.Сатпаева широко применяются во всех отраслях промышленности. В частности, на предприятиях горно-металлургического комплекса (ГМК) Казахстана внедрены прогрессивные, энерго- и ресурсосберегающие технологии добычи и переработки минерального сырья. Благодаря этому ГМК оказывает большое влияние на формирование макроэкономических показателей страны. На долю отрасли приходится 13% ВВП,

23% - в общем промышленном производстве, 48% - в производстве продукции обрабатывающей промышленности, 20% - в экспорте страны [3].

Горно-металлургический комплекс по определению является базой всей тяжелой индустрии, включая смарт-технологии и киберфизические системы. Переход к использованию высоких технологий и соответствующих им технических средств является важнейшим звеном научно-технической революции на современном этапе. К высоким технологиям обычно относят самые наукоемкие отрасли промышленности. Это – электроника, робототехника, самолётостроение, ракетостроение, космическая техника, программное обеспечение, нанотехнологии, атомная, солнечная и водородная энергетика, биотехнологии, геновая инженерия и экологически чистые технологии во всех отраслях экономики [4]. Смарт- технологии основаны на использовании цветных, благородных, редких и редкоземельных металлов (РЗМ). В мире высоких технологии широкое применение нашли следующие РЗМ: индий, тантан, скандий, платина, рений, палладий, осмий, селен, теллур, кобальт, кадмий и др .

Все эти элементы, как правило, являются сопутствующими базовых металлов и в приемлемом количестве содержатся в рудах всех месторождений твердых полезных ископаемых Казахстана. Урановые, угольные и нефте- газовые месторождения Казахстана также содержат большое количество редкоземельных элементов. Поэтому республика имеет все шансы стать одним из мировых лидеров в экспорте РЗМ.

Все возрастающий спрос на продукцию предприятия горно- металлургического комплекса актуализирует вопрос об ускорении научных работ, направленных на разработку и внедрение новых технологий, процессов и технических средств, обеспечивающих более полное извлечение в товарный продукт всех полезных компонентов, содержащихся в минеральном сырье. Становится очевидной чрезвычайная важность глубокой переработки продукции ГМК, создания высокотехнологических и наукоемких производств получения продукции более высокой товарной готовности, увеличения ее ассортимента, производства товаров с высокой добавленной стоимостью, в том числе новых видов конструкционных, композитных и других материалов [5].

**Приоритетные задачи в области горных наук.** Казахский национальный исследовательский технический университет им.К.И.Сатпаева обладает высоким интеллектуальным потенциалом и может инициировать новые знания во многих отраслях науки. Поскольку сферы приложения усилий ученых огромны: от изучения элементарных частиц вещества, закономерностей их размещения в недрах земли до строительства, эксплуатации крупных объектов по переработке минерального сырья (руды, угля, урана, нефти, строительных пород) с получением из него готовых изделий, мы отметим лишь некоторые приоритеты в области горных наук. Это [6,7] :

- создание научных основ технологий полного и комплексного использования природных ресурсов;

- создание новых функциональных и экономических структур, обеспечивающих наивысшую эффективность преобразования природных ресурсов;

- разработка научных основ инновационных ресурсосберегающих, безопасных и экологически чистых технологий и оборудования для оптимального функционирования и устойчивого развития горно-металлургического и топливно-энергетического комплексов РК;

- изучение закономерностей формирования и осуществления ресурсовоспроизводящих функций горного производства, создание теоретической базы технологий и технических средств для изменения состояния недр, свойств минеральных сред и качества ресурсов Земли при комплексном экологически безопасном освоении;

- создание теории и методологии равновесного (экологически сбалансированного) природопользования при освоении недр;

- развитие информационных технологий и создание автоматизированных систем поддержки решений в области освоения и сохранения недр.

Перечисленные направления исследования предусматривают:

- создание эффективных, экологически чистых и безопасных технологий освоения природных и техногенных месторождений полезных ископаемых;

- прогноз и управление геомеханическими процессами при открытой и подземной добыче твердых полезных ископаемых;

- разработку новых технологий для комплексного использования минерального сырья с целью извлечения всех полезных компонентов;

- разработку автоматизированных систем управления технологическими процессами на рудниках, карьерах, а также при планировании и проектировании горных работ;

- создание нового поколения технологических средств системной механизации и роботизации

подземных и открытых горных работ;

- разработку принципов, теории, методологии и новых методов проектирования и планирования экологически безопасного (сбалансированного) освоения недр Земли с целенаправленным воссозданием в новом функциональном назначении.

- апробацию и промышленное внедрение физико-технических, физико-химических способов добычи как самостоятельно, так и в разных сочетаниях;

- промышленное внедрение метода скважинной гидродобычи различных видов полезных ископаемых; применение методов подземного выщелачивания для бедных руд меди, урана, а также метода подземной газификации углей;

- широкое внедрение малоотходных, ресурсосберегающих и ресурсовоспроизводящих производств.

Малоотходные технологии обеспечивают наиболее полное использование различных отходов при освоении недр (в том числе для получения дополнительной продукции, засыпки карьеров, рудников и др.), сокращение до минимума выбросов вредных пылегазовых веществ в атмосферу воздуха и сброса карьерных и рудничных вод в близлежащие и отдаленные водоемы, уменьшение изъятия ценных земель для размещения отвалов и хвостохранилищ.

Ресурсосберегающие технологии позволяют экономить минеральные ресурсы при одновременном снижении трудовых затрат, энергетических и материальных ресурсов, сохранять и восстанавливать ландшафты, режим поверхностных и подземных вод, обеспечивать рекультивацию нарушенных земель и трансплантацию ценных видов растительности. При этом ресурсосбережение обеспечивается за счет повышения полноты выемки и комплексности извлечения из недр основных и попутных полезных ископаемых и применения комплекса существенно различных способов добычи (например, открытой разработки основной части месторождения с выщелачиванием через скважины полезных компонентов из глубокозалегающих маломощных или бедных его частей).

Изменение условий залегания георесурсов является наиболее распространенной ресурсовоспроизводящей функцией, а изменение их расположения относительно земной поверхности обычно происходит при формировании техногенных месторождений. Ресурсовоспроизводство изменением агрегатного состояния и качества минеральных образований возможно как в процессе их предварительной подготовки к освоению, так и в процессе их складирования (усреднением или использованием эффекта сегрегации и др.) и хранения (физическими, химическими и другими методами активного воздействия). При продолжительном ведении горных работ выработанное пространство может либо оставаться потенциальным ресурсом, либо может быть переведено в реальный ресурс путем изменения порядка разработки месторождения на ранних этапах его освоения.

### **Выводы.**

1. После присоединения к Казахскому национальному исследовательскому техническому университету им. К.И.Сатпаева научно-исследовательских институтов холдинга «Парасат» и Казахстанско-Британского технического университета он стал самым крупным научным и образовательным центром Казахстана и мощной базой научно-инновационной системы в республике.

2. В КазНИТУ им.К.И.Сатпаева будут реализовываться: принцип «обучение через исследование и инновационные производства»; полифункциональность (обучение, исследование, инновационное производство); преимущественная подготовка магистров и докторов PhD (до 40 %); развитие приоритетных направлений науки, высоких технологий и инноваций в экономике; многовекторное финансирование; коммерциализация научных разработок.

3. Главная миссия университета – генерирование новых знаний в области науки, техники и технологий; подготовка специалистов с высокой степенью профессиональной компетентности, создание высоких технологий, научное обеспечение инноваций и коммерциализация результатов НИР в приоритетных секторах экономики.

4. Разработки ученых КазНИТУ им. К.И.Сатпаева широко применяются во всех отраслях промышленности. В частности, на предприятиях горно-металлургического комплекса Казахстана внедрены прогрессивные, энерго- и ресурсосберегающие технологии добычи и переработки минерального сырья. Благодаря этому ГКМ оказывает большое влияние на формирование макроэкономических показателей страны.

5. Всевозрастающий спрос на продукцию предприятий ГКМ актуализирует вопрос об ускорении научных работ, направленных на разработку и внедрение новых технологий, процессов и технических средств, обеспечивающих более полное извлечение в товарный продукт всех

полезных компонентов, содержащихся в минеральном сырье.

6. Приоритетные задачи в области горных наук:

- создание научных основ технологий полного и комплексного использования природных ресурсов;
  - разработка научных основ инновационных ресурсосберегающих, безопасных и экологически чистых технологий и оборудования для оптимального функционирования и устойчивого развития горно-металлургического и топливно-энергетического комплексов РК;
  - развитие информационных технологий и создание автоматизированных систем поддержки решений в области освоения и охраны недр;
- создание нового поколения технологических средств системной механизации и роботизации подземных и открытых горных работ.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Послание Президента РК народу Казахстана. “Казахстанская правда”.-1декабря. 2015.№ 230(28106) .
- [2] Академия наук Республики Казахстан: энциклопедический справочник. -Алматы НАН РК. 2006.-360с.
- [3] Rakishev B.R. Scientific and technical providing of boosting development of Kazakhstan mining industry / Proceedings of the 22nd world mining congress. - Istanbul, Turkish, 2011. - P.81-86
- [4] Каблов Е.Н.,Оспенникова О.Г., Вершков А.В. Редкие металлы и редкоземельные элементы-материалы современных и высокой технологий будущего// Труды ВИАМ.-2013,№2,С.3-8.
- [5] Ракишев Б.Р. Природный и научно-технический потенциал производства редких, редкоземельных металлов. Абишевские чтения-2016 «Инновации в комплексной переработке минерального сырья».-Алматы,-2016. С.32-38.
- [6] Комплексное освоение недр земли: Новые методы разработки и обогащения многокомпонентных руд и углей в условиях кризиса. Под научной редакцией академика РАН К.Н. Трубецкого. Москва, УРАН ИПКОН РАН, 2011. –275с.
- [7] Ракишев Б.Р. Приоритетные направления развития горных наук в Казахстане. Горный журнал Казахстана, - Алматы, -2013. - №1. –С.14-18.

#### REFERENCES

- [1] Message of the President to the people of Kazakhstan.“Kazakhstanskaya pravda”.- December 1<sup>st</sup>.2015. № 230(28106) .
- [2] Scientific academy of sciences of Kazakhstan: encyclopedic textbook.-Almaty NSA RK. 2006.-360с.
- [3] Rakishev B.R. Scientific and technical providing of boosting development of Kazakhstan mining industry / Proceedings of the 22nd world mining congress. - Istanbul, Turkish, 2011. - P.81-86
- [4] Kablov E.N.,Ospennikova O.G., Vershikov A.V. Rare metals and rare field element-materials of modern and high technologies of future// WORKS VIAM.-2013,№2,p.3-8.
- [5] Rakishev B.R. Natural and scientific-technic potential of mining rare, rare field metals. Abishev readings-2016 «Innovations in complex mining of merials».-2016. p.32-38.
- [6] Complex ore mining: New methods of mining and enriching multi component Hores and coals in crisis. Scientific edition of academician RAN K.N.Trubetskoï. Moscow, URAN ИПКОН РАН, 2011. –275p.
- [7] Rakishev B.R. Priority directions of mining sciences development in Kazakhstan. Mining journal of Kazakhstan, - Almaty, -2013. - №1. –p.14-18.

### ҒЫЛЫМИ-ИННОВАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ҚУАТТЫ НЕГІЗІ

**Б.Р. Ракишев**

Қ.И. Сатпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы,Қазақстан

**Түйін сөздер:** ғылыми - инновациялық жүйе, зерттеу университеті, инновациялық өндіріс, жоғары технология, тау-кен металлургия кешені, ресурс сақтау технологиясы.

**Аннотация.** Мемлекет Басшысының 2015 жылғы Қазақстан халқына Жолдауында еліміздің әлеуметтік экономикалық өсу көрсеткіштері белгіленген. Оларды жүзеге асырудың үш негізгі іс-әрекеті бар, олар: өсу, реформа және даму. Осыған байланысты ҚР Президенті экономиканың жыл сайынғы 5% деңгейге өсуі қамтамасыз ету міндеті жүктелген; 2015 жылмен салыстырғанда өңделген тауарлар экспортын кем дегенде екі есеге өсіру, жыл сайынғы экономикалық инвестиция көлемі 10 миллиард долларға жеткізуі; еңбек өнімділігі екі есе өсіру жүктелген.

Жолдауда Қазақстан экономикасының инновациялық әлеуетін артыру қажеттілігі көрсетілген, смарт-технологиялар, жасанды интеллект, киберфизикалық жүйелер интеграциялар саласындағы іскерлікті дамыту көзделінген. Бұл шараларды тиімді тек ғылыми-инновациялық жүйелер арқылы жүзеге асыруға болатыны айтылған . Оның негізі қуатты ғылыми-зерттеу университеттері мен инновациялық кластерлер болады [1].

Мұндай ғылыми-инновациялық негіз ретінде ҚР президенті Н.А. Назарбаевтың бастамасы бойынша құрылған Қ.И. Сәтпаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университетін қарастыруға болады. Ол ҚазҰТУ, "Парасат" холдингінің ғылыми зерттеу институттары мен Қазақстан-Британ техникалық университетін қосу арқылы ұйымдасқан.

*Поступила 16.05.2016 г.*

UDC 622.691.33

**STUDY OF INFLUENCE OF STRUCTURAL-TECTONIC FEATURES  
AND PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF ROCKS  
ON THE STABILITY WITH TAKING INTO ACCOUNT  
THE FACTOR OF TIMES AND MASS EXPLOSION**

**H.M. Kassymkanova, G.K.Jangulova, B.K. Bektur, V.B. Turekhanova, S. Bular.**

Al-Farabi Kazakh National university, Almaty, Kazakhstan

E-mail: [khaini\\_kamal@mail.ru](mailto:khaini_kamal@mail.ru), [gulnar\\_zan@mail.ru](mailto:gulnar_zan@mail.ru)

**Keywords:** Mining, disturbance of the massif, man-made collapse, dust suppression, quarry, rock mass, stability, strengthening weakened areas, fractured rock, complex mining and geological conditions, geomechanical state of the array.

**Abstract.** This article discusses the impact of structural and tectonic characteristics and the physical and mechanical properties of rocks on the slope stability, taking into account the time factor and massive explosions. Questions about the impact of blasting on the stability of pit walls and ledges stacked rock and semi fractured rocks, which offered partial solutions. Methods of blasting in quarries greatly affect the strength, and hence the stability of rocks. Collapse of the individual benches, and sometimes groups of ledges, in many cases is due to the fact that the approach to the limit circuit is not observed by anti-deformational blasting mode. The action of the detonation wave propagates surface, causing the resilient and permanent deformation, the voltage in some areas, especially in places of their concentration reaches a significant magnitude greater than the tensile strength of rock, which causes irreversible deformation and destruction of the ledges. The studies revealed that at the approach of drilling and blasting to the project outline career, in order to avoid deformation processes in the quarry slopes, which have already been delivered in the design position, for further safety mining in the underlying horizons for their adjustments need to explore the mountain for its internal disturbance.

УДК 622.691.33

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКИХ  
ОСОБЕННОСТЕЙ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
ГОРНЫХ ПОРОД НА УСТОЙЧИВОСТЬ ОТКОСОВ  
С УЧЁТОМ ФАКТОРА ВРЕМЕНИ И МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ**

**Н.М. Касымканова, Г.К. Джангулова, Б.К. Бектур, В.Б. Туреханова, С. Булар**

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** разработка месторождений, нарушенность горного массива, техногенные обрушения, пылеподавление, карьер, массив горных пород, устойчивость, укрепление, ослабленные участки, трещиноватые породы, горнотехнические, горно – геологические условия, геомеханическое состояние массива.

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы влияния структурно-тектонических особенностей и физико-механических свойств горных пород на устойчивость откосов с учётом фактора времени и массовых взрывов. Вопросы о влиянии буровзрывных работ на устойчивость уступов и бортов карьеров, сложенных скальным и полускальными трещиноватыми породами, в которых предлагаются частные решения.

Способы ведения взрывных работ на карьерах в значительной мере влияют на прочность, а следовательно, и на устойчивость пород. Обрушение отдельных уступов, а иногда и групп уступов, во многих случаях вызвано тем, что при подходе к предельному контуру не соблюдался противодеформационный режим взрывных работ. Действие взрывной волны распространяется по поверхности, вызывая упругие и остаточные деформации, при этом напряжение по отдельным направлениям, в особенности в местах их концентрации, достигают значительной величины, превышающей предел прочности пород, что вызывает необратимую деформацию уступов и их разрушение.

В результате исследований выявлено, что при подходе буровзрывных работ к проектному контуру карьера, в целях исключения деформационных процессов на карьерных откосах, которые уже поставлены в проектное положение, для дальнейшего безопасного ведения горных работ на нижележащих горизонтах, для их корректировки нужно исследовать горный массив на предмет его внутренней нарушенности.

**Введение.** В настоящее время удельный вес открытого способа разработки месторождений полезных ископаемых (75% общей мировой добычи полезных ископаемых) свидетельствует о сохранении этого генерального направления развития горнодобывающих отраслей промышленности для обеспечения топливом и минеральным сырьем.

За рубежом при помощи открытой разработки добывается примерно 30% угля, около 75% железных руд, до 80% руд цветных металлов, свыше 90% неметаллических полезных ископаемых (асбест, графит, каолин, слюда, тальк), почти 100% нерудных строительных материалов.

Для современного этапа развития открытых разработок месторождений полезных ископаемых характерны: увеличение глубины карьеров, сроков службы откосов уступов и бортов карьеров, рост объемов вскрыши, интенсификация и концентрация горных работ, сложность инженерных, геологических и гидрогеологических условий разработки месторождений, низкое содержание полезных компонентов в руде. Свыше 70% карьеров имеют глубину свыше 200 м, многие карьеры отрабатывают горизонты 400 – 500 м от земной поверхности, а проектные глубины достигают 700 и более метров. С целью повышения эффективности и полноты отработки месторождения, улучшения технико-экономических показателей работы предприятия, обеспечения безопасности ведения горных работ в карьере требуется надежное обеспечение устойчивости карьерных откосов. При этом основной задачей является определение оптимальных параметров откосов, обеспечивающих их длительную устойчивость при минимальных объемах вскрышных работ.

Однако, несмотря на достигнутые при выполнении многочисленных исследований успехи и предпринимаемые при этом значительные усилия, проблема обеспечения устойчивости карьерных откосов, изучена еще далеко недостаточно полно и требует дальнейшей разработки и совершенствования многих входящих в нее вопросов.

В данной статье рассматриваются вопросы влияния структурно-тектонических особенностей и физико-механических свойств горных пород на устойчивость откосов с учётом фактора времени и массовых взрывов. Вопросы о влиянии буровзрывных работ на устойчивость уступов и бортов карьеров, сложенных скальным и полускальными трещиноватыми породами, в которых предлагаются частные решения.

**Методы исследования.** Эффективность открытого способа разработки месторождений полезных ископаемых можно существенно повысить за счет применения инженерных способов управления, который в свою очередь обеспечивается путем получения достоверной информации о состоянии прибортового массива [1-3].

Поэтому проблема обеспечения устойчивости карьерных откосов является важным, особенно для скальных и полускальных трещиноватых массивов, так как при высокой прочности отдельных монолитных блоков наличие в массивах поверхностей ослабления в виде трещин отдельности большого протяжения, поверхностей смесителей тектонических нарушений, контактов слоистых пород резко ухудшает устойчивое состояние откосов.

Из многих факторов, влияющих на устойчивость откосов с вмещающими скальными и полускальными породами, можно выделить три основных фактора, требующих обязательного учёта при исследовании геомеханических процессов:

- 1) структурно-тектонические особенности горного массива;
- 2) физико-механические свойства горных пород;
- 3) исследование влияния фактора времени и влияния массовых взрывов на устойчивость

откосов.

Из вышеперечисленных первые два фактора являются природными, присущими конкретному массиву, их можно только учитывать при расчетах устойчивости откосов. Третий же фактор является техногенным, и должен быть управляем при решении проблемы обеспечения устойчивости карьерных откосов. Все остальные факторы имеют подчинённое значение и могут быть учтены в расчётах через коэффициент запаса устойчивости.

Обеспечение устойчивости откосов и уступов карьеров является комплексной задачей, решение которой должно включать не только определение параметров устойчивых откосов, но и управление ими для достижения лучших экономических результатов и природных ресурсов.

На рисунке 1 приведена систематизация управления устойчивостью бортов карьеров при исследовании геомеханических процессов.



Рисунок 1 - Систематизация по управлению устойчивостью бортов карьеров

Структурное строение массива является одним из основных факторов, определяющих прочность и устойчивость при отработке месторождений и включает в себя линейные размеры трещин: их протяженность и мощность, морфологические особенности, наличие заполнителей, пространственная ориентация трещин, их интенсивность и ряд других, характеризующих нарушенность природной среды. Исследование трещиноватости является одним из наиболее трудоемких процессов, связанный с проведением многочисленных натурных измерений и последующей их статистической обработкой. В массивах с высокой степенью нарушенности и внешней хаотичностью трещиноватости, как известно, горные работы ведутся при условии изоляции обнажений, что в определенной степени сужает объект изучения, представляя возможность исследовать лишь ограниченное пространство. Все это влечет к росту продолжительности исследований, так как чем сложнее массив, тем больше статистического материала требуется для выявления реальной картины [4-8].

Физико-механические свойства пород во взаимосвязи со структурно-тектоническими особенностями горного массива определяют его напряжённое состояние в уступах и бортах карьеров под действием внутренних и внешних сил. Тщательное и всестороннее изучение прочности горного массива должно предшествовать решению вопросов по предупреждению деформации откосов на карьерах.

Так как часто массив скальных трещиноватых пород обрушается на открытых разработках по

поверхностям ослабления различного происхождения, необходимо знать сдвиговые характеристики по этим поверхностям. Практикой установлено, что сцепление по трещинам или контактам слоев пород в несколько раз может быть меньше, чем сцепление в массиве [9-12].

На рисунке 2 отражен паспорт прочности горной породы, где кривая отражает зависимость между касательными и нормальными напряжениями.

Угол наклона хорды к оси абсцисс определяет угол внутреннего трения данной породы ( $\rho$ ), а отрезок, отсекаемый по оси ординат, сцепление ( $C$ ) в масштабе графика.

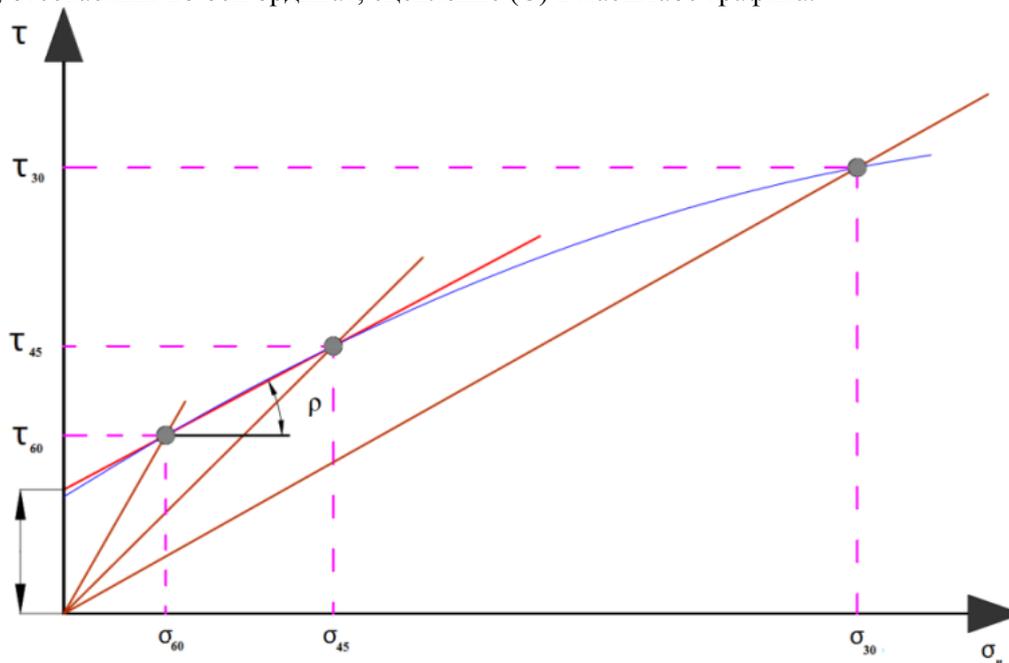


Рисунок 3 - Паспорт прочности пород

Вопрос о влиянии буровзрывных работ на устойчивость уступов и бортов карьеров, сложенных скальным и полускальными трещиноватыми породами, до настоящего времени изучен недостаточно, хотя в последние десять лет появилось ряд работ, в которых указывается на серьезное значение этого вопроса и предлагаются частные решения.

Способы ведения взрывных работ на карьерах в значительной мере влияют на прочность, а следовательно, и на устойчивость пород. Обрушение отдельных уступов, а иногда и групп уступов, во многих случаях вызвано тем, что при подходе к предельному контуру не соблюдался противодеформационный режим взрывных работ.

**Результаты исследования.** Наиболее показательным объектом при исследовании устойчивости бортов карьера является месторождение Коньрат, по основной добыче медной руды в сложных горно - геологических условиях.

В структурном плане Коньратское месторождение приурочено к штоку гранодиорит-порфиров, который расположен на пересечении нескольких разломов в ядре синклиальной складки и представляет собой апикальную часть большого интрузива гранитоидов, не вскрытого эрозией. Граниты штока крутопадающие и осложнены многочисленными апофизами различной мощности и формы [13-15].

Исходя из генетических и структурно-морфологических особенностей, Коньратское месторождение относится к меднопорфировому промышленному типу. На рисунке 3 приведен структурный разрез по борту карьера.

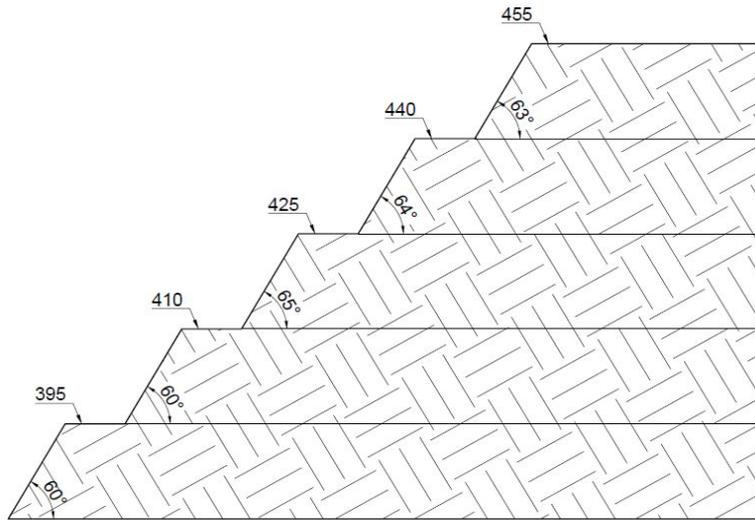


Рисунок 3 – Структурный разрез по борту

Исследование фактической устойчивости откосов, выявленных основных видов деформаций прибортовых массивов, а также результатов структурных особенностей и физико-механических свойств горных пород позволил получить графоаналитические зависимости между параметрами откосов и свойствами пород (рисунок 4)

Исследования показали, что выделение участка однородной трещиноватости осуществляется недостаточно точно, так как за границу участка принимается крупные дизъюнктивные нарушения [16].

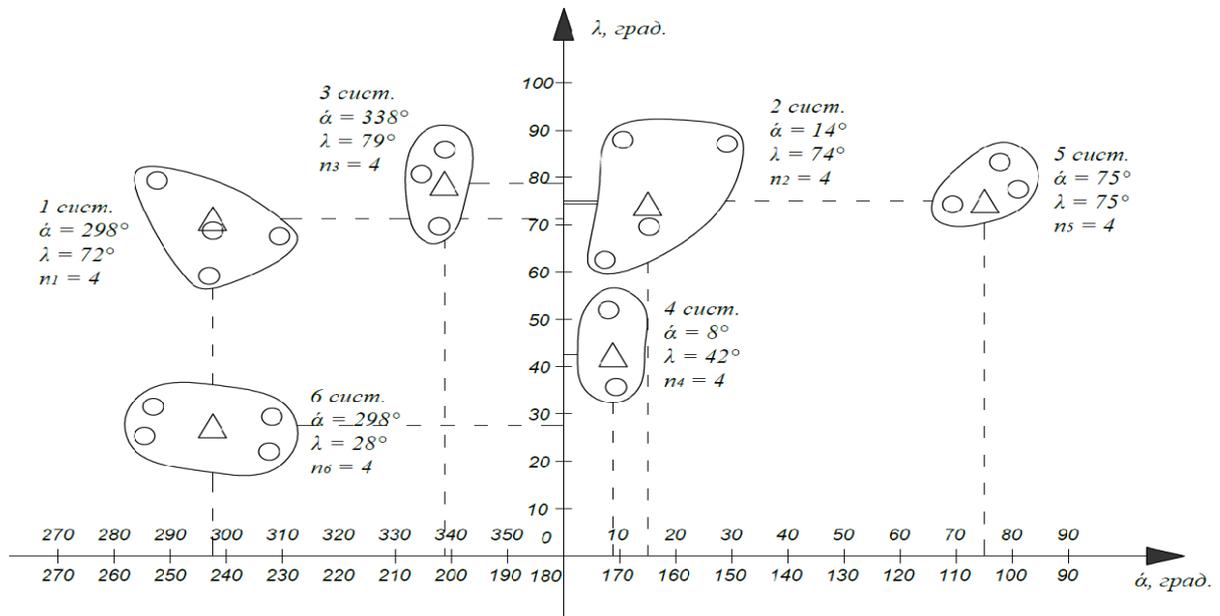


Рисунок 4 – Прямоугольная диаграмма трещиноватости

В целях детализации строят полигональные кривые углов падения систем трещин по участкам или для всего карьера. На рисунке 5 представлены азимутальные полигональные кривые распределения систем трещин породного массива. Следует отметить, что на карьере в прибортовом массиве чаще всего встречаются диагональные и продольные трещины, причем согласно падающие два в два раза чаще, чем несогласно падающие.

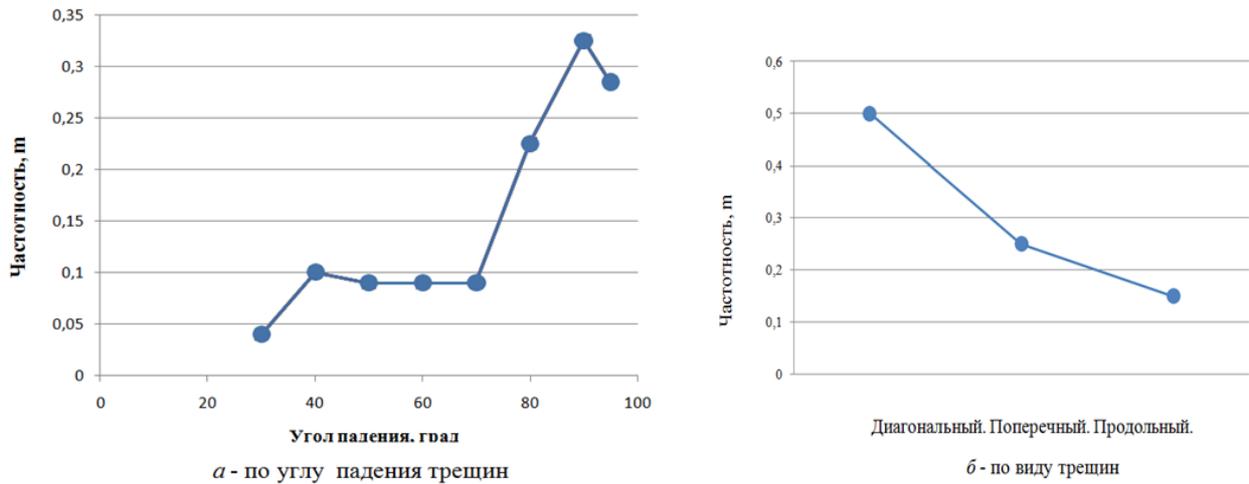


Рисунок 5 - Полигональные кривые распределения систем трещин карьера

**Обсуждение результатов.** Наблюдения за поверхностью откосов уступов показали, что с течением времени величина углов наклона уступов интенсивно уменьшается, причем, в первые 3-4 года происходит очень интенсивное выполаживание углов наклона уступов, а в дальнейшем этот процесс поражает медленнее (рисунок 6). На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что выполаживание общего угла наклона уступа связано, главным образом, с разрушением его верхней части. Оставляемые предохранительные бермы, с одной стороны, осыпаются (в верхней бровки уступа), а с другой стороны, - засыпаются (у нижней бровки уступа), соединяя тем самым откос в сплошную линию. Это затрудняет ведение горных работ карьере и требует систематической очистки берм и обновления откосов, уступов, что, в конечном счете, приводит и увеличению объема вскрыши.

Северный борт карьера Конырат, сложенный, в основном, крепкими породами, имеет допустимые углы наклона при двух сдвоенных уступах (51°-54° при высоте 30-40м) однако уже, отсутствие берм требуемых размеров на верхних горизонтах требует пересмотра их параметров.

Неудовлетворительные состояния бортов карьеров обусловлено также склонностью горных пород к разрушению.

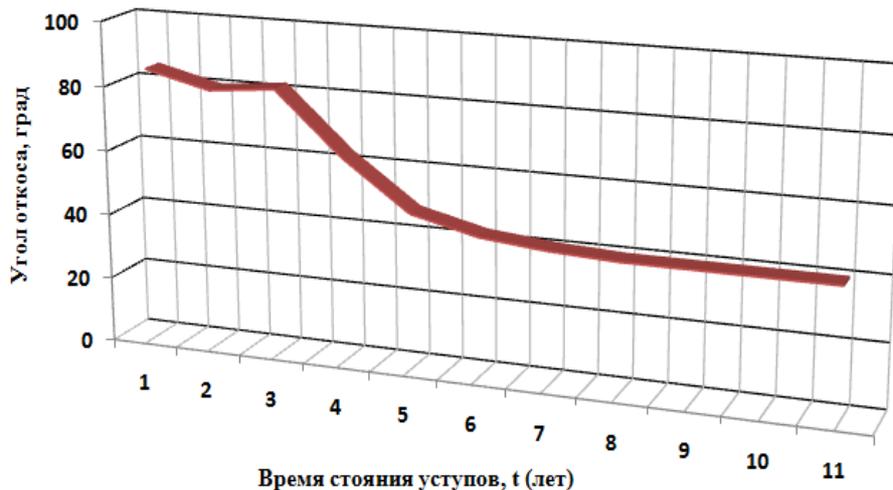


Рисунок 6 - Зависимость угла наклона уступа от времени стояния уступов

Установлено, что основными видами деформации уступов, сложенных скальными и полускальными трещиноватыми породами, являются осыпь и обрушение. На уступах осыпь и обрушение образуются из-за влияние последствий буровзрывных работ на устойчивость

породного массива

Известно, что в результате ударного действия взрыва в окружающей среде возникают волны напряжений, распространяющиеся с большой скоростью (280-5200 м/сек). Направленное состояние, создаваемое в массиве горных пород при прохождении волн сжатия и растяжения, приводит (в пределах радиуса разрушения) к возникновению серии разнообразно ориентированных трещин вследствие прорастания естественных равновесных микротрещин среды в макротрещин и появления новых под действием энергии волн напряжения. При последующем расширении объема газов после взрыва размеры трещин возрастают, что обеспечивает полное или частичное нарушение связности строения массива [17, 18].

Радиус разрушения, производимого энергией во фронте волны сжатия, незначителен ввиду того, что глубина прорастания трещин ограничена условиями разрушения горных пород в состоянии всестороннего сжатия.

Для определения радиуса  $r$  разделим мысленно весь массив, в пределах высоты заряда, плоскостями, перпендикулярными оси скважины, на элементарные слои толщиной  $\Delta h$ , а каждый слой, в свою очередь – на элементарные кольца шириной  $\Delta r$  (рисунок 7).

Очевидно, что разрушение каждого слоя начнется тогда, когда действующие напряжения превысят какую-то определенную величину связи.

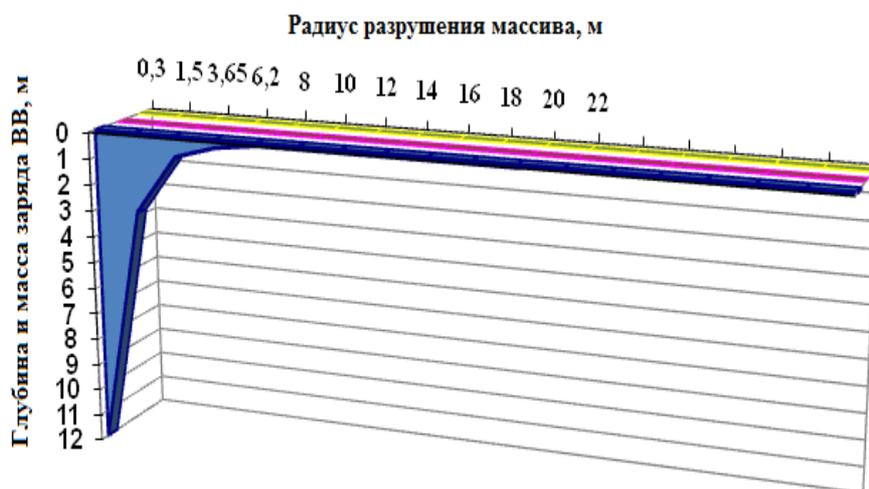


Рисунок 7- График изменения радиуса разрушения в зависимости от длины заряда ВВ

**Выводы.** В результате исследований выявлено, что при подходе буровзрывных работ к проектному контуру карьера, в целях исключения деформационных процессов на карьерных откосах, которые уже поставлены в проектное положение, для дальнейшего безопасного ведения горных работ на нижележащих горизонтах нужно для их корректировки исследовать горный массив на предмет его внутренней нарушенности с использованием различных методов. При этом, необходимо уделить внимание решению проблемы включающие: - геомеханическое обоснование отработки, оптимизация параметров карьерного пространства, аналитические расчеты объемов вскрышных пород во внутренних отвалах, обоснование карьерного транспорта и всех технологических процессов, обеспечение устойчивости бортов карьера и бортов отвалов, расчет экологических рисков и ущербов от вредного воздействия внешних отвалов.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Комплексная переработка минерального сырья Казахстана под редакцией академика НАН РК А.А. Жарменова // Монография РГП НЦ КПМС РК №2-УС-03 Горные науки и проблемы освоения недр Казахстана, том 10 2008. С. 65-95.

[2] Арсентьев А.И., Арсентьев В.А. Пути развития технологий в горнодобывающей промышленности США // Горный журнал.- 2002. - №6. - С.16-23.

[3] Галиев С.Ж. Перспективы развития научно-технического потенциала горнодобывающего сектора в свете новой

индустриально-инновационной политики Казахстана// труды ИГД имени Д.А.Кунаева «Научно-техническое обеспечение горного производства», том 65, Алматы, 2003, С.10-20.

[4] Conceptual principles of open pit wall design optimization, the Kola peninsula / N.N. Melnikov, A.A. Kozyrev, S.P. Reshetnyak, E.V. Kasparian, V.V. Rybin, I.V. Melik-Gaikazov, V.S. Svinin, A.N. Ryzhkov // Proc. of the 8th International Symposium on Mining in the Arctic (edited by Nikolay N. Melnikov & Serguei P. Reshetnyak) / Apatity / Murmansk Region / Russia / June 20-23, 2005; Published by JSC “Ivan Fyodorov Printing House”, St.-Petersburg, Russia, 2005, pp. 3-14.

[5] В.Л. Яковлев. Состояние, проблемы и пути совершенствования открытых горных разработок // Горный журнал 2009-№11, С.11-14

[6] Касымканова Х.М., Турсбеков С.В. Анализ факторов, влияющих на устойчивость карьерных откосов - Алматы, Горный журнал Казахстана №5 2007 С. 38-41

[7] Трубецкой К.Н. и др. Справочник. Открытые горные работы - Москва, "Горное бюро", 1994. - 590 с.

[8] Касымканова Х.М, Нурпеисова М.Б , Джангулова Г.К , Байдаулетова Г.К Гармония недр в недропользовании // Алматы: Вестник КазНУ, 2/1(38) 2013. – С.65-68

[9] Поспехов Г.Б. Инженерно-геологические изыскания для рекультивации земель, нарушенных при разработке Богословского буроголивого месторождения // Материалы Уральской горнопромышленной декады.- Екатеринбург: УГГА, 2004. С. 18-20

[10] Асанакунуов М.А., Абдылдаев Э.Э., Машанов А.А., Абдылдаев Э.К. Учет трещиноватости массива и контактные условия. Materialy V11 mezinarodni vedecko-prakticka conference «efektivni nastrole modernich ved - 2011», 27 dubna – 05 kvetha 2011 roku, Dil 20 Technicke vedy, Praha. 2011.- С. 82-87

[11] Иофис М.А., Гришин А.В. Природа и механизм образования сосредоточенных деформаций в мульде сдвижения // Горный информационно-аналитический бюллетень". – 2005. – № 7. – С. 82-86

[12] ГОСТ 21153.0-75. Породы горные. Отбор проб и общие требования к методам физических испытаний. Госкомитет СССР по стандартам. - М., 1975. - 35 с

[13] Кузнецова И.А: Совершенствование методики наблюдений за деформациями бортов карьера ( в условиях месторождения «Жерек»): дис. канд. техн. наук. - Алматы, 2007. – 112 с.

[14] Касымканова Х.М. Методика изучения прочностных свойств в отвале // Научно-техническое обеспечение горного производства. - Труды Горного института. – 2007, Т.73. - С. 233 – 236

[15] Ракишев Б.Р., Машанов А.А., Тесленко Т.Л. Анализ геотектоники при проектировании горных предприятий // Горный информационно-аналитический бюллетень. №3, М., 2007, С. 25-30

[16] Галустьян Э.Л. Искусственное укрепление неустойчивых участков бортов карьеров, Безопасность труда в промышленности, 1989, № 12, С.23-25.

[17] Бек А.Ш. Обеспечение устойчивости карьерных откосов на основе учета прочностных свойств. Дис. канд., 2002, 150с.

[18] Байконуров О.А., Мельников В.А. Основы горной геофизики. - Алма-Ата: Наука, 1970. - 326с.

## REFERENCES

[1] Kompleksnaja pererabotka mineral'nogo syr'ja Kazahstana pod redakciej akademika NAN RK A.A. Zharmenova // Monografija RGP NC KPMS RK №2-US-03 Gornye nauki i problemy osvoenija neдр Kazahstana, tom 10 2008. – S. 65-95.

[2] Arsent'ev A.I., Arsent'ev V.A. Puti razvitija tehnologij v gornodobyvajushhej promyshlennosti SShA // Gornyj zhurnal.- 2002. - №6. - S.16-23.

[3] Galiev S.Zh. Perspektivy razvitija nauchno-tehnicheskogo potenciala gornodobyvajushhego sektora v svete novoj industrial'no-innovacionnoj politiki Kazahstana// trudy IGD imeni D.A.Kunaeva «Nauchno-tehnicheskoe obespechenie gornogo proizvodstva», tom 65, Almaty, 2003, S.10-20.

[4] Conceptual principles of open pit wall design optimization, the Kola peninsula / N.N. Melnikov, A.A. Kozyrev, S.P. Reshetnyak, E.V. Kasparian, V.V. Rybin, I.V. Melik-Gaikazov, V.S. Svinin, A.N. Ryzhkov // Proc. of the 8th International Symposium on Mining in the Arctic (edited by Nikolay N. Melnikov & Serguei P. Reshetnyak) / Apatity / Murmansk Region / Russia / June 20-23, 2005; Published by JSC “Ivan Fyodorov Printing House”, St.-Petersburg, Russia, 2005, pp. 3-14.

[5] V.L. Jakovlev. Sostojanie, problemy i puti sovershenstvovaniya otkrytyh gornyh razrabotok // Gornyj zhurnal 2009-№11, S.11-14

[6] Kasymkanova H.M., Tursbekov S.V. Analiz faktorov, vlijajushhih na ustojchivost' kar'ernyh otkosov - Almaty, Gornyj zhurnal Kazahstana №5 2007 S. 38-41

[7] Trubeckoj K.N. i dr. Spravochnik. Otkrytye gornye raboty - Moskva, "Gornoe bjuro", 1994. - 590 s.

[8] Kasymkanova H.M, Nurpeisova M.B , Dzhangulova G.K , Bajdauletova G.K Garmonija neдр v nedropol'zovanii // Almaty: Vestnik KazNU, 2/1(38) 2013. – S.65-68

[9] Pospheov G.B. Inzhenerno-geologicheskie izyskanija dlja rekul'tivacii zemel', narushennyh pri razrabotke

Bogoslovskogo burougol'nogo mestorozhdenija // Materialy Ural'skoj gornopromyshlennoj dekady.- Ekaterinburg: UGGGA, 2004. S. 18-20

[10] Asanakunov M.A., Abdyl'daev Je.Je., Mashanov A.A., Abdyl'daev Je.K. Uchet treshhinovatosti massiva i kontaktnye uslovija. Materialy V11 mezinardni vedecko-prakticka conference «efektivni nastrole modernich ved - 2011», 27 dubna – 05 kvetha 2011 roku, Dil 20 Technicke vedy, Praha. 2011.- S. 82-87

[11] Iofis M.A., Grishin A.V. Priroda i mehanizm obrazovaniya sosredotochennyh deformacij v mul'de sdvizenija // Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten". – 2005. – № 7. – S. 82-86

[12] GOST 21153.0-75. Porody gornye. Otbor prob i obshhie trebovaniya k metodam fizicheskikh ispytaniy. Goskomitet SSSR po standartam. - M., 1975. - 35 s

[13] Kuznecova I.A.: Sovershenstvovanie metodiki nabljudenij za deformacijami bortov kar'era ( v uslovijah mestorozhdenija «Zherek»): dis. kand. tehn. nauk. - Almaty, 2007. – 112 s.

[14] Kasymkanova H.M. Metodika izuchenija prochnostnyh svojstv v otvale // Nauchno-tehnicheskoe obespechenie gornogo proizvodstva. - Trudy Gornogo instituta. – 2007, T.73. - S. 233 – 236

[15] Rakishev B.R., Mashanov A.A., Teslenko T.L. Analiz geotektoniki pri proektirovanii gornyh predpriyatij // Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten'. №3, M., 2007, S. 25-30

[16] Galust'jan Je.L. Iskusstvennoe ukreplenie neustojchivyh uchastkov bortov kar'erov, Bezopasnost' truda v promyshlennosti, 1989, № 12, S.23-25.

[17] Bek A.Sh. Obespechenie ustojchivosti kar'ernyh otkosov na osnove ucheta prochnostnyh svojstv. Dis. kand., 2002, 150s.

[18] Bajkonurov O.A., Mel'nikov V.A. Osnovy gornoj geofiziki. - Alma-Ata: Nauka, 1970. - 326s.

### **УАҚЫТ ФАКТОРЫ МЕН ЖАППАЙ ЖАРЫЛЫС ЖҰМЫСТАРЫН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, ТАУ ЖЫНЫСТАРЫНЫҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН ЖӘНЕ ҚАРЬЕР КЕМЕРІ БЕРІКТІГІНІҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ-ТЕКТОНИКАЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ МЕН ФИЗИКА-МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ**

**Н.М. Қасымқанова, Г.К. Жангулова, Б.К. Бектур, В.Б. Туреханова, С. Булар**

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

**Түйін сөздер:** кен қорын игеру, кен массивінің бұзылуы, техногендік құламалар, шаңды басу, қарьер, кен жынысының массиві, тұрақтылық, бекіту, босаңсу аймағы, жарықшақты кен жынысы, күрделі кентехникалық және кенгеологиялық жағдайлар, массивтің геомеханикалық жағдайы.

**Аннотация.** Мақалада уақыт факторына байланысты жаппай аттыру (жару) барысындағы тау жыныстарының тұрақтылығы мен физика-механикалық қасиеттері, құрылымдық және тектоникалық әсері ерекшеліктері қарастырылған. Ашық әдіспен қазымдау кезінде тау кен жұмыстарындағы жарғабақты және жартылай жарғабақты жарықшақты құрылымды тау жыныстарын бұрғылап аттыру барысындағы кертпешелер мен қарьер кемерлерінің тұрақтылығы.

Ашық тау кен жұмыстарындағы тау жыныстарының тұрақтылығы мен беріктігіне байланысты бұрғылап аттыру жұмыстарын жүргізу. Жеке және топты кертпешелердің бұзылуы мен құлау әсері, аттыру жұмыстары барысында деформацияның алдын алу шараларының дұрыс қолданбауы ескерілген. Белгіленген беріктік шегінен тыс жарылыс толқының болатын серпімді қалдықты деформациялар әсері және кертпешелер мен қарьер кемерінің қайтпас деформациялық бұзылуына әкеліп соғады.

Зерттеу барысында ашық тау кен жұмыстарындағы бұрғылап аттыру жұмыстарын жүргізу барысында қарьер кертпешелері мен кемерлерінің бұзылуын және деформациялық үдерістерін тау жынысын жарықшақтық пен бұзылғыштығына зерттеу арқылы алдын алу маңыздылығы зерттелген.

*Поступила 16.05.2016 г.*

**REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 2224-5227

Volume 3, Number 307 (2016), 45 – 52

UDC 621.771

**OBTAINING OF COMPOSITE MATERIALS BASED  
ON ALUMINUM DIE WITH USING  
OF ULTRADISPERSED RAW MATERIALS****A.B. Nayzabekov<sup>1</sup>, S.N. Lezhnev<sup>1</sup>, G.G. Kurapov<sup>2</sup>,  
A.V. Volokitin<sup>2</sup>, I.E. Volokitina<sup>2</sup>, E.P. Orlova<sup>2</sup>,**<sup>1</sup>Rudny Industrial Institute, Rudny;<sup>2</sup>Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty,  
[naizbekov57@mail.ru](mailto:naizbekov57@mail.ru), [sergey\\_legnev@mail.ru](mailto:sergey_legnev@mail.ru), [kurapov1940@mail.ru](mailto:kurapov1940@mail.ru),  
[dyusha.vav@mail.ru](mailto:dyusha.vav@mail.ru), [irinka.vav@mail.ru](mailto:irinka.vav@mail.ru), [ULARBEKSULTANBEK@mail.ru](mailto:ULARBEKSULTANBEK@mail.ru)

**Key words:** fullerene, fullerene soot, black, microcrystalline carbon, composite, aluminum, microstructure, micro-hardness, properties.

**Abstract.** In this study complex research of processing of aluminum alloys (silumins) by ligatures containing various carbon modifications (microcrystalline in the form graphite and nanocarbon additives in the form of fullerenes, fullerene soot, fullerene black) at the casting deformational manufacturing technology products developed by the PTI NAS of Belarus is carried out.

Elemental, phase composition, structural condition and indicators of mechanical and tribological properties of the original components of the charge in the system Al-C after its mechanical activation, ligatures after severe plastic deformation (extruding) the charge and cast aluminum workpieces after ligatures processing were studied.

Incrementally the processes of structure formation of ligatures in the system Al-C in their preparation and thermomechanical effect were studied. At the same particular interest was the formation of super-hard carbon phases in ligatures, where instead of microcrystalline graphite nanocarbon additives were used. Such structural condition of ligatures obtained by activation of the charge (mechanical activation in the dispersing devices and severe plastic deformation) determines the prospects of their usage as additives to ensure not only the dispersion hardening, but also modifying the alloy when creating composites, differing by a set of high anti-friction, plastic and strength properties.

The results of studies have not revealed principal differences in the structure formation of aluminum composites obtained by using expensive fullerenes, compared to composites obtained by using cheap nanocarbon materials (fullerene soot, fullerene black).

УДК 621.771

**ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ  
НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЕВОЙ МАТРИЦЫ  
С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО СЫРЬЯ****А.Б.Найзабеков<sup>1</sup>, С.Н.Лежнев<sup>1</sup>, Г.Г.Курапов<sup>2</sup>,  
А.В.Волокитин<sup>2</sup>, И.Е.Волокитина<sup>2</sup>, Е.П.Орлова<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Руднеский индустриальный институт, Рудный;<sup>2</sup>Казахский национальный исследовательский технический университет имени  
К.И. Сатпаева, г. Алматы

**Ключевые слова:** фуллерен, фуллереновая сажа, чернь, микрокристаллический углерод, композит, алюминий, микроструктура, микротвердость, свойства.

**Аннотация.** В данной работе проведен комплекс исследований обработки алюминиевых сплавов

(силуминов) лигатурами, содержащими углерод различных модификаций (микрористаллический в виде графита и наноуглеродные добавки в виде фуллеренов, фуллереновой сажи, фуллереновой черни) при литейно-деформационной технологии изготовления изделий, разработанной ФТИ НАН Беларуси.

Исследованы элементный, фазовый состав, структурное состояние и показатели механических и триботехнических свойств исходных компонентов, шихты в системе Al-C после ее механоактивации, лигатур после интенсивной пластической деформации (экструдирования) шихты и литейных алюминиевых заготовок после обработки лигатурами.

Поэтапно изучены процессы структурообразования лигатур в системе Al-C при их получении и термомеханическом воздействии. При этом особый интерес вызывало образование сверхтвердых углеродных фаз в лигатурах, где вместо микрористаллического графита использовались наноуглеродные добавки. Такое структурное состояние лигатур полученных при активации шихты (механоактивации в диспергирующих устройствах и при интенсивной пластической деформации) определяет перспективность их использования в качестве добавок обеспечивающих не только дисперсное упрочнение, но и модифицирование сплава при создании композитов отличающихся набором высоких антифрикционных, пластических и прочностных свойств.

Результаты исследований не выявили принципиальных отличий в структурообразовании алюминиевых композитов, полученных с использованием дорогостоящих фуллеренов, в сравнении с композитами, полученными с использованием дешевых наноуглеродных материалов (фуллереновая сажа, фуллереновая чернь).

**Введение.** В настоящее время в мире намечена тенденция к возрастанию исследований в области создания и широкого применения металлматричных композиционных материалов [1-3]. Наиболее дешевыми и надежными являются материалы на основе алюминиевых сплавов, подвергнутых модифицированию и армированию тугоплавкими дисперсными частицами [4]. Среди отличительных свойств таких материалов можно выделить высокие антифрикционные и прочностные свойства, жаропрочность, жесткость, малую плотность, которые обеспечивают существенное снижение массы изделий и конструкций, уменьшают расход материала на изделие с одновременным повышением надежности и увеличением ресурса их работы.

Необходимость создания новых композиционных алюминиевых материалов (КАМ) и технологий их получения продиктована как получением конкурентоспособной продукции, так и ситуацией постепенного истощения природного элитного сырья, его удорожания. В этом плане составляющие КАМ должны быть доступны и дешевы. С этих позиций состав поверхности земной коры содержит до 50% SiO<sub>2</sub>, около 30% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и только 10% Fe. По этой причине человечество в последние годы более интенсивно осваивает добычу Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> для получения алюминия и материалов на его основе.

Применение графита в антифрикционных сплавах на основе алюминия дало новый импульс к разработке и внедрению технологий, направленных на замену дефицитных и дорогостоящих бронз, используемых в парах трения [5-6]. Несмотря на успехи, достигнутые в этой области, необходимо отметить основные недостатки таких материалов: повышенная газонасыщенность сплава, низкая прочность и износостойкость получаемых изделий, а также невозможность применения данного способа для получения изделий сложной конструкции.

Поэтому задачей настоящих исследований является повышение износостойкости изделий из силуминов и их прочности за счет измельчения структуры материала и ее стабилизации при последующей пластической деформации и термообработке [7].

**Методы исследования.** В соответствии с поставленной задачей исследовалась возможность замены при создании новых материалов дорогостоящего фуллерена на более дешевый фуллеренсодержащий материал. Для получения разрабатываемых композитов использовалась литейно-деформационная технология (технология in-suit), включающая смешивание порошковых компонентов шихты и проведение механоактивации полученной смеси, экструдирования шихты с получением лигатуры и получение композиционных материалов на основе алюминиевой матрицы при литье [8].

Образцы готовились из порошков алюминия с размером частиц основной фракции 5–100 мкм или измельченной стружки сплава АК9 и ряда наноуглеродных материалов в соотношении Al – до 10 масс. % C в исходной смеси.

В качестве углеродных материалов использовали:

- фуллереносодержащая сажа, производства института им. Иоффе, Санкт-Петербург;
- фуллерены C60 [9], производства института им. Иоффе, Санкт-Петербург;
- фуллереновая чернь, института им. Иоффе, Санкт-Петербург;
- углеродные микрочастицы размером 3, 4, 9 мкм, производства ASBURY GRAPHITE MILLS, INC., США.

Для получения разрабатываемого композиционного материала в качестве базового использовали сплав АК9. Расплав готовили в индукционной печи ИСВ 0,004.

Лигатуры, содержащие 10 мас.% углерода, вводили в расплав АК9 при температуре 750–780°C, время расплавления лигатур составило 3-5 мин. Количество вводимой лигатуры в алюминиевый расплав рассчитывалось из условия 1 мас.% углерода в композите. Температуру контролировали многоканальным регистратором РМТ 39D, подключенным к ПК.

Технология получения лигатуры включала: механоактивационную обработку исходных материалов в планетарной мельнице, компактирование в жестких пресс-формах и горячее экструдирование. Механоактивированные порошки компактировали в таблетки при P=450 МПа. Далее таблетки экструдировали при температуре 450-500°C с коэффициентом вытяжки  $\geq 10$  и получали лигатуру в виде прутков.

Механоактивационная обработка проводилась 30-40 минут при частоте вращения центрального вала 400-600 об/мин и соотношении массы мелющих тел к массе загружаемых компонентов 20:1.

**Результаты исследований и их обсуждение.** 1. Результаты исследований исходных компонентов шихты.

1.1 Алюминиевый порошок. Образцы готовились из порошков алюминия с размером частиц основной фракции 5–100 мкм. Топограмма исходного порошка алюминия приведена на рисунке 1а.

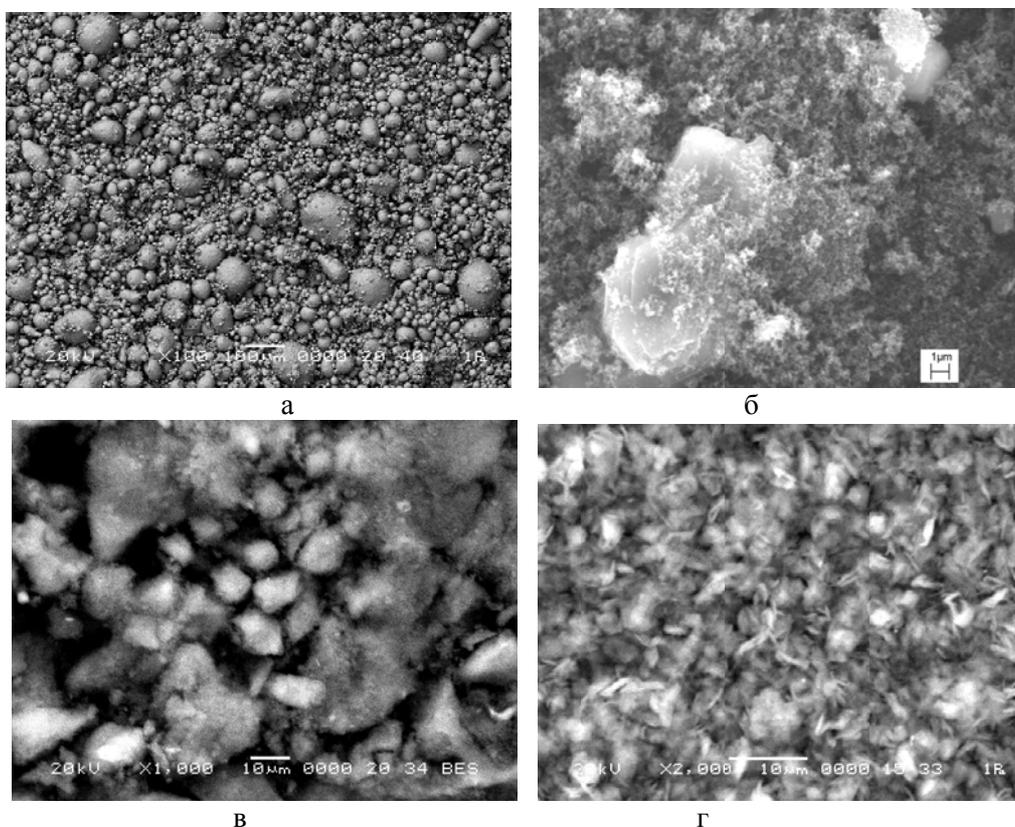


Рисунок 1 – Топограммы порошка: а – исходный порошок алюминия, б – тонкая структура фуллереновой сажи, в – тонкая структура порошка фуллереновой черни, г – порошок микрокристаллического углерода

1.2 Фуллереновая сажа. Результаты исследования порошка фуллереновой сажи ФТИ им. А.Ф. Иоффе, РАН в сканирующем электронном микроскопе приведены на рисунке 1б. Порошок состоит из дисперсных частиц сажи и крупных частиц фуллеренов.

1.3 Фуллереновая чернь (ФЧ). Исследования показали, что фуллереновая чернь на 100% состоит из сажистого углерода, какие-либо другие примеси в ФЧ не обнаружены. Порошок состоит из частиц небольшого размера от 3-5 мкм и очень больших частиц, но все это только конгломераты.

По данным [1], фуллереновая чернь представляет собой черный мелкодисперсный порошок с размерами частиц 40–50 нм, что следует из данных сканирующей электронной микроскопии (рисунок 1в).

1.4 Микрокристаллический углерод. Результаты исследования порошков микрокристаллического углерода различной дисперсности показали, что частицы углерода имеют как вид пластинок, чешуек, типичных для гексагонального кристаллического строения, так и микрогранул сферической формы. На рисунке 1г в качестве примера приведена топограмма микрокристаллического углерода.

## 2. Результаты исследований шихты после ее механоактивации.

Исследования показали, что в шихте системы Al-Спри ее механоактивации протекают процессы пластического деформирования исходных порошковых компонентов и не наблюдается изменений элементного и фазового составов. При этом полученные топограммы порошков шихты с различными углеродными добавками схожи. На рисунке 2 в качестве примера приведены топограммы порошка шихты Al + 10% фуллереновой сажи.

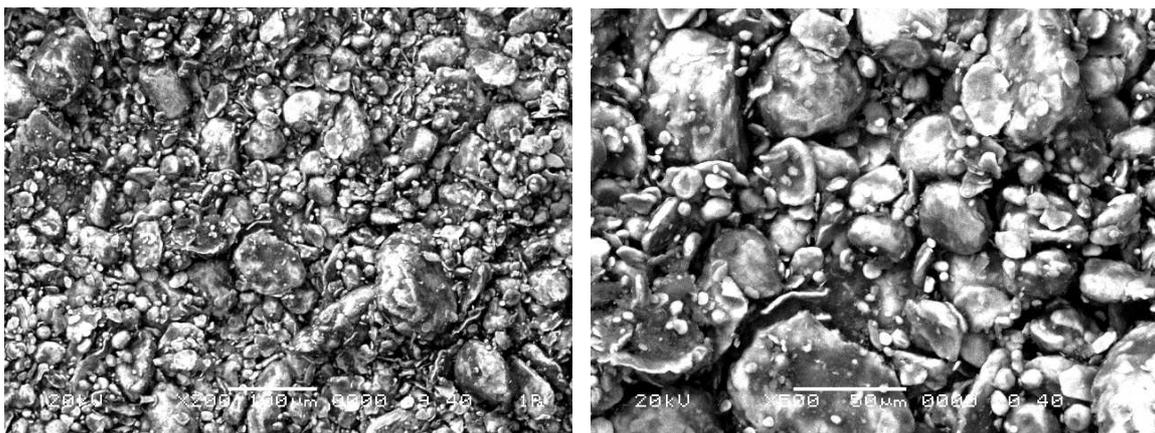
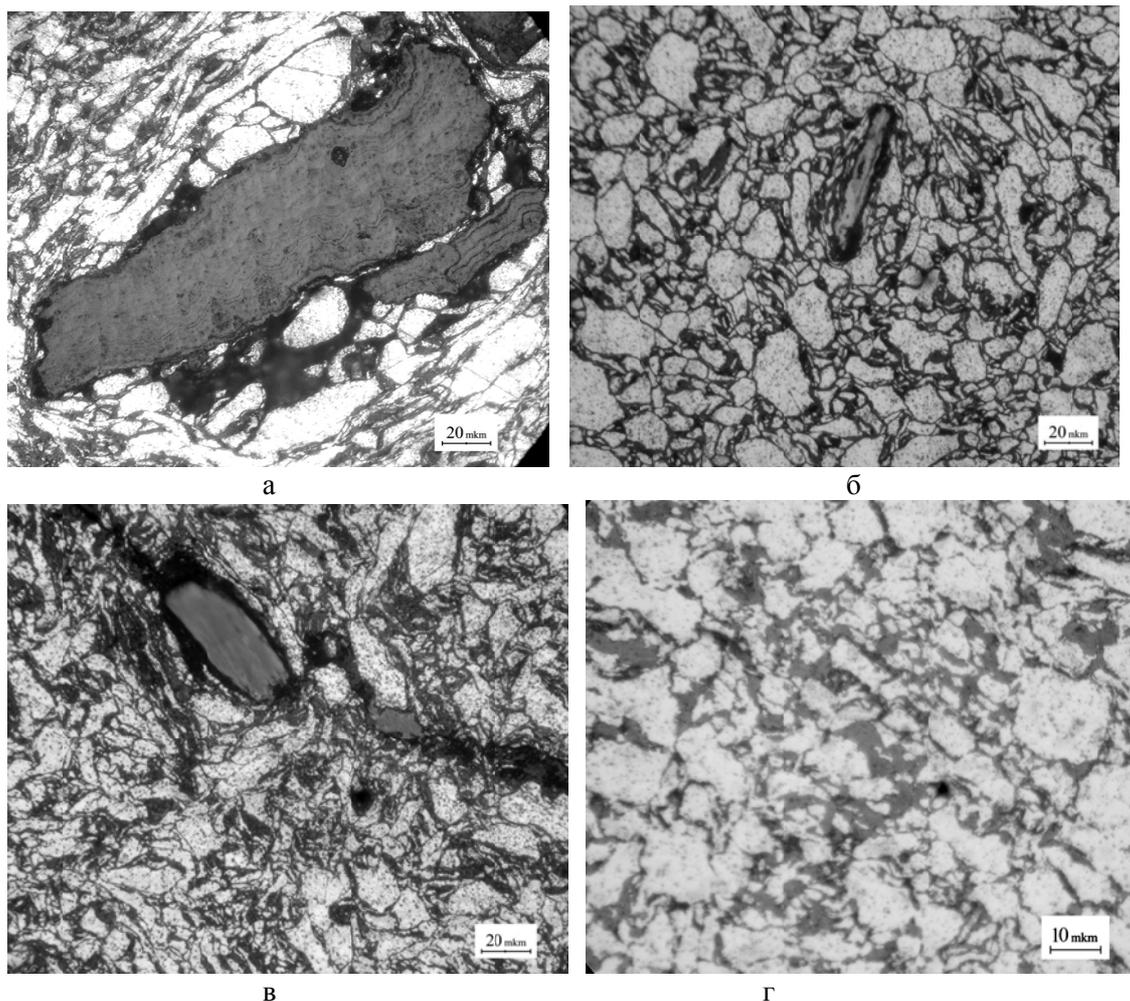


Рисунок 2 – Топограммы порошка Al + 10% фуллереновой сажи после механоактивации

## 3. Результаты исследований композиций Al-C после экструдирования шихты.

На этом этапе исследований проводилось изучение структурного состояния полученных экструдированием лигатур. При этом в образцах выявлены необычные для Al-C сплавов сверхтвердые частицы серого цвета различных модификаций (рисунок 6). При замерах микротвердости (представляют большую трудность) этой фазы обнаружен эффект восстановления отпечатка индентора, что указывает на ее весьма высокие упругие свойства. Микрорентгеноспектральным анализом EDX установлено, что эта сверхтвердая фаза – углеродная (рисунок 3).



а

б

в

г

Рисунок 3 – Микроструктура образцов лигатур Al-C:

а – Al + 10% фуллереновой черни,  $\times 500$ ; б – Al + 10% фуллеренов,  $\times 500$ ; в – Al + 10% фуллереновой сажи,  $\times 500$ ; г – Al + 10% микрокристаллического углерода,  $\times 500$

В микроструктуре ряда образцов (особенно в серии с фуллереновой чернью) наблюдались частицы серой фазы с волнистой (глобулярный рельеф), без следов шлифования-полирования поверхностью (рисунок 3, а), имеющие очень высокую микротвердость: отпечатки индентора на изображении практически не видны, отпечатки съезжают с частицы, оставляя кресты со сколом. Такое поведение этой фазы при измерении микротвердости свидетельствует о том, что их твердость близка к твердости алмаза.

Такую фазу содержат все изготовленные с нанокристаллическими добавками образцы – и с фуллереносодержащей сажей, и с фуллереновой чернью, и с фуллеренами  $C_{60}$  (рисунок 3). Анализ показал, что размеры, форма и количество особотвердой чисто углеродной фазы с высокой упругостью различны в лигатурах разных составов.

Анализ результатов исследования структурного состояния образцов композиций Al-микрокристаллический углерод после экструдирования шихты показал равномерное распределение углеродной составляющей (черных и серых включений) в алюминиевой матрице (рисунок 3г). При этом малые размеры углеродных включений не позволяют произвести замеры их микротвердости, что не дает возможности идентифицировать их как сверхтвердые углеродные фазы, которые были получены в случае использования нанокристаллических добавок.

4. Результаты исследований алюминиевых сплавов, полученных литьем с использованием сплава АК9 в качестве базового и лигатур Al-C.

На этом этапе исследований проводилось изучение методами световой и сканирующей электронной микроскопии, рентгеновской дифракции и микрорентгеноспектрального анализа,

измерения микротвердости структурного состояния сплавов полученных литьем с использованием сплава АК9 в качестве базового и лигатур Al-C, вводимых в расплав из расчета 10% мас. от общей массы сплава.

Результаты исследования микроструктуры приведены на рисунке 4. Анализ этих исследований показал, что все полученные композиты системы Al-С имеют модифицированную структуру металлической основы с распределенной в ней углеродной структурной составляющей.

Как видно из представленных рисунков, наблюдаются существенные отличия в количестве, структуре и характере распределения этих углеродных включений в объеме сплавов, полученных с использованием различных модификаций применяемого углеродного сырья. При этом все образцы композитов, полученные с использованием микрокристаллического углерода различной дисперсности, имеют схожее строение и распределение углеродных фаз: наибольшее, по сравнению с остальными образцами, количество углеродных включений, преимущественно компактной формы, близкой к шаровидной и незначительные по объему дисперсные выделения (рисунок 4а).

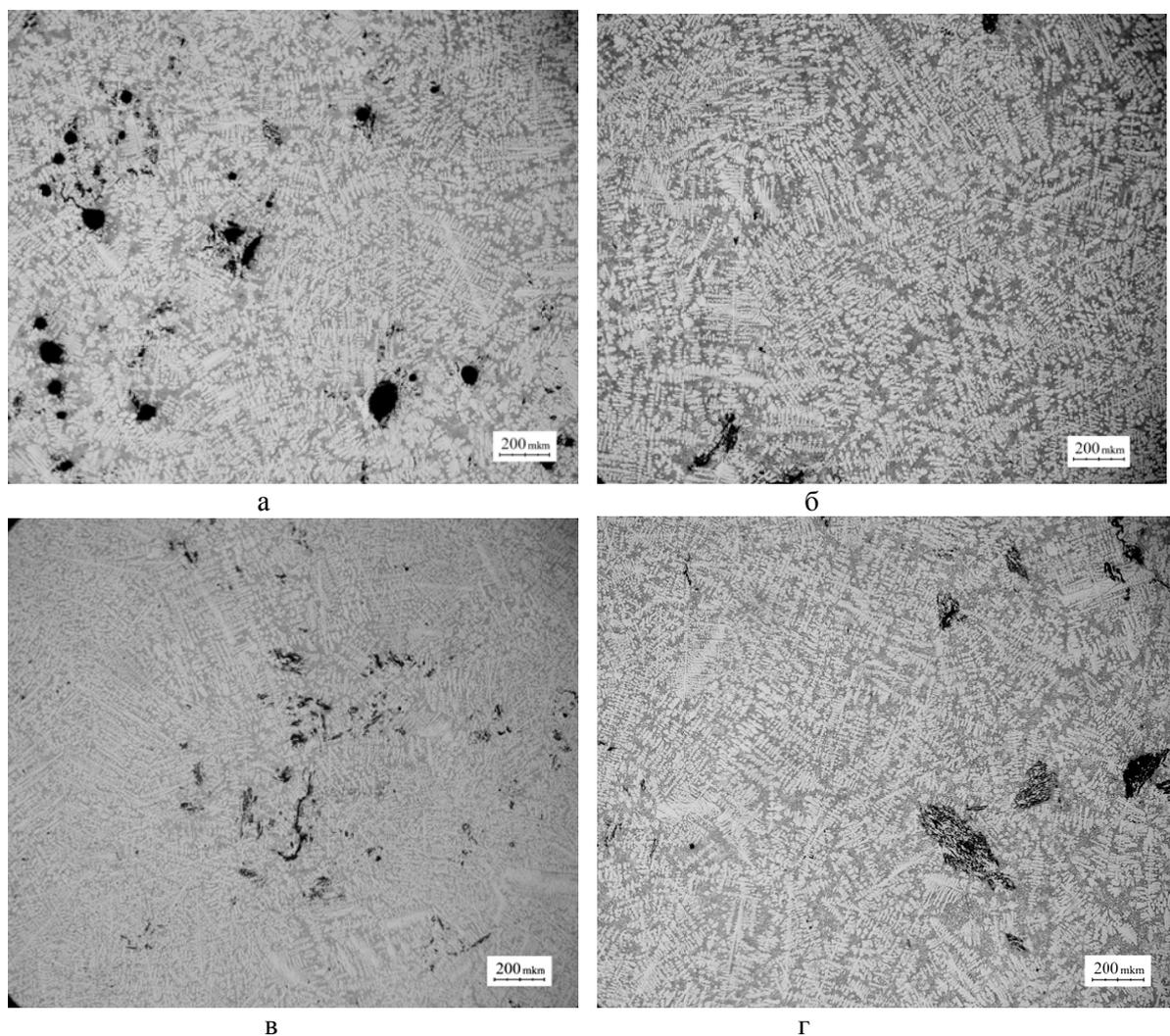


Рисунок 4 – Микроструктура образцов композитов, после травления:

а – с использованием микрокристаллического углерода; б – с использованием С60; в – с использованием фуллереновой сажи; г - с использованием фуллереновой черни;

С другой стороны, образцы композитов, полученных с использованием нанокристаллического углерода (фуллеренов, фуллереновой сажи и черни) также имеют схожее строение и распределение углеродных фаз: существенно меньшее, по сравнению с образцами, полученными с

использованием микрокристаллического углерода, количество углеродных дисперсных включений, распределенных отдельными колониями в виде сетки (рисунок 4). В ходе перегрева расплава на 120–180°C выше температуры ликвидуса происходит полное усвоение лигатуры и равномерное распределение ее составляющих по всему объему расплава. Данный интервал перегрева расплава также способствует повышению степени растворимости газов, что уменьшает газонасыщенность сплава. Перегрев расплава на большую температуру, например 200°C, приводит к всплыванию дисперсных частиц углеродосодержащего материала на поверхность расплава, дополнительным энергозатратам и снижению производительности. Перегрев на меньшую температуру, например 100°C, не обеспечивает полного растворения лигатуры и оптимальной однородности расплава, что отражается на свойствах заготовки.

Таким образом, полученные результаты исследований определяют принципиальную возможность введения в структуру алюминиевого сплава ультрадисперсного углеродосодержащего сырья используемых модификаций и дисперсности.

Как было показано выше, все полученные композиты системы Al-C имеют модифицированную структуру металлической основы с дисперсно распределенными включениями интерметаллидов (рисунки 4). Как показали полученные результаты исследований микротвердости, вышеуказанные интерметаллиды характеризуются существенно более высокой микротвердостью по сравнению с основой. Определение истинных значений микротвердости интерметаллидов при проведении исследований вызывало затруднения ввиду малых размеров их включений. Однако при этом были получены значения твердости на уровне 4000-5000 МПа, при твердости основы – 1000-1300 МПа. Таким образом, на основании вышеизложенного можно заключить, что дисперсное распределение вышеуказанных интерметаллидов оказывает упрочняющее действие на структуру композитов Al-C.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Курганова Ю.А., Чернышова Т.А., Кобелева Л.И. Дискретно армированный композиционный материал как альтернатива традиционным антифрикционным материалам. *Технология металлов*, 2005, №10, с.30-34.
- [2] Грибков А.Н., Асенов А.А., Жежер М.В., Золотаревский В.С. Структура и свойства дисперсно упрочненного композиционного материала, получаемого методом механического легирования // *Технология легких сплавов*, 1993, №12, с. 53-59.
- [3] Effect of deformation and ceramic reinforcement on work hardening behavior of hot extruded Al-SiC metal matrix composites / Goswami R.K., Dhar Ajay, Srivastava A.K., Gurta Anil K. // *J. Compos. Mater.*, 1999, 33, № 13, с.1160-1172.4
- [4] Microstructure and tensile properties, of squeeze cast SiC particulate reinforced Al Si alloy / Karnezis P.A., Durrant G., Cantor B. // *Mater. Sci. and Technol.*, 1998, 14, № 2, 97-107.
- [5] J.Singh, A.T.Alpas. High-temperature wear and deformation processes in metal matrix composites // *Metallurgical and Materials Transactions, A*, 1996, volume 27A, p3134.
- [6] Sliding, wear response of an Al Cu alloy the influence of SiC particle reinforcement and test parameters / Prasad B. K., Jha A.K., Modi O.P., Das S., Dasgupta R., Yegneswaran A.N. // *J.Mater. Sci. Lett.* - 1998.-17, № 13, p. 1121 - 1123.
- [7] Chuvildeev V.N., Nieh T.G., Gryaznov M.Yu, Kopylov V.I., Sysoev A.N. Superplasticity and internal friction in microcrystalline magnesium alloys processed by ECAP. *Scripta Materialia*, 2004, Vol.50, №6.
- [8] Волочко А. Т. Переработка и использование алюминиевых отходов в производстве порошков, паст, композиционных и керамических материалов. Минск: Беларус. наука, 2006. 302 с.
- [9] Kroto H. C60: Buckminsterfullerene. H. Kroto, J. Heath, S. O'Brien et al. *Nature*. 1985, Vol. 318, 162-163.
- [10] Гусева. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. 416 с.

#### REFERENCES

- [1] Kurganova Y.A., Chernyshova T.A., Soboleva L.I. Discrete reinforced composition the material as an alternative to conventional anti-friction materials. *Metal technology*, 2005, №10, s.30-34. (in Russ.).
- [2] Fungi A.N., Asenov A.A., Zhezhera M.V., Zolotarevskii B.C. The structure and its dispersion reinforced composite material obtained by mechanical alloying. *Technology of Light Alloys*, 1993, №12, p. 53-59. (in Russ.).
- [3] Effect of deformation and ceramic reinforcement on work hardening behavior of hot extruded Al-SiC metal matrix composites. Goswami R.K., Dhar Ajay, Srivastava A.K., Gurta Anil K. *J. Compos. Mater.*, 1999, 33, № 13, с. 1160-1172.4 (in Eng.).
- [4] Microstructure and tensile properties, of squeeze cast SiC particulate reinforced Al Si alloy. Karnezis P.A., Durrant G., Cantor B. // *Mater. Sci. and Technol.*, 1998, 14, № 2, 97-107. (in Eng.).
- [5] J.Singh, A.T.Alpas. High-temperature wear and deformation processes in metal matrix composites. *Metallurgical and*

*Materials Transactions*, 1996, volume 27A, p3134. (in Eng.).

[6] Sliding, wear response of an Al Cu alloy the influence of SiC particle reinforcement and test parameters. Prasad B. K., Jha A.K., Modi O.P., Das S., Dasgupta R., Yegneswaran A.N.. *J.Mater. Sci. Lett.* 1998, № 13, p. 1121 - 1123. (in Eng.).

[7] Chuvildeev V.N., Nieh T.G., Gryaznov M.Yu., Kopylov V.I., Sysoev A.N. Superplasticity and internal friction in microcrystalline magnesium alloys processed by ECAP. *Scripta Materialia*, 2004, Vol.50, №6. (in Eng.).

[8] Volochko AT processing and the use of aluminum in the production of waste-stve powders, pastes, composite and ceramic materials. *Minsk: Belarus. Science*, 2006, 302 pp.

[9] Kroto H. C60: Buckminsterfullerene. H. Kroto, J. Heath, S. O'Brien et al. *Nature*. 1985, Vol. 318, 162-163. (in Eng.).

[10] Gusev A.I. Nanomaterials, nanostructures, nanotechnology. М.: FIZMATLIT, 2009. 416 p. (in Russ.).

## УЛЬТРАДИСПЕРСТІ ШИКІЗАТ ҚОЛДАНУЫМЕН АЛЮМИНИЙ ҰЯҚАЛЫБЫ НЕГІЗІНДЕ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛДАРДЫ АЛУЫ

А.Б. Найзабеков<sup>1</sup>, С.Н. Лежнев<sup>1</sup>, Г.Г. Курапов<sup>2</sup>, А.В. Волокитин<sup>2</sup>, И.Е. Волокитина<sup>2</sup>, Е.П. Орлова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Руднендік индустриалды институты, Рудный қаласы

<sup>2</sup>Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университеті,  
Алматы қаласы

**Түйін сөздер:** фуллерен, фуллерен құрымы, қарамтыл, микрокристалды көміртект, композит, алюминий, микроқұрылым, микрокаттылық, қасиеттер.

**Аннотация.** Бұл жұмыста бұйымдарды құю-деформациялау технологиясымен жасалануының Беларус ФТИ НАН жобалаған әртүрлі түрлендіру негізінде көміртекті лигатура (силуминдер) құрамымен (графит түрінде микрокристалды және фуллерен, фуллерен құрымы, фуллерен қарамтыл нанокөміртекті қосымшалар түрінде) алюминий қорытпаларын өндеудің кешенді зерттеулер жүргізуіне арналған.

Элементті, фазалық құрамы, құрылымдық күйі және бастапқы компоненттердің механикалық және триботехникалық көрсеткіштері, механобелсенділігінен кейін Al-C жүйесінің шихтасы, шихтаның (экструдирлеу) қарқынды пластикалық деформациядан кейін лигатураның және лигатурамен өндеуден кейін құйылған алюминий дайындамалары зерттелген.

Кезеңмен оларды алудың және термомеханикалық әсерінен кейін Al-C жүйесінің құрылымның пайда болу үрдістері зерттелген. Бұл кезде лигатураларда көміртекті асақатты фазалардың пайда болуына үлкен көңіл бөлінді, мұнда микрокристалдық графит орнына нанокөміртекті қосымшалар қолданылады. Шихтаның активті болу кезінде алынған лигатураның құрылымдық күйі (механоактивациясы және диспергирлейтін құралдарда және қарқынды пластикалық деформациясы кезінде) оларды қоспа түрінде қолдану тиімділігін анықтайды, сол сияқты тек дисперсті беріктенуін ғана емес, жоғары үйкеліске қарсы, пластикалық және беріктік қасиеттердің жиынтығына ие композиттер құруы кезінде қорытпаның түрлендіруін қамтамасыз етеді.

Зерттеулер нәтижелері жоғары бағалы фуллерендер қолдануымен алынған алюминий композиттері арзан нанокөміртекті материалдарды (фуллеренді құрымы, фуллеренді қарамтыл) қолдануымен алынған композиттерді салыстырғанда құрылымның пайда болуының принципіалды салыстыруы анықталмады.

Поступила 16.05.2016 г.

**REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 2224-5227

Volume 3, Number 307 (2016), 53 – 65

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES OF HOT ROLLING OF  
ALUMINUM ALLOY SHEETS ON A CONTINUOUS LONGITUDINAL  
WEDGE MILL WITH THE USE OF PHYSICAL SIMULATION****S.A. Mashekov<sup>1</sup>, B.N. Absadykov<sup>2</sup>, M.L. Rakhmatulin<sup>1</sup>, M.E. Isametova<sup>1</sup>,  
E.Z. Nugman<sup>1</sup>, A.I. Poleshchuk<sup>1</sup>, A.S. Masheкова<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpaev, Almaty, Republic of Kazakhstan;<sup>2</sup> Kazakh-British Technical University, Almaty, Republic of Kazakhstan[Mashekov.1957@mail.ru](mailto:Mashekov.1957@mail.ru), [b\\_absadykov@mail.ru](mailto:b_absadykov@mail.ru)

**Abstract.** With the use of modern high-precision installation Gleeble3500 there were investigated patterns of change in deformation resistance and aluminum alloy structure 6060. The data patterns were investigated by physical modeling of rolling strips on the longitudinal wedge mill with different processing modes. With a unified position it was described the changes in the structure of aluminum alloy 6060 with a multi-stage compression at different temperatures and strain rates. It is found that the rolling of aluminum alloy at low temperatures will result in formation of a coarse grain structure and, conversely, rolling at high temperatures contributes to a fine grain structure in the metal structure.

**Keywords:** compression, deformation resistance, flexibility, experimentation, hardening, softening, recrystallization.

ӘОЖ 621.771.23

**ФИЗИКАЛЫҚ ҮЛГІЛЕУ ӘДІСІН ҚОЛДАНЫП  
ҮЗДІКСІЗ БОЙЛЫҚ-СЫНАЛЫ ОРНАҚТА АЛЮМИНИЙ  
ҚОРЫТПАСЫНАН ЖАСАЛҒАН ҚАҢЫЛТЫРДЫ ЫСТЫҚТАЙ  
ЖАЙМАЛАУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӨНДЕУ****С.А.Машеков<sup>1</sup>, Б.Н. Абсадыков<sup>2</sup>, М.М. Акимбекова<sup>1</sup>, А.С. Машекова<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы;<sup>2</sup> Қазақстан-Британ техникалық университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы

**Түйін сөздер:** қысу, деформация кедергісі, тәжірибе, беріктену, беріксіздену, рекристаллизация, алюминий қорытпасы.

**Аннотация.** Қазіргі заманғы дәлдігі жоғары Gleeble3500 қондырғысын қолданып, 6060 алюминий қорытпасының деформацияға кедергі жасау және құрылымының өзгеру заңдылықтары зерттелген. Бұндай зерттеу, бойлық-сыналы орнақта жаймалаудың әр түрлі режимдерін қолданып, физикалық модельдеумен жүргізілген. Әр түрлі температура мен деформация жылдамдықтарында көп сатылы жаншуды қолданып, бірдей көзқараспен 6060 алюминий қорытпасының құрылымының өзгеру заңдылықтары анықталған. 6060 алюминий қорытпасын төменгі температурада бойлық-сыналы орнақта жаймалағанда металлдың құрылымында салыстырмалы ірі түйіршіктер қалыптасатындығы анықталған, ал жоғарғы температураларда бойлық-сыналы орнақта айтылған қорытпаны деформациялау металл құрылымында салыстырмалы ұсақ түйіршіктерді қалыптастыратындығы табылған.

**Кіріспе.** Алюминий 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, жұмыс 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 [7,8,9]. 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 анықтауға 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.

Алюминий қорытпалардан сапалы жұқа жолақтарды жасау үшін және энергиякүштік параметрді азайту үшін біз құрылымы жаңа бойлық-сынала орнақты ұсындық [10]. 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 алюминий қорытпасын жаймалауды физикалық модельдеу жолымен, жоғары сапалы жолақты жасауға мүмкіндік беретін жаймалаудың ұтымды технологиялық процесін анықтау.

**Материалдар және зерттеу әдістемесі.** 6060 алюминий қорытпасынан (Si–0,3-0,6; Fe–0,1-0,3; Cu– 0,1; Mn –0,1; Mg – 0,35-0,6; Cr – 0,05; Zn – 0,15; Ti – 0,10) 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, 6060 алюминий қорытпасының реологиясын зерттеу мақсатымен дөңес соққышпен үлгілікті қысып

тәжірибені жүргіздік. Тәжірибені жүргізу үшін Gleeble3500 қондырғысын қолдандық. Бұл тәжірибелерде бойлық-сыналы орнағының жылдамдығымен белсенді жүктемені түсіріп үлгілікті циклді деформациялауды іске асырдық (кесте 1). Циклді деформациялаудың аралығында электржетек өшіріліп үлгілік дөңес соққышпен қысылған күйде қалдырылды. Бұндай жағдайда белсенді жүктеме түсіру сатысы релаксация сатысымен ауыстырылды.

Екінші вариантпен сынау, физикалық модельдеу нәтижесінде алынатын металдың микроқұрылымын анықтау үшін жүргізілді. Бұндай жағдайда, барлық белсенді жүктеме түсірілгеннен кейін қондырғының қарпығышын ажыратып, контейнерден үлгілікті шығардық.

Gleeble3500 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.

Кесте 1 – Физикалық модельдеудің тәжірибе жүргізу жоспары

№ вар.	□ <sub>1</sub> , %	t <sub>1</sub> , с	□ <sub>2</sub> , %	t <sub>2</sub> , с	□ <sub>3</sub> , %	t <sub>3</sub> , с	□ <sub>4</sub> , %	t <sub>4</sub> , с	□ <sub>5</sub> , %
Сынау температурасы – 450 °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 – 400 °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 – 350 °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 – 300 °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 – 250 °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: □ <sub>1</sub> –бірінші қапастағы бірлік жаншу; t <sub>1</sub> –бірінші қапастан кейінгі деформация аралық тыныс; □ <sub>2</sub> –екінші қапастағы бірлік жаншу; t <sub>2</sub> –екінші қапастан кейінгі деформация аралық тыныс; □ <sub>3</sub> –үшінші қапастағы бірлік жаншу; t <sub>3</sub> –үшінші қапастан кейінгі деформация аралық тыныс; □ <sub>4</sub> –төртінші қапастағы бірлік жаншу; t <sub>4</sub> - төртінші қапастан кейінгі деформация аралық тыныс; □ <sub>5</sub> –бесінші қапастағы бірлік жаншу.									

Gleeble3500 қондырғысының қыздыру жүйесі, тоқты тура өткізіп 10000°С/с және одан кіші жылдамдықпен үлгілікті қыздыруға және тұрақты тепе-тең температураны ұстап тұруға мүмкіндік береді. Үлгілікті ұстап тұратын қарпығыштың жоғарғы жылу өткізгіштігінің арқасында, Gleeble3500 қондырғысы үлгілікті жоғарғы жылдамдықпен салқындата алады. Қосымша салқындату жүйесі, үлгіліктің бет жағын 10000°С/с және одан да жоғары жылдамдықпен салқындатуды жүргізуге мүмкіндік жасайды. Термोजұптар және қосымша инфрақызыл пирометр үлгіліктің температурасын дәл бақылауға керекті дабылды компьютерге беріп тұрады.

Gleeble3500 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.

Gleeble3500 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. Gleeble3500 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 стандартқа сәйкесті, икемді, көп мақсатты Графикалық Интерфейспен қамтамасыз етілген.

Зерттеуді жүргізу процесінде үлгілікті Gleeble3500 қондырғысының контейнерінде 450°C 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 250 ÷ 450 °C температуралар аралығында 50 °C 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 алынған құрылымды зерттеу үшін кішкентай үлгіліктерді негізгі үлгіліктерден кесіп алдық.

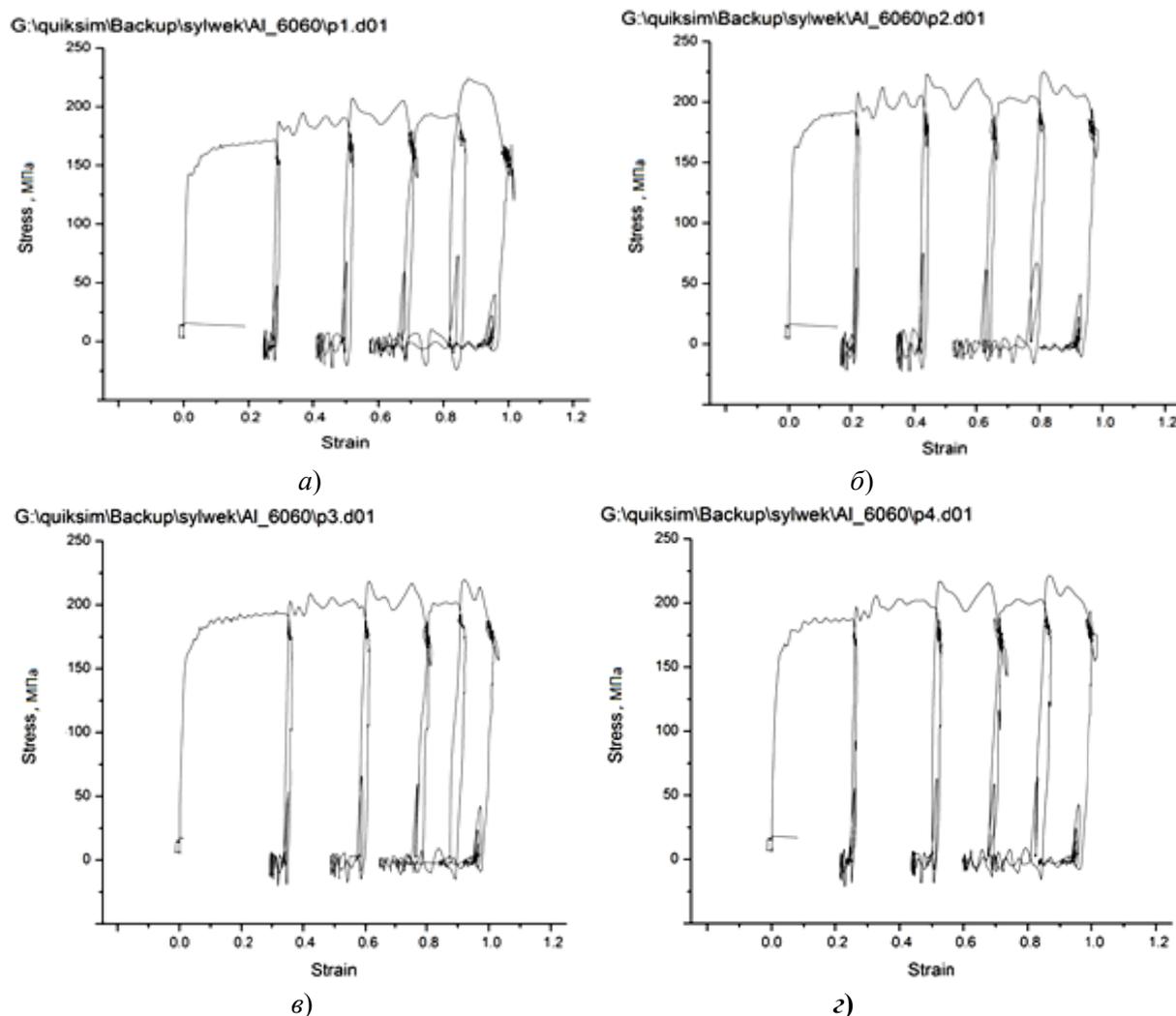
Металлографиялық зерттеулер үшін қажетті ысылманы, әдеттегі тәсілдерді қолданып, ажарлау және әрлеу дөңгелектерінде дайындадық. Үлгіліктерді улау үшін Келлер ертіндісін қолдандық.

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 Olympus фотоапаратымен қамтамасыз етілген. Алынған микроқұрылымның суреттері компьютерде сақталып біртіндеп шығарып алуға болады.

#### **Алынған нәтижелер және оларды талқылау**

1-5 суреттерде 6060 алюминий қорытпасы үшін деформация кедергісінің пластикалық деформациядан тәуелділігі келтірілген. Осы суреттерде келтірілген деформациядан пайда болатын беріктенудің қисық сызықтары алюминий қорытпаларына тән түрге иемденген.

Пластикалық ағыс кезінде пайда болатын деформациялық беріктену және беріксіздену процестері, төменгі температураларда деформацияланған үлгілікте қалай жүретін болса, сондай заңдылықпен жоғары температурада деформацияланған үлгілікте жүретіндігі (1–5 суреттер), көптеген тәжірибелерден байқалды.



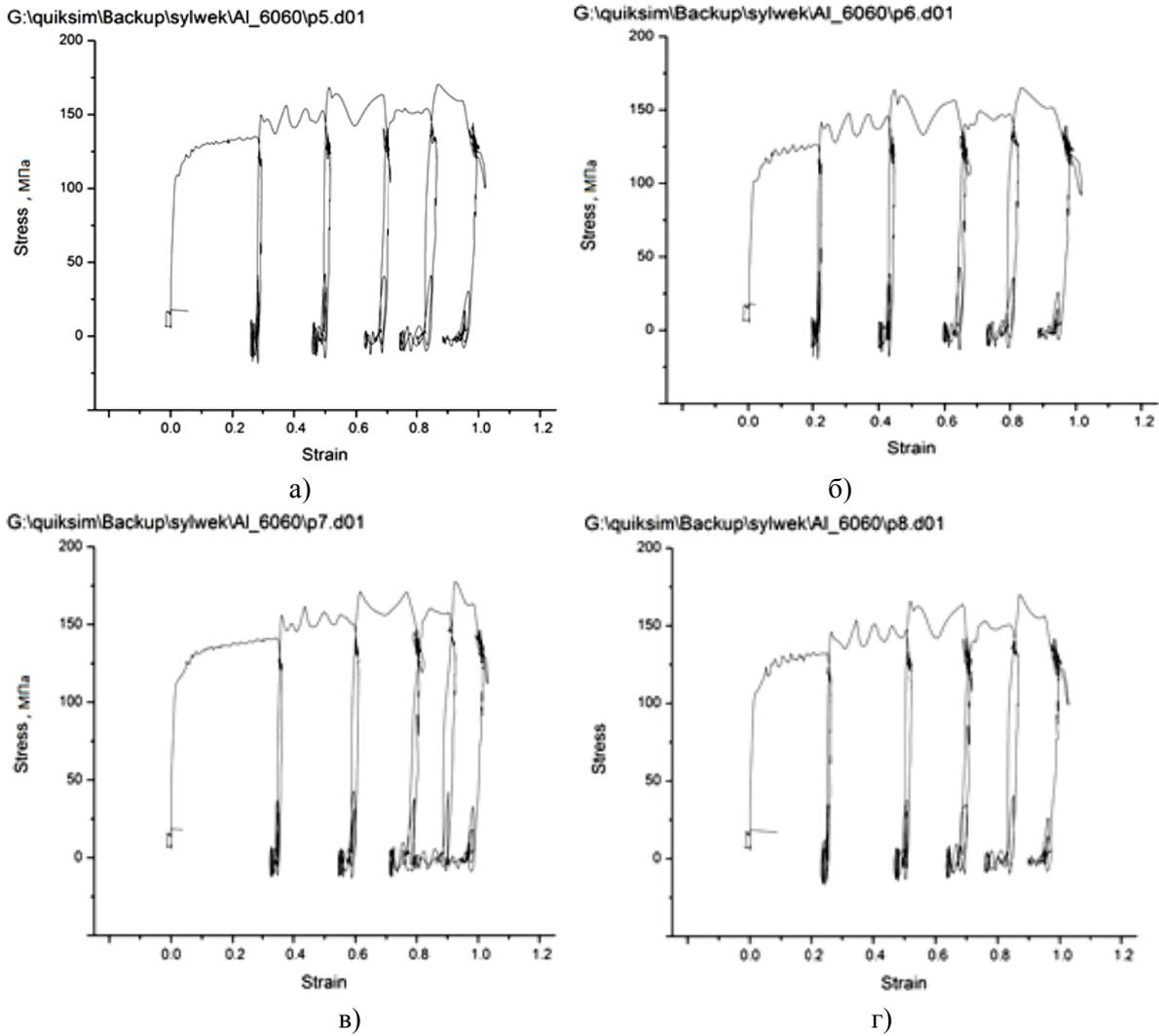
*a* – вариант 1; *б* – вариант 2; *в* – вариант 3; *з* – вариант 4

Сурет 1 – 250 °С температурасында 6060 алюминий қорытпасын әр түрлі варианттармен сынап алынған деформация кедергісінің қысық сызықтары

250 және 300 °С температураларында деформацияланған үлгіліктер үшін деформация кедергісінің бастапқы мәні салыстырмалы тым үлкен болатындығы 1 және 2 суреттерден көрініп тұр және пластикалық деформациялаудың соңында кернеудің мәні салыстырмалы бәсең көбейетіндігін байқауға болады.

Әдетте жоғары температурада алюминий қорытпаларының деформациясы жеңіл іске асады. 350, 400 және 450°С температураларында деформация кедергісінің мөлшері салыстырмалы кішкентай мәндерге иемденген және температурадан азырақ тәуелді болады.

Төменгі температураларда (250 және 300 °С) деформацияланған кезде, жүктеме астында үлгілікті ұстаудың санын көбейтсек, онда соққышқа түсетін қысым аздап көбейетіндігін тәжірибелер көрсетті. Осы себептен, деформация кедергісінің мөлшері де бәсең үлкейіп отырды. Өйткені, 6060 қорытпасында беріктену және беріксіздену процестері біртіндеп жүріп және деформация үлгіліктің кейбір аймақтарына шоғырланып, деформация кедергісі тым бәсең үлкеюі мүмкін. Сонымен, осылай анықталған деформация кедергісі, зерттеліп жатқан үлгіліктің деформациялану жағдайын қамтып көрсетті (металдың температурасын, деформация дәрежесі мен жылдамдығын және т.б.).

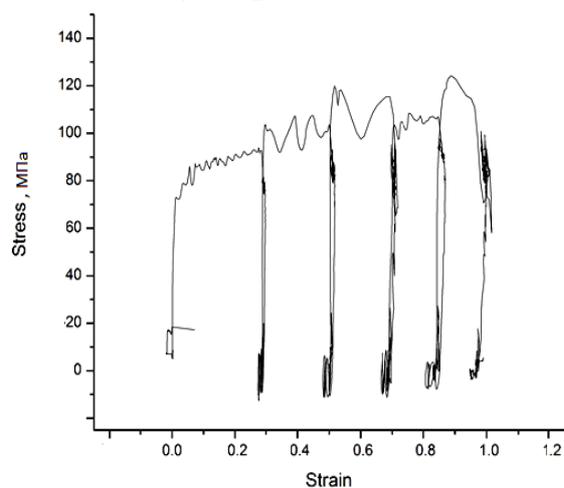


а – вариант 1; б – вариант 2; в – вариант 3; г – вариант 4

Сурет 2 – 300 °С температурасында 6060 алюминий қорытпасын әр түрлі варианттармен сынап алынған деформация кедергісінің қисық сызықтары

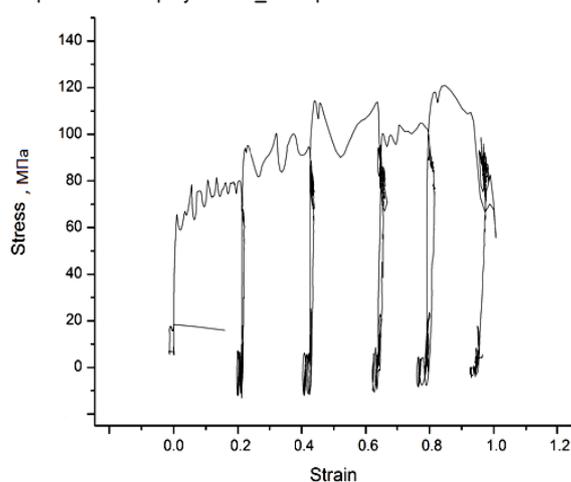
Жоғарғы температураларда (350, 400 және 450 °С) үлгіліктерді сынағанда, деформация кедергісінің мөлшері жаншу үлкейген сайын қарқынды көбейетіндігін көрсетті. Жоғарыда айтылғанды 3, 4 және 5 суреттер жақсы бейнелейді. Осы суреттер, жоғарғы температураларда деформация жылдамдығы мен деформацияның үлгілікте біркелкі таралуы деформация кедергісіне үлкен әсер ететіндігін көрсетеді. Бірінші қапаста кішкентай жылдамдықпен деформациялағанда алюминий қорытпасында беріктену және беріксіздену процестері қарқынды қатар жүріп, деформация кедергісі кішкентай мәнге ие болды, ал келесі қапастарда үлкен жылдамдықпен деформациялағанда беріктену процесі жақсырақ жүріп және деформация үлгілікте біркелкі тарап деформация кедергісі қарқынды көбейді.

G:\quiksim\Backup\sylwek\AI\_6060\p9.d01



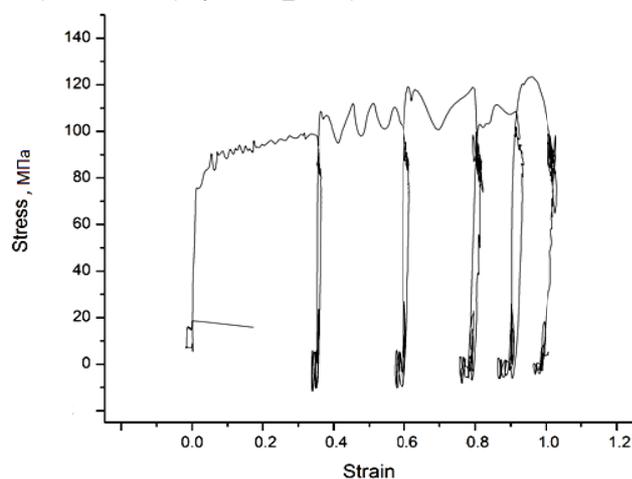
а)

G:\quiksim\Backup\sylwek\AI\_6060\p10.d01



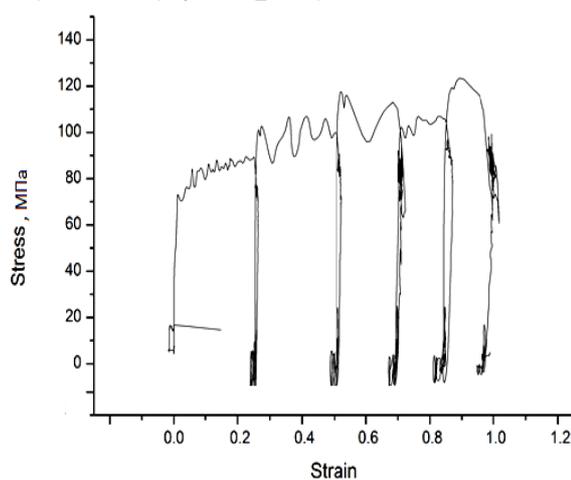
б)

G:\quiksim\Backup\sylwek\AI\_6060\p11.d01



в)

G:\quiksim\Backup\sylwek\AI\_6060\p12.d01



г)

а – вариант 1; б – вариант 2; в – вариант 3; г – вариант 4

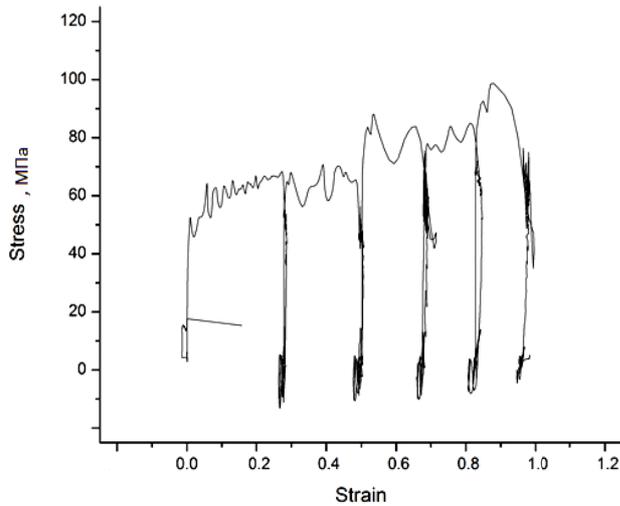
Сурет 3 – 350 °С температурасында 6060 алюминий қорытпасын әр түрлі варианттармен сынап алынған деформация кедергісінің қысқ сызықтары

Соңғы қапастарда үлкен жаншудымен жаймалайтын болсақ, онда деформация жылдамдығы жоғарлап, осыған сәйкесті деформация кедергісі үлкейіп, үлкен энергия шығынымен жаймалау іске асатындығына кеткен жөн.

Сонымен, 6060 алюминий қорытпасының беріктену және беріксіздену қысқ сызықтарын талдасақ, онда беріксіздену деформациялаудың бастапқы секундтарында тым қарқынды дамидығын, ал ары қарай 250 және 300 °С температураларында беріктену мен беріксіздену бірқалыпты және бәсең жүретіндігін, ал 350, 400 және 450 °С температураларында беріксізденумен салыстырғанда беріктену қарқынды жүретіндігін байқауға болады. Басқа сынау параметрлерін тұрақты ғып ұстап, тек сынау температурасын жоғарлататын болсақ, онда беріктенудің қалдығы көбейетіндігін графиктерден көруге болады.

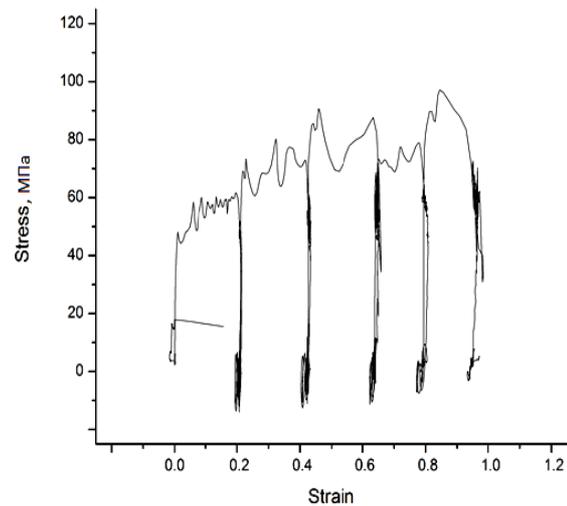
Біздің ойымызша, төменгі температураларда деформация кедергісінің бәсең өсуіне деформацияның үлгіліктің белгілі бір аймақтарында шоғырлануы, ал жоғарғы температураларда деформация кедергісінің қарқынды өсуіне деформацияның үлгілік көлемінде біркелкі таралуы себеп болады.

G:\quiksim\Backup\sylwek\AI\_6060\p13.d01



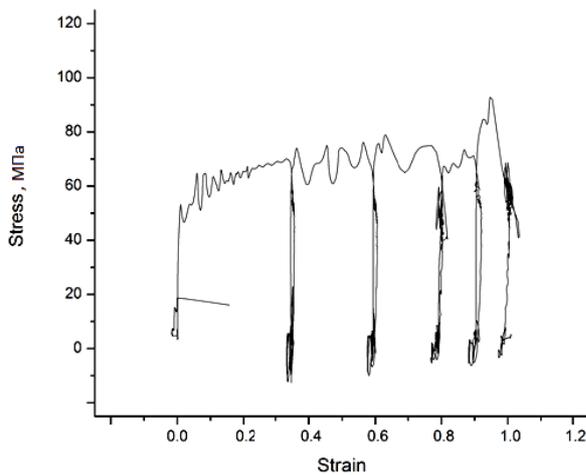
а)

G:\quiksim\Backup\sylwek\AI\_6060\p14.d01



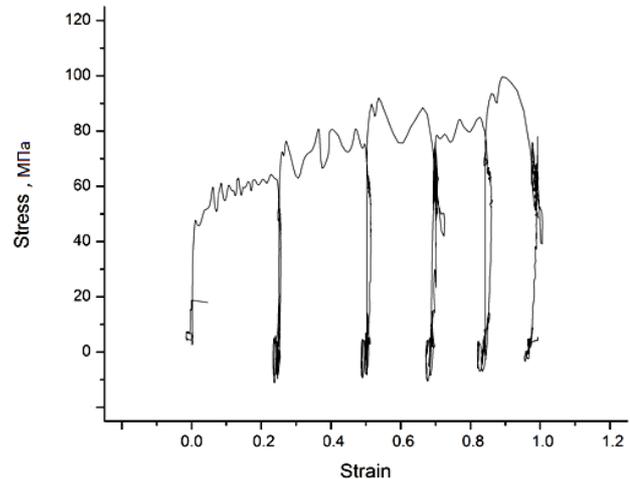
б)

G:\quiksim\Backup\sylwek\AI\_6060\p15.d01



в)

G:\quiksim\Backup\sylwek\AI\_6060\p16.d01



г)

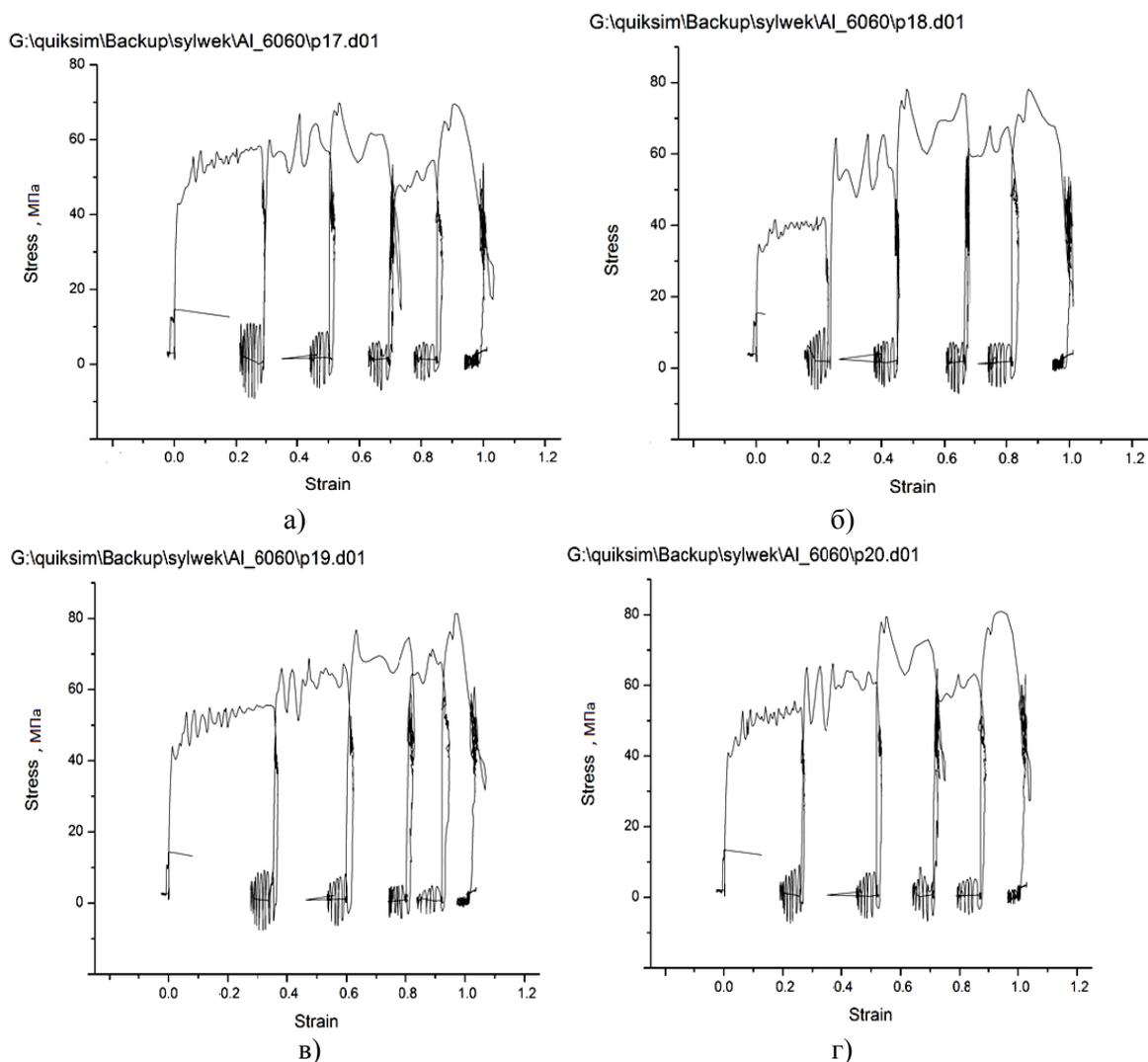
а – вариант 1; б – вариант 2; в – вариант 3; г – вариант 4

Сурет 4 – 400 °С температурасында 6060 алюминий қорытпасын әр түрлі варианттармен сынап алынған деформация кедергісінің қысық сызықтары

Деформацияның дәрежесі  $\varepsilon > 10 - 25\%$  болған кезде, 400 және 450 °С температуралары үшін салынған бөлшектеп деформациялаудың қысық сызықтары біртіндеп үлкейетіндігін 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.

Көптеген жағдайда деформация кедергісін тәжірибемен зерттеп алған нәтижелер, салыстыруға болатын жағдайларда алынған, әдебиеттерде [6,10] жарияланған мәліметтермен сәйкес келеді.

6060 алюминий қорытпасынан жасалған дайындама бастапқы күйде біркелкі емес микроқұрылымға иемденген. Осы микроқұрылым рекристаллизацияланбаған ірі түйіршіктен тұрды. Айтылған түйіршіктердің орташа мөлшері үлгіліктің биіктік бағытында 431 мкм, ал көлденең бағытында 468 мкм тең болды. Ірі түйіршіктердің шекарасында өлшемі  $\sim 53 - 58$  мкм болатын ұсақ түйіршіктер орналасқан.



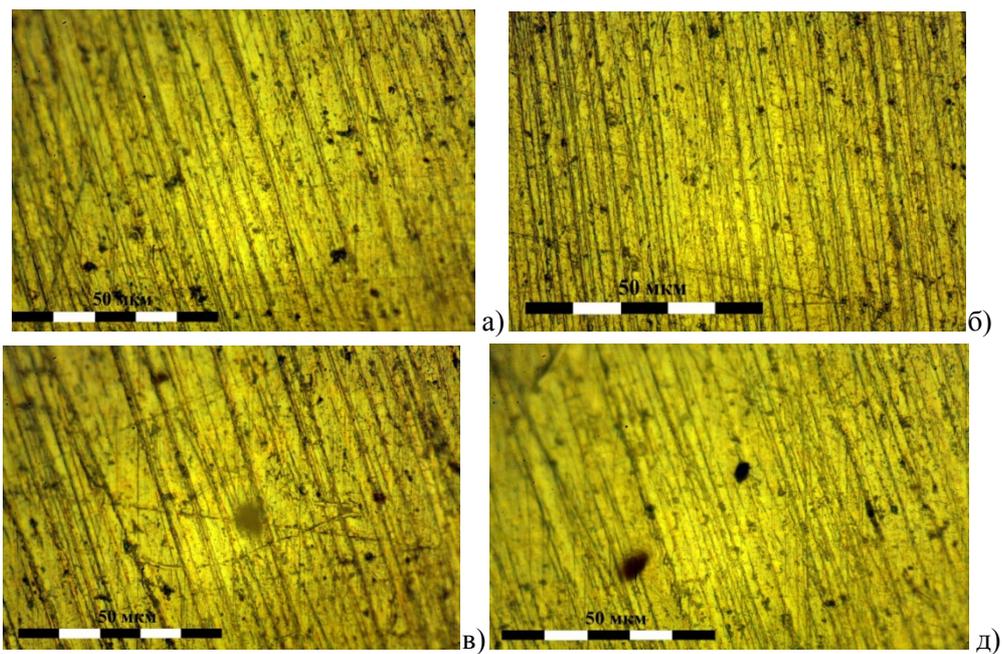
а – вариант 1; б – вариант 2; в – вариант 3; г – вариант 4

Сурет 5 – 450 °С температурасында 6060 алюминий қорытпасын әр түрлі варианттармен сынап алынған деформация кедергісінің қысық сызықтары

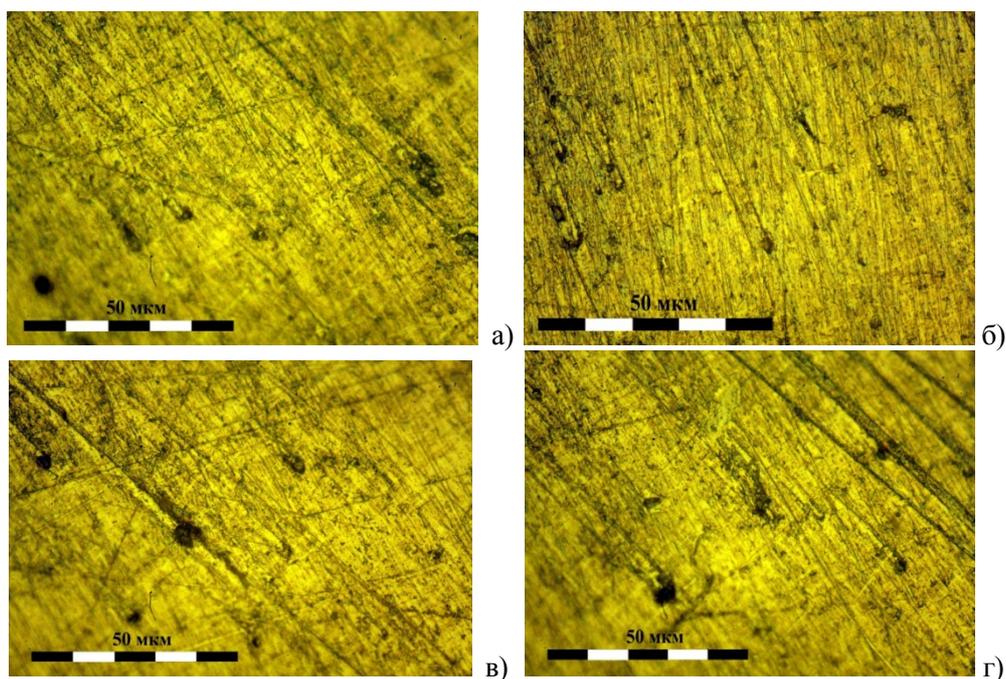
Деформацияланған үлгілікті металлографиялық зерттеу, 250 және 300°С температурасында шөктірілген металдың құрылымы рекристаллизацияланбаған екендігін көрсетті. Өйткені үлгілік түйіршіктерінің орташа өлшемі биіктік бағытында 431 мкм-ден 10-35 мкм дейін, ал көлденең бағытта 468 мкм-ден 1270 – 1320 мкм дейін өзгерді. Сонымен бірге, соңғы қапастардағы жаншуды үлкейткен кезде түйіршіктердің өлшемдері кішірейетіндігін айта кеткен жөн (суреттер 6, б және 7, б).

Сонымен 250 және 300 °С температурасында шөктірілген 6060 алюминий қорытпасының құрылымдық күйін зерттеу, үлгіліктің көлденең бағытында микрожолақтық құрылым қалыптасатындығын көрсетті (суреттер 6 және 7). Осындай кезде ішкі түйіршікті дислокацияның тығыздығы жоғарлап, ені 12-35 мкм-де тең болатын ығысу жолағы құрылады.

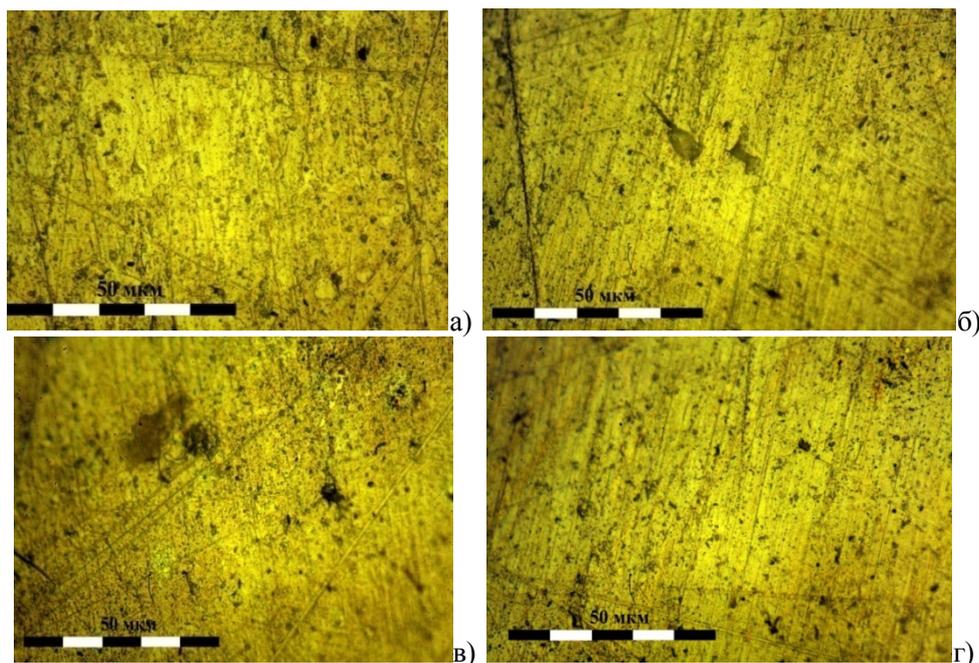
350, 400 және 450°С температураларында деформацияланған үлгіліктер металының құрылымы рекристаллизацияланған. Өйткені ыстықтай деформациялау нәтижесінде алынған биіктік бағытындағы түйіршіктер өлшемі 55 мкм-ден 92 мкм-ге дейін және көлденең бағыттағы түйіршіктер өлшемі 45 мкм-ден 84 мкм-ге дейін кішіреді (суреттер 8, 9 және 10).



*a* – вариант 1; *б* – вариант 2; *в* – вариант 3; *д* – вариант 4  
Сурет 6 – 6060 алюминий қорытпасын 250 °С температурасында жаймалаған кезде оның түйіршіктерінің өлшеміне жаншу мөлшерінің және деформация аралық тыныс уақытының әсері

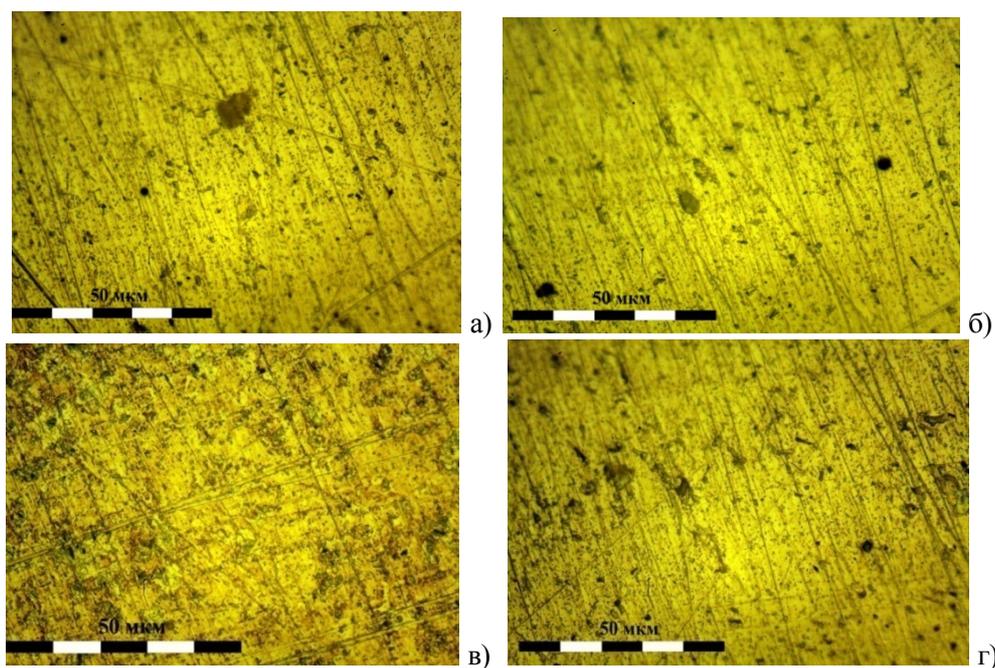


*a* – вариант 1; *б* – вариант 2; *в* – вариант 3; *г* – вариант 4  
Сурет 7 – 6060 алюминий қорытпасын 300 °С температурасында жаймалаған кезде оның түйіршіктерінің өлшеміне жаншу мөлшерінің және деформация аралық тыныс уақытының әсері



а – вариант 1; б – вариант 2; в – вариант 3; г – вариант 4

Сурет 8–6060 алюминий қорытпасын 350 °С температурасында жаймалаған кезде оның түйіршіктерінің өлшеміне жаншу мөлшерінің және деформация аралық тыныс уақытының әсері



а – вариант 1; б – вариант 2; в – вариант 3; г – вариант 4

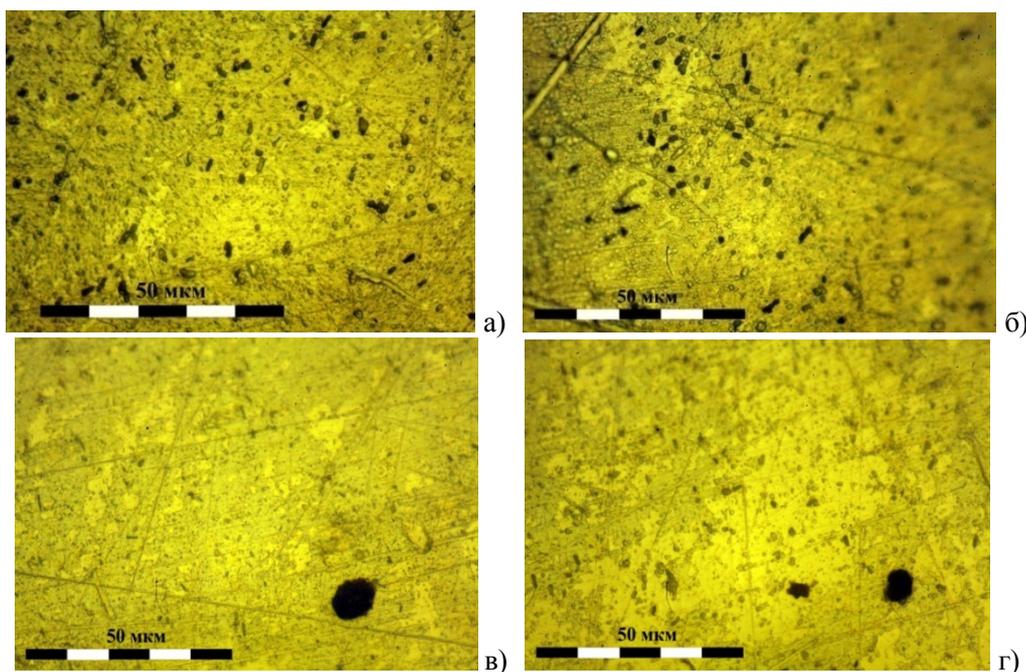
Сурет 9 – 6060 алюминий қорытпасын 400 °С температурасында жаймалаған кезде оның түйіршіктерінің өлшеміне жаншу мөлшерінің және деформация аралық тыныс уақытының әсері

Мөлшері бойынша ең кішкентай түйіршіктер, 450°С температурасында деформацияланған үлгіліктер металында алынғанына ерекше көңіл аудару қажет. Осы температурада үлгілік металын ыстықтай деформациялаған да биіктік және көлденең бағыттарда түйіршіктер өлшемі өте жақсы кішірейген, яғни түйіршіктер өлшемі биіктік және көлденең бағыттарда мынандай аралықта өзгерген (сәйкесті жазылған): 55 – 72 мкм; 45 – 68 мкм(сурет 10).

Сонымен, 350, 400 және 450°С температураларында үлгіліктерді деформациялау, дайындаманың бойлық және көлденең бағыттарында жуықты біркелкі және теңосьті құрылымды қалыптастыруға

алып келді (суреттер 8, 9 және 10). Тағыда айта кететін жай, ол температура өскен сайн дайындаманың түйіршікті және субтүйіршікті құрылымың ары қарай ұсақталуы. Дайындама металында беріксіздену процестері жүру нәтижесінде, полигонизация және рекристаллизация процестері жүрген құрылым үлгіліктің барлық көлемі бойынша қалыптасып, үлгілікте орташа өлшемі 45 – 92 мкм болатын түйіршіктер пайда болады.

Жоғарыда айтылған құрылымның өзгеру заңдылығын анықтағаннан кейін, деформация кедергісінің 350, 400 және 450°C температураларында тез өсуін деформацияның үлгілікте біркелкі таралуымен тек түсіндіруге болады. Деформация біркелкі тарағанда деформация кедергісі мөлшерінің үлкен болатындығы белгілі [6,10]. Осымен бірге, 250 және 300 °C температураларында деформация кедергісінің бояу өсуіне үлгіліктің белгілі бір жерлерінде деформацияның шоғырлануы тек себеп болады деп айтуға болады.



а – вариант 1; б – вариант 2; в – вариант 3; г – вариант 4

Сурет 10 – 6060 алюминий қорытпасын 450 °C температурасында жаймалаған кезде оның түйіршіктерінің өлшеміне жаншу мөлшерінің және деформация аралық тыныс уақытының әсері

Металл құрылымының осындай заңдылықпен өзгеруін былай түсіндіруге болады. Деформация температурасы төмен болған кезде алюминий қорытпаларында беріктену процестері едәуір жылдам жүреді.

Алюминий қорытпаларын жоғары температураларда деформациялағанда ішкі энергияны жинау жеткілікті қарқынмен жүрмейді. Бұндай жағдайларда, тек салыстырмалы жоғары деформациялар мөлшерімен жаймалағанда, мөлшері жеткілікті ішкі энергия жиналап, полигонизация және рекристаллизация процестері толық жүреді. Бұл ұсақ түйіршікті құрылымды алуға мүмкіндік береді.

**Қорытынды.** 1. 6060 алюминий қорытпасын төменгі температурада бойлық-сыналы орнақта жаймалау металл құрылымында салыстырмалы ірі түйіршіктерді қалыптастыруға алып келеді.

2. Алюминий қорытпасын бойлық-сыналы орнақта жоғарғы температураларда деформациялағанда жолақ металында салыстырмалы ұсақ түйіршіктерді құрылым қалыптасады.

## ӘДЕБИЕТ

[1] Бродова И.Г., Петрова А.Н., Ширинкина И.Г. Сравнение закономерностей формирования структуры алюминиевых сплавов при большой и интенсивной пластической деформации / И.Г. Бродова, // Известия РАН, Серия физическая, 2012, №11. - С. 1378-1383.

[2] Колачев Б.А., Елагин В.И., Ливанов В.А. *Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов: учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Металловедение и терм. обраб. металлов" /* - Изд. 4-е, перераб. и доп. - М.: МИСИС, 2005. - 427 с.

[3] 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.*

[4] Fragmentation of the structure in Al-based alloys upon high speed effect / I.G. Brodova, E.V. Shorokhov, A.N. Petrova et al // *Reviews on Advanced Materials Science*. - 2010. - № 25. - P. 128-135.

[5] Brodova I., Shirinkina I., Petrova A. Dispersion of the structure in Al-based alloys by different methods of severe plastic deformation// *Materials Science Forum*. - 2011. - Vol. 667-669. - P. 517-521.

[6] Микляев П.Г., Дуденков В.М. *Сопrotивление деформации и пластичность алюминиевых сплавов: Справочник. М.: Металлургия, 1979. -183 с.*

[7] Скрябин С.А. *Технология горячего деформирования заготовок из алюминиевых сплавов на ковочных вальцах // - Винница: А. Власюк. – 2007. – 284 с.*

[8] Галкин В.И., Шлѐнский А.Г. *Моделирование процессов штамповки методом конечных элементов: Метод. указания. – М.: МАТИ, 2006. – 76 с.*

[9] Моделирование процесса объемной штамповки в системе QForm / Сост. А.В. Овчинников: Метод. указания. – М.: МАТИ, 2006. – 39 с.

[10] Патент РК № 27884 . Продольно-клиновой стан для прокатки полос из сталей и сплавов / Машеков С.А., Нугман Е.З., Машекова А.С. и др. // *Опубл. 25.12.2013, бюл. №12. 3 с.: ил.*

[11] Полухин П.И., Гун Г.Я., Галкин А.М. *Сопrotивление пластической деформации металлов и сплавов. Справочник. - М.: Металлургия, 1983. - 352 с.*

#### REFERENCES

[1] Brodova I.G., Petrova A.N., Shirinkina I.G. Svrnjenje zakonomernostej formirovanija struktury aljuminievyh splavov pri bol'shoj i intensivnoj plasticheskoj deformacii / I.G. Brodova, // *Izvestija RAN, Serija fizicheskaja*, 2012, №11. S. 1378-1383. (in Russ.).

[2] Kolachev B.A., Elagin V.I., Livanov V.A. *Metallovedenie i termicheskaja obrabotka cvetnyh metallov i splavov: ucheb. dlja studentov vuzov, obuchajushhihsja po special'nosti "Metallovedenie i term. obrab. metallov" /* - Izd. 4-е, pererab. i dop. - М.: MISIS, 2005. - 427 s. (in Russ.).

[3] Kolachev B.A., Elagin V.I., Livanov V.A. *Metallovedenie i termicheskaja obrabotka cvetnyh metallov i splavov. Uchebnik dlja vuzov. 3-е izd., pererab. i dop. М.: MISIS, 1999. 416 s. (in Russ.).*

[4] Fragmentation of the structure in Al-based alloys upon high speed effect / I.G. Brodova, E.V. Shorokhov, A.N. Petrova et al // *Reviews on Advanced Materials Science*. - 2010. - № 25. - P. 128-135. (in Russ.).

[5] Brodova I., Shirinkina I., Petrova A. Dispersion of the structure in Al-based alloys by different methods of severe plastic deformation// *Materials Science Forum*. - 2011. - Vol. 667-669. - P. 517-521. (in Russ.).

[6] Mikljaev P.G., Dudenkov V.M. *Soprotivlenie deformacii i plastichnost' aljuminievyh splavov: Spravochnik. М.: Metallurgija, 1979. -183 s. (in Russ.).*

[7] Skrjabin S.A. *Tehnologija gorjachego deformirovanija zagotovok iz aljuminievyh splavov na kovochnyh val'cah // - Vinnica: A. Vlasjuk. – 2007. – 284 s. (in Russ.).*

[8] Galkin V.I., Shljonskij A.G. *Modelirovanie processov shtampovki metodom konechnyh jelementov: Metod. ukazanija. – М.: МАТИ, 2006. – 76 s. (in Russ.).*

[9] Modelirovanie processa ob#emnoj shtampovki v sisteme QForm / Sost. A.V. Ovchinnikov: Metod. ukazanija. – М.: МАТИ, 2006. – 39 s. (in Russ.).

[10] Patent RK № 27884 . Prodol'no-klinovoj stan dlja prokatki polos iz stalej i splavov / Mashekov S.A., Nugman E.Z., Masheкова A.S. i dr. // *Opubl. 25.12.2013, bjul. №12. 3 s.: il. (in Russ.).*

[11] Poluhin P.I., Gun G.Ja., Galkin A.M. *Soprotivlenie plasticheskoi deformacii metallov i splavov. Spravochnik. - М.: Metallurgija, 1983. - 352 s. (in Russ.).*

#### РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ ЛИСТОВ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ НА НЕПРЕРЫВНОМ ПРОДОЛЬНО-КЛИНОВОМ СТАНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

С.А.Машеков<sup>1</sup>, Б.Н. Абсадыков<sup>2</sup>, М.М. Акимбекова<sup>1</sup>, А.С. Машекова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, г. Алматы, Республика Казахстан;

<sup>2</sup>Казахстанско-Британский технический университет, г. Алматы, Республика Казахстан

**Аннотация.** С использованием современной высокоточной установки Gleeble3500 исследованы закономерности изменения сопротивления деформации и структуры алюминиевого сплава 6060. При этом данные закономерности исследованы путем физического моделирования прокатки полос на продольно-клиновом стане с различными режимами обработки. С единой позиции описано изменение структуры алюминиевого сплава 6060 при многоступенчатом обжиге при различных температурах и скоростях деформирования. Установлено, что прокатка алюминиевого сплава при низких температурах приведет к формированию в структуре крупнозернистой структуры и, наоборот, прокатка при высоких температурах способствует формированию в структуре металла мелкозернистой структуры.

**Ключевые слова:** сжатие, сопротивление деформации, пластичность, эксперимент, упрочнение, разупрочнение, рекристаллизация.

Поступила 16.05.2016 г.

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

Volume 3, Number 307 (2016), 66 – 71

UDC 620.01

THE ELECTRONIC CIRCUIT SYSTEM OF TRACKING THE MOVEMENT OF THE SUN  
ON THE BASIS OF PIC MICROCONTROLLERS TO CONTROL THE SUPPORTING-  
TURNING MECHANISM HELIOSTAT

S.U. Ismailov<sup>2</sup>, F.A. Satybaldyieva<sup>1</sup>, A.A. Saribaev<sup>2</sup>, A.A. Musabekov<sup>2</sup>, A.S. Ismailova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kazakh national research technical university named after Satpayev K.I.;

<sup>2</sup>South Kazakhstan State University, named after M. O. Auezov

feruzaken@mail.ru

**Key words:** microcontroller, heliostat, optoelectronic counters, phototransistors, sensors.

**Abstract:** At the present time in many editions of far and near abroad, offering a range of electronic circuits for tracking the movement of the Sun, but each of them has certain disadvantages, especially in terms of improvement.

In work use of the combined system of tracking Sun movement in heavenly sphere is offered. Association of programmed control and system of tracking is connected with feedback by following reasons: programmed control is convenient for using, when there is a necessity to establish heliostat on the necessary position, for example, at clearing of weather after a rain, changes of weather with cloudy for clear day etc. System of tracking with feedback the automatic will spend during the day process of tracking the Sun but when there will be weather changing when there will be moments of insufficient radiation of Solar energy, heliostat will stop and will pass in a waiting mode. After weather will clear up also Sunlight will be enough, the system of tracking of programmed control by a settlement way will define co-ordinates of position of the Sun and will establish heliostat in the necessary position, then the system of tracking of programmed control will transfer control to system of tracking with feedback. Thus, the economy of consumption of energy heliostat by installations and an operational administration will be carried out.

For the implementation of the automated management system heliostat mirror concentrating system may use a PIC microcontroller with a special routine which implements the function equation of motion of the object. Therefore working out of the electronic scheme of system of tracking on the basis of PIC the microcontroller will allow to adapt and combine functions of management and tracking in one single whole, will allow to reduce factor the Inertia and delay of system of tracking, at the expense of use of the combined system of tracking.

In this work the presented ratio decreases the inertia and lag of the tracking system. This is achieved through the use of combination tracking system.

УДК 620.01

ЭЛЕКТРОННАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ СЛЕЖЕНИЯ  
ЗА ДВИЖЕНИЕМ СОЛНЦА  
НА БАЗЕ PIC МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ  
ОПОРНО-ПОВОРОТНЫМ МЕХАНИЗМОМ ГЕЛИОСТАТА

С.У. Исмаилов<sup>2</sup>, Ф.А. Сатыбалдиева<sup>1</sup>, А.С. Сарibaев<sup>2</sup>, А.А. Мусабеков<sup>2</sup>, А.С. Исмаилова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан;

<sup>2</sup>Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Республика Казахстан

**Ключевые слова:** микроконтроллер, гелиостат, оптоэлектронные счетчики, фототранзисторы, датчики.

**Аннотация.** В нынешнее время во многих изданиях дальнего и ближнего зарубежья предлагается множество различных электронных схем для слежения за движением Солнца, но каждая из них обладает определенными недостатками, особенно это касается в плане их совершенствования [1-9].

В работе предлагается использование комбинированной системы слежения за движением Солнца в небесной сфере. Объединение программного управления и системы слежения с обратной связью связано следующими причинами: программное управление удобно использовать, когда возникает необходимость устанавливать гелиостат на нужное положение, например, при прояснении погоды после дождя, смены погоды с пасмурного на ясный день и т.д. Система слежения с обратной связью автоматически в течение дня будет проводить процесс слежения за Солнцем, но когда будут происходить перемены погоды, когда будут моменты недостаточного излучения Солнечной энергии, гелиостат остановится и перейдет в режим ожидания. После того, как погода прояснится и Солнечного излучения будет достаточно, система слежения программного управления расчетным путем определит координаты положения Солнца и установит гелиостат в нужное положение, затем система слежения программного управления передаст управление системе слежения с обратной связью. Таким образом, будет осуществляться экономия потребления энергии гелиостатными установками и оперативное управление.

Для реализации автоматизированной системы управления гелиостатом зеркально-концентрирующей системы возможно применение PIC микроконтроллера со специальной подпрограммой, которая реализует функцию уравнение движения объекта. Поэтому разработка электронной схемы системы слежения на основе PIC микроконтроллера позволит адаптировать и совместить функции управления и слежения в одно единое целое, позволит уменьшить коэффициент инерционности и запаздывание системы слежения, за счет использования комбинированной системы слежения.

Программная часть управления «постоянно на опережение» корректирует координаты положения Солнца и гелиостата и тем самым меньше затрачивается времени на поиск Солнца в небесной сфере.

**Введение.** Ориентация гелиостата в режиме непосредственного слежения с помощью оптоэлектронных счетчиков (ОЭС) имеет свои достоинства и недостатки. К преимуществам таких систем относятся: относительно простое регулирование положения; автоматическая компенсация неточностей опорно-поворотного устройства (ОПУ). К недостаткам ОЭС относятся: необходимость наличия для каждой зеркально-концентрирующей системы (ЗКС) пары оптоэлектронных датчиков, отдельных достаточно жестких стоек, на которые устанавливаются оптические датчики; потеря Солнца при наличии облачности; при выполнении ОЭС функции, как перевод ЗКС в утреннее или безаварийное положение, требуется включение в них дополнительных электронных устройств и подпрограмм. Практика использования ОЭС показала, что до настоящего времени практически неисследованы точности слежения ЗКС с помощью угломерных датчиков, в том числе величина "зоны нечувствительности", их точности слежения, обеспечиваемые оптическими датчиками, в целом не исследована динамика изменения углов ориентации ЗКС (в том числе и гелиостатных) в течение дня и года, особенно при наличии облачности [10-12].

**Методы исследования.** За основу разработки интеллектуального датчика для системы слежения принято электронное устройство, для гелиостата описанное в работе Т. Байерса [13]. Данное электронное устройство собрано из фототранзисторов, операционных усилителей выполняющие функции компаратора, цифровые логические элементы и силовых элементов для управления двигателями постоянного тока. В качестве фотодатчика использованы четыре фототранзистора, которые закрыты друг от друга специальной перегородкой и направлены Север-Юг, Восход-Запад. Когда фототранзистор достаточно освещен его сигнал поступает на вход компаратора и компаратор вырабатывает сигнал «1», если транзистор затемнен или недостаточно освещен, то компаратор вырабатывает сигнал «0». Сигналы от компараторов поступает на цифровые логические элементы, которые вырабатывают определенную логику работы системы слежения в соответствии с вырабатываемыми сигналами от четырех фототранзисторов. И зависимости от того какие фототранзисторы достаточно освещены и какие фототранзисторы затемнены или недостаточно освещены включаются и выключаются двигатели ОПУ гелиостата, тем самым обеспечивается непрерывное слежение за движением Солнца и ориентация гелиостата.[14-16]

В этой схеме имеются следующие недостатки:

- 1) Непрерывное слежение и тем самым постоянное потребление электроэнергии ОПУ;
- 2) Ручная установка ориентира гелиостата на утреннее время;
- 3) При неблагоприятной погоде происходит потеря ориентации и при этом система слежения постоянно работает;
- 4) При потере ориентира гелиостата система слежения восстанавливается длительное время;

- 5) Электронная схема не обладает гибкостью в ее развитии;
- 6) Логика работы жесткая и не обладает гибкостью;
- 7) При добавлении каких-либо функции работы в систему слежения, электронная схема усложняется.

Предлагаемая электронная схема системы слежения на основе PIC микроконтроллера совершенно иная. От взятой за основу схемы применена только конструкция расположения и размещения фототранзисторов в специальном корпусе, остальное в разработанной схеме принципиально отличается. Цифровые логические элементы заменены на PIC микроконтроллер и тем самым расширены функциональные возможности работы системы слежения, а также включены функции контроля и управления работой гелиостата и функции информационного обеспечения. Разработанная электронная схема для системы слежения представлена на рисунке 1.

Данная схема гораздо меньше потребляет электроэнергию, но по функциональным возможностям намного превышает взятую за основу схему. Функциональная клавиатура, показанная на схеме предназначена для ручной установки гелиостата в нужное положение, а также для просмотра на жидко-кристаллическом дисплее (ЖКД) параметров работы системы слежения и ориентации.

За счет того, что микроконтроллер можно программировать появляется возможность постоянного совершенствования автоматической системы слежения новыми функциями работы и повышать точность и качество слежения за движением Солнца, ориентацию гелиостата, технические и эксплуатационные параметры работы всей системы.

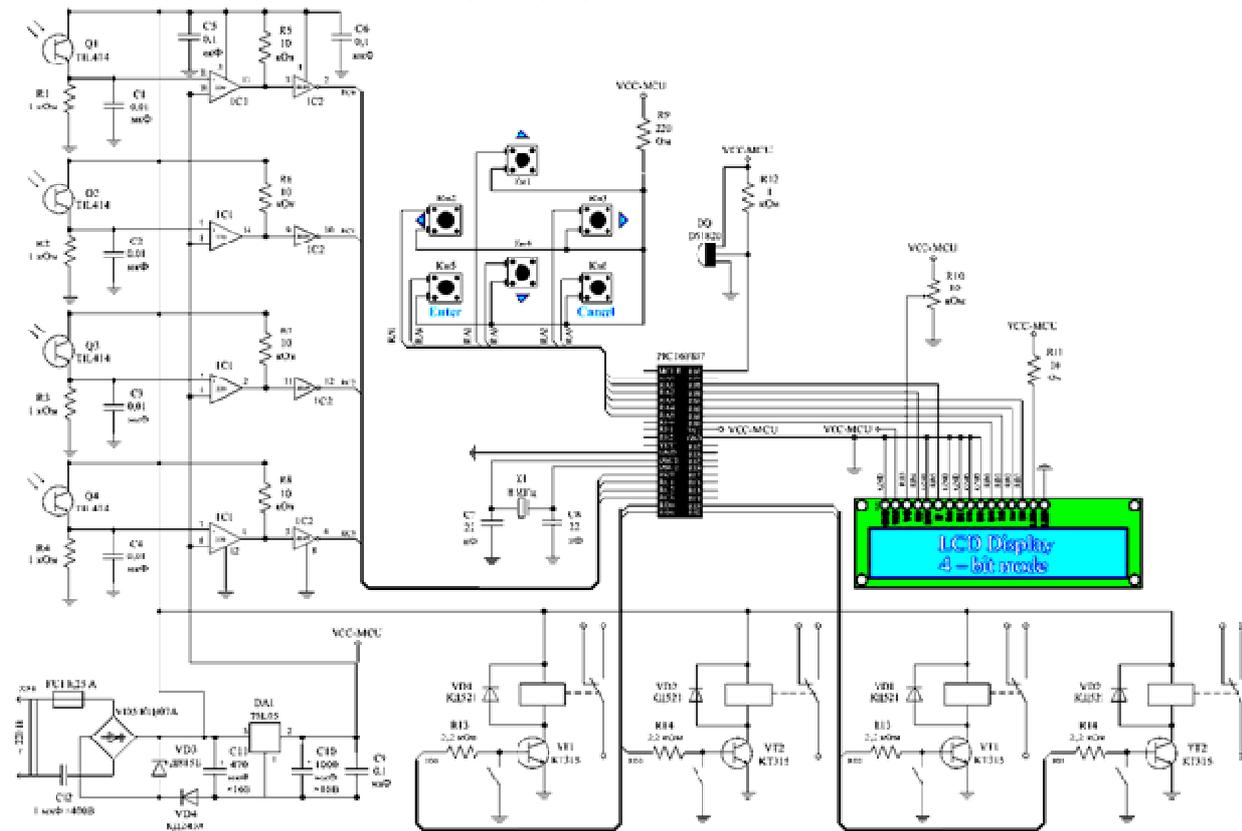


Рисунок 1 – Принципиальная схема системы слежения гелиостата

**Результаты исследования.** Получаемые данные в процессе работы автоматической системы слежения можно передавать по каналу RS-232 в персональный компьютер (ПК), а также контролировать и управлять работой системы слежения и гелиостата с помощью разрабатываемой системы автоматизации. Возможности данной электронной схемы системы слежения на основе PIC микроконтроллера практически не ограничены. Оперативную и постоянную память

микроконтроллера можно наращивать и тем самым можно расширять возможности программы вшитой в микроконтроллер. К данной схеме без труда можно подключать, какие либо дополнительные устройства.[17-18]

Уменьшение инерционности и запаздывание системы достигается за счет использование комбинированной системы слежения. Программная часть управления «постоянно на опережение» корректирует координаты положения Солнца и гелиостата и тем самым меньше затрачивается времени на поиск Солнца в небесной сфере.

Качество и точность наведения гелиостата на Солнце обеспечивается за счет корректирующих воздействия получаемых в процессе программного вычисления координат и сравнения их с координатами получаемых от системы слежения с обратной связью.

**Обсуждение результатов.** Развитие цивилизации достигло такого уровня, когда для решения глобальных задач необходимо объединение усилий всех стран мира. И в первую очередь это относится к обеспечению прогресса в сфере производства и использования энергии. Одной из приоритетных задач мирового сообщества является создание системы глобальной энергетики, которая позволила бы осуществлять бесперебойное снабжение широких слоев населения во всем мире энергетическими ресурсами по экономически обоснованным ценам, поддерживать долгосрочную стабильность на мировом и региональных энергетических рынках и обеспечивать экологическую безопасность [19].

В развитие отечественной и мировой гелиотехники, а именно, фотоэлектрического способа преобразования солнечной энергии внесли большой вклад российские ученые: Алферов Ж.И., Андреев В.М., Баум В.А., Баранов В.К., Вавилов В.С., Васильев А.М., Евдокимов В.М., Каган М.Б., Колтун М.М., Кондратьев К.Я., Ландсман А.П., Лидоренко Н.С., Пивоварова З.И., Полисан А.А., Потапов В.Н., Рябиков С.В., Тарнижевский Б.В., Тверьянович Э.В., Тюхов И.И., Стребков Д.С., Селиванов Н.П., а также зарубежные ученые Бекман У., Даффи Дж., Анто-нио Луки, Клейн С., Колларес - Перейра М., Лю Б., Джордан Р., Холландс К. и ряд других выдающихся ученых.

**Выводы.** Таким образом, разработанная электронная схема обладает следующими преимуществами:

- 1) Схема обладает гибкостью для совершенствования;
- 2) Есть возможность улучшать и повышать работу микроконтроллера за счет расширения памяти, замены другим более совершенным микроконтроллером, добавлять и подключать дополнительные элементы и устройства к микроконтроллеру и самой схеме;
- 3) Практически не ограничены функциональные возможности системы слежения и системы контроля и управления работой гелиостата;
- 4) Программно можно постоянно улучшать технические параметры процесса слежения, контроля и управления;
- 5) Есть возможность обмениваться данными с другими системами и самой системой автоматизации;
- 6) Расширяются возможности информационного обеспечения системы слежения и системы автоматизации;
- 7) Малая инерционность и запаздывание системы слежения.

В дальнейшем при модернизации электронной схемы системы слежения на основе PIC микроконтроллера возможна замена оптоэлектронных датчиков на абсолютные энкодеры, работающие на эффекте Холла.[20]

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Патент RU2043583 РФ. Устройство для ориентации гелиоустановки / Кузьменко В.В., Долик Ю.С., Кузьменко И.П.; опубл. 1992.
- [2] Патент RU2280918 РФ. Солнечная электростанция / Прокопов О.И., Ярмухаметов У.Р.; опубл. 2005.
- [3] Патент RU2286517 РФ. Солнечная фотоэлектрическая установка / Алферов Ж.И., Андреев В.М. и др; опубл. 2005.
- [4] Патент RU2285210 РФ. Солнечная комбинированная концентрирующая энергоустановка / Стребков Д.С. и др; опубл. 2005.

- [5] Заявка: 2006143012/06. Система ориентации солнечных модулей с концентраторами для нагрева теплоносителя (варианты) / Майоров В.А.; 2008.
- [6] Патент RU2280217 РФ. Панель солнечной батареи конструкции / Буркова Л.Н., Бурков Л.Н.; опубл. 2005.
- [7] Патент №2380624. Устройство для управления солнечной энергией / Тачелт Морис Дж; 2005.
- [8] Патент RU2026515 РФ. Гелиоустановка для слежения за положением солнца/ Ашурлы З.И.О., Гаджиев М.Г. и др; опубл. 1992.
- [9] Патент № 2416767. Фотоэлектрический солнечный модуль для слежения за положением солнца и управления ориентацией солнечных фотоэлектрических модулей / Худыш А.И. и др; 2011.
- [10] Кивалов С.Н., Захидов Р.А. Применение концентрирующих систем для фотоэлектрического преобразования солнечного излучения// Гелиотехника. -2001. -№3. С.66-78.
- [11] Harkonen J. Processing of high efficiency silicon solar cells. Helsinki University of Technology Reports in Electron Physics. – Helsinki, 2001. P.45-51.
- [12] Абдурахманов А., Акбаров Р.Ю., Сарibaев А, Юлдашев А.А. Расширение функциональных возможностей системы управления гелиополя Большой Солнечной Печи. // Тезисы докладов 2-ой Международной конференции. - Ташкент, 2000. С.81.
- [13] Байерс Т. 20 конструкций солнечных элементов / пер. с англ. -М.: Мир, 1988. С.40-60.
- [14] Лакота Н.А. Проектирование следящих систем: физические и методические основы. – М.: Машиностроение, 2004. – 352 с.
- [15] Peter Wurfel. Physics of Solar Cells. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co, KGaA, Weinheim 2005
- [16] Сибикин Ю. Д., Сибикин М. Ю. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. – К.: РадиоСофт, 2008. –338с.
- [17] Gerwin Harry L. A mini-size low cost heliostat system // «Solar Energy», 1986.– 36.– № 1.– P.3–9
- [18] Сарыбаев А.С Системы слежения гелиоустановок «Международный форум по обсуждению разбития продуктов и технология солнечной энергетики» Междунар. конференция 4–5 Июля 2007г, Ланджоу Китай
- [19] <http://www.dissercat.com/content/povyshenie-effektivnosti-ispolzovaniya-solnechnoi-energii-v-energeticheskikh-ustanovkakh-s-k#ixzz3tW5Td3f8>
- [20] Abdurahmanov A. Akbarov R.Yu., Saribaev A, Kudrin O.I.Sabirov Yu.B.Mamatkasimov M. Big Solar Technological Furnace.// 7 th International Symposium on Solar Thermal Concentrating Technologies. – М.; Russia, 1994. –P.86

## REFERENCES

- [1] Patent RU2043583 RF. Ustrojstvo dlja orientacii gelioustanovki / Kuz'menko V.V., Dolik Ju.S., Kuz'menko I.P; opubl. 1992.
- [2] Patent RU2280918 RF. Solnechnaja jelektrostancija / Prokopov O.I., Jarmuhametov U.R; opubl. 2005.
- [3] Patent RU2286517 RF. Solnechnaja fotojelekticheskaja ustanovka / Alferov Zh.I., Andreev V.M. i dr; opubl. 2005.
- [4] Patent RU2285210 RF. Solnechnaja kombinirovannaja koncentrirujushhaja jenergoustanovka / Strebkov D.S. i dr; opubl. 2005.
- [5] Zajavka: 2006143012/06. Sistema orientacii solnechnyh modulej s koncentratorami dlja nagreva teplonositelja (varianty) / Majorov V.A; 2008.
- [6] Patent RU2280217 RF. Panel' solnechnoj batarei konstrukcii / Burkova L.N., Burkov L.N; opubl. 2005.
- [7] Patent №2380624. Ustrojstvo dlja upravlenija solnechnoj jenergiej / Tachel't Moris Dzh; 2005.
- [8] Patent RU2026515 RF. Gelioustanovka dlja slezhenija za polozheniem solnca/ Ashurly Z.I.O., Gadzhiev M.G. i dr; opubl. 1992.
- [9] Patent № 2416767. Fotojelekticheskij solnechnyj modul' dlja slezhenija za polozheniem solnca i upravlenija orientaciej solnechnyh fotojelekticheskikh modulej / Hudysh A.I. i dr; 2011.
- [10] Kivalov S.N., Zahidov R.A. Primenenie koncentrirujushhikh sistem dlja fotojelekticheskogo preobrazovaniya solnechnogo izlucheniya// Geliotehnika. -2001. -№3. С.66-78.
- [11] Harkonen J. Processing of high efficiency silicon solar cells. Helsinki University of Technology Reports in Electron Physics. – Helsinki, 2001. R.45-51.
- [12] Abdurahmanov A., Akbarov R. Ju., Saribaev A, Juldashev A.A. Rasshirenije funkcional'nyh vozmozhnostej sistemy upravlenija geliopolja Bol'shoj Solnechnoj Pechi. // Tezisy dokladov 2-oj Mezhdunarodnoj konferencii. -Tashkent, 2000. S.81.
- [13] Bajers T. 20 konstrukcij solnechnyh jelementov / per. s angl. -M.: Mir, 1988. S.40-60.
- [14] Lakota N.A. Proektirovanie sledjashhikh sistem: fizicheskie i metodicheskie osnovy. – М.: Mashinostroenie, 2004. – 352 с.

- [15] Peter Wurfel. Physics of Solar Cells. WILEY–VCH Verlag GmbH & Co, KGaA, Weinheim 2005
- [16] Sibikin Ju. D., Sibikin M. Ju. Netradicionnye vozobnovljaemye istochniki jenerгии. – К.: RadioSoft, 2008. –338s.
- [17] Gerwin Harry L. A mini–size low cost heliostat system // «Solar Energy», 1986.– 36.– № 1.– R.3–9
- [18] Sarybaev A.S Sistemy slezhenija gelioustanovok «Mezhdunarodnyj forum po obsuzhdeniju razbitija produktov i tehnologija solnechnoj jenergetiki» Mezhdunar. konferencija 4–5 Ijulja 2007g, Landzhou Kitay
- [19] <http://www.dissercat.com/content/povyshenie-effektivnosti-ispolzovaniya-solnechnoi-energii-v-energeticheskikh-ustanovkakh-s-k#ixzz3tW5Td3f8>
- [20] Abdurahmanov A. Akbarov R.Yu., Saribaev A, Kudrin O.I.Sabirov Yu.B.Mamatkasimov M. Big Solar Technological Furnace.// 7 th International Symposium on Solar Thermal Concentrating Technologies. – М.; Russia, 1994. –P.86

## ТИРЕКТИ-БҰРЫЛЫСТЫ МЕХАНИЗМДІ ГЕЛИОСТАТТЫ БАСҚАРУ ҮШІН PС МИКРОКОНТРОЛЛЕР НЕГІЗІНДЕ КҮН ҚОЗҒАЛЫСЫН БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕСІНІҢ ЭЛЕКТРОНДЫ СХЕМАСЫ

С.У. Исмаилов<sup>2</sup>, Ф.А. Сатыбалдиева<sup>1</sup>, Р.Н. Бейсембекова<sup>1</sup>, А.С. Сарibaев<sup>2</sup>,  
А.А. Мусабеков<sup>2</sup>, А.С. Исмаилова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті Алматы, Қазақстан Республикасы;

<sup>2</sup> М.О. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан Республикасы

**Түйін сөздер:** микроконтроллер, гелиостат, оптоэлектронды есептегіштер, фототранзистор, датчиктер.

**Аннотация.** Қазіргі уақытта жақын және шетелдің көптеген басылымдарында әр түрлі Күн қозғалысын бақылау үшін ұсынылатын әртүрлі электронды схемалар ұсынылады, бірақ олардың әрқайсысының жетілдіру бағытындағы өзіндік кемшіліктері бар [1-9].

Бұл жұмыста аспан кеңістігінде Күн қозғалысын бақылаудың аралас жүйесін қолдануы ұсынылған. Бағдарламалық басқару мен кері байланысты бақылау жүйесін біріктіру мынадай себептермен түсіндіріледі: бағдарламалық басқаруды гелиостатты керек орынға орналастыру қажет болған кезде пайдалану ыңғайлы, мысалы, жаңбырдан соң күн ашылғанда, ала бұлт ашық күнге ауысқанда және т.б. Кері байланысты бақылау жүйесі күні бойы автоматты түрде Күнді бақылау үрдісін жүргізеді, бірақ ауа райы ауысқанда немесе Күн энергиясы жеткіліксіз болғанда, гелиостат тоқтайды және күту режиміне өтеді. Ауа райы ашылған соң, яғни Күн сәулесі жеткілікті болған кезде, бағдарламалық басқарудың бақылау жүйесі Күн координаталарын есептеп анықтайды және гелиостатты керек орынға орналастырады, одан соң бағдарламалық басқарудың бақылау жүйесі басқаруды кері байланысты бақылау жүйесіне береді. Осылайша, гелиостаты қондырғылардың энергияны тиімді пайдалануы мен оперативті басқаруы жүзеге асырылады.

Айна-концентрациялық жүйелі гелиостатты басқарудың автоматтандырылған жүйесін жүзеге асыру үшін объект қозғалысының теңдеу функциясын жүзеге асыратын арнайы подпрограммасы бар PС микроконтроллерді қолдануға болады. Сондықтан PС микроконтроллер негізіндегі бақылау жүйесі бар электронды схеманы құрастыру басқару мен бақылау функцияларын біріктіруге және адаптациялауға мүмкіндік береді, бақылау жүйесінің инерция коэффициенті мен кешігуін аралас бақылау жүйесін қолдану есебінен кемітуге мүмкіндік бар.

Басқарудың бағдарламалық бөлігі «әрқашан алдын-ала» Күн мен гелиостат координаталарын коррекциялайды және аспан кеңістігінде Күнді іздеуге аз уақыт жұмсалады.

*Поступила 16.05.2016 г.*

## INVESTIGATION OF THE BEHAVIOR OF NITROGEN COAL IN TORCH BURNER PYROLYSIS WITH A SHIFT OF THE COMBUSTION PROCESS

B. Ongar<sup>1</sup>, D. Zh. Temirbaev

<sup>1</sup>Almaty University of Power Engineering & Telecommunications (AUPET),  
[Ongar\\_bulbul@mail.ru](mailto:Ongar_bulbul@mail.ru)

**Keywords:** atomic nitrogen, combustion chamber, coal dust, torch, air jet, the combustion process, heating process, dust system.

**Annotation:** One of the important tasks of the Energy is reducing the negative impact to the environment and directly to the person.

The nitrogen oxides  $NO_x$  in the atmosphere have the most detrimental effect on the environment, and above all human, wildlife and vegetation.

Man is subjected by acute respiratory diseases, and flora and fauna are by acid rain. The latter is not only harming the agriculture, but also promotes the corrosion and destruction of construction projects.

The main source of nitrogen oxides generation - is a process of burning fossil fuels. Reduction of emissions from the combustion of fuels is a major of environmental challenge.

The furnaces produced in the 95-99% of nitrogen monoxide ( $NO$ ) and 1-5% more toxic nitrogen dioxide from fuel combustion ( $NO_2$ ). In the atmosphere, there is the uncontrolled conversion of nitric oxide in silica. To calculate the proportion of nitrogen dioxide in the air, in the calculation of gas concentration and normalization of TPP emissions, conventionally applied a factor of 0.8.

This work is devoted to the organization of economic flaring of coal dust with acceptable low levels of nitrogen oxide formation appropriate to the reconstruction of the boiler BKZ-75-39F Tekeliysky CHP-2.

УДК 662.76 (574.25)

## Исследование поведения азота угля в факеле при пиролизной горелки со сдвигом процессов горения

Д.Ж. Темирбаев, Б. Онгар Булбул<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Алматинский Университет Энергетики и Связи, г. Алматы

**Ключевые слова:** атомарный азот, топочная камера, угольная пыль, факел, воздушная струя, процесс горения, топочный процесс, пылесистемы.

**Аннотация.** Одной из важных задач энергетики является снижения ее негативного воздействия на окружающую среду и непосредственно на человека [1].

Оксиды азота  $NO_x$  в атмосфере оказывают наиболее пагубные воздействие на окружающую среду и прежде всего на человека, животный мир и растительность.

Человек подвержен острым респираторным заболеваниям, а растительный и животный мир кислотным дождям. Последний не только наносит вред сельскому хозяйству, но и содействует коррозии и разрушению строительных объектов.

Главный источник генерации оксидов азота – это процессы сжигания органического топлива. Снижение их эмиссии при горении топлив является основной экологической задачей.

В топках при горении топлива образуется 95-99% монооксида азота ( $NO$ ) и 1-5% более токсичного диоксида азота ( $NO_2$ ). В атмосфере происходит неконтролируемое превращение оксида азота в диоксид. Для расчета доли диоксида азота в атмосферном воздухе, при расчете загазованности и нормировании выбросов ТЭС, условно применяется коэффициент 0,8.

Данная работа посвящена вопросам организации экономичного факельного сжигания угольной пыли с допустимо низкими уровнями образования окислов азота применительно к соответствующей реконструкции котла BKZ-75-39F Текелийской ТЭЦ-2.

Источниками оксидов азота являются молекулярный азот воздуха, используемого в качестве окислителя при горении, и азотсодержащие компоненты топлива. В связи с этим принято делить оксиды азота на воздушные и топливные. Воздушные, в свою очередь, можно разделить на термические, образующиеся при высоких температурах за счет окисления молекулярного азота атомарным кислородом (механизм Зельдовича), и на оксиды азота, образующиеся в зоне сравнительно низких температур в результате реакции углеводородных радикалов с молекулой азота и последующего взаимодействия атомарного азота с гидроксидом ОН [2].

В литературе [2-6] излагаются результаты расчета и разработки эскизных проектов подачи пыли Шубаркольского угля высокой концентрации (ПВК) и пиролизной горелки со сдвигом процессов горения (ПГСПГ) для котла БКЗ-75-39Ф Текелийской ТЭЦ-2 с целью значительного снижения окислов азота в условиях наименьшей реконструкции котла. В работе [7] подробно рассмотрен вариант сжигания угольной ПВК 50 кг/кг под разрежением (приемлемой на период применения воздухоудовки (ВВД) для подачи ПВК под давлением). Приводится схема пароснабжения эжекторов [8].

Эскизный проект рекомендуемой для внедрения ПГСПГ разработан на основе данных расчета аэродинамики факела и условий воспламенения угольной пыли высокой концентрации (ПВК).

Исходной предпосылкой к решению поставленной проблемы является свойство угля при нагреве выделять вместо с летучими и азотсодержащими веществами атомарный азот. Кинетический активный атомарный азот при наличии кислорода быстро образует окись азота, а при отсутствии кислорода, также интенсивно комбинируется в топочных температурных условиях в инертный молекулярный азот.

Реализация такого простого механизма в объеме топочной камеры связана с затягиванием процессов горения и выносом трудносжигаемых коксовых частиц в обедненную кислородом область продуктов сгорания, приводящим к увеличению механического недожога. Поэтому поиски решения вопроса пошли другими путями, разрабатываются различные виды предтопок: технологических, аэрофонтанных и других. Однако их создание связано со значительными капитальными и эксплуатационными расходами. Известно, что обладают хорошей устойчивостью и частицы топлива могут многократно циркулировать в объеме топочной камеры. Подвод окислителя и отвод продуктов реакции горения в данном случае более эффективен, чем в традиционной схеме, поэтому при использовании предлагаемого способа ухудшения полноты сгорания не наблюдается [9].

Вместе с тем, современной уровень развития топочных процессов, накопленный опыт эксплуатации огнетехнического оборудования, а также результаты исследований сложных струйных течений позволяют проводить поиски по организации топочных процессов с приемлемо низкими уровнями образования окиси азота. В этом аспекте большое значение, на наш взгляд, имеет достаточно широкий опыт внедрения и эксплуатации пылесистемы с подачей угольной пыли высокой концентрации ПВК. Сделана попытка разработки эскизного проекта пиролизной горелки со сдвигом топочных процессов (ПГСПГ) с подачей угольной ПВК применительно к реконструкции котла БКЗ-75-39Ф ТТЭЦ-2.

#### Расчет траектории факела ГТ-6 и ПГСПГ

Траекторию факела ГТ-6 и ПГСПГ определим по уравнению траектории струи, истекающей по нормали к сносящему потоку (напору) [10], в виде:

$$\frac{\pi}{a_T} = \frac{1,1\Delta P_0}{\rho_C \omega_C^2} \frac{D_H}{a_T} \left( \frac{Y}{a_T} \right)^{2,5} \left( \frac{a_T}{D_H} \right)^{2,5}$$

$$\frac{\pi}{a_T} = \frac{1,1\Delta P_0}{\rho_C \omega_C^2} \left( \frac{a_T}{D_H} \right)^{1,5} \left( \frac{Y}{a_T} \right)^{2,5} = 1,1 \frac{50}{0,674 \cdot 25,1^2} \left( \frac{7}{0,75} \right)^{1,5} \left( \frac{Y}{a_T} \right)^{2,5} = 3,7 \left( \frac{Y}{a_T} \right)^{2,5}$$

Результаты расчета траектории факела ГТ-6 и ПГСПГ приведены в таблице 1 и на рисунке 1 и 2.

Таблица 1. Координаты траектории факела ГТ-6 и ПГСПГ

$\frac{y}{a_T}$	0,16	0,24	0,32	0,40	0,48	0,57	0,65	0,71
$\frac{x}{a_T}$	0,04	0,11	0,22	0,38	0,61	0,89	1,24	1,54
$\frac{y}{D_H}$	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25
$\frac{x}{D_H}$	0,014	0,039	0,080	0,140	0,220	0,324	0,453	0,607

$|X|$  - направление по высоте топки,  $y$  - направление по глубине топки,  $a_T = 7 \text{ м}$  - глубина топки;  $D_H = 0,75 \text{ м}$  - диаметр амбразуры горелки

На основе применения подачи угольной пыли высокой концентрации ( $\text{ПВК}, 50 \frac{\text{кг}}{\text{кг}}$ ) и необходимой организации аэродинамики, теплообмена и теплового режима воспламенения летучих веществ показана возможность значительного (четырёхкратного в идеальных условиях) подавления образования окиси азота путем пиролиза угольной пыли непосредственно в топочной камере на выходе из горелочного устройства.

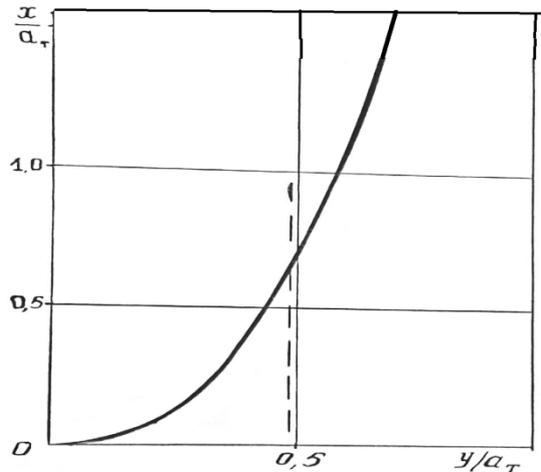
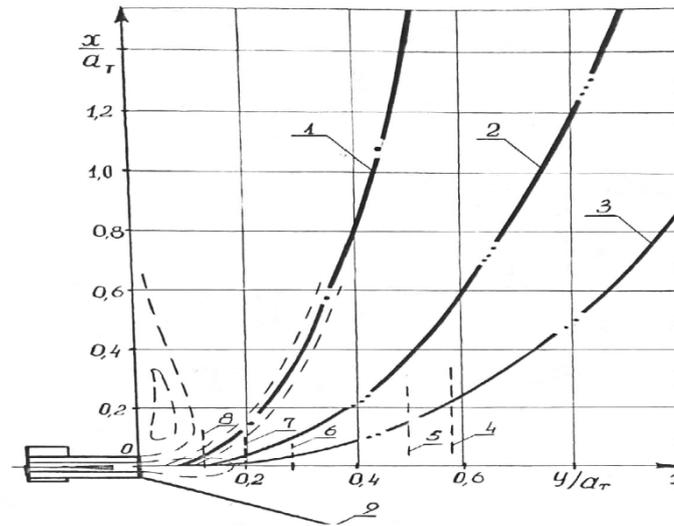


Рисунок 1 – Глубина проникновения и траектория факела ГТ-6 и ПГСПГ ТТЭЦ-2

Разработан эскизный вариант однопоточной по воздуху пиролизной горелки со сдвигом процессов горения (ПГСПГ) для сжигания Шубаркольского угля на котле БКЗ-75-39Ф Текелийской ТЭЦ-2. При наружном диаметре центральной трубы, равном 360 мм; скорости истечения воздуха 15,3 и  $34,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  при температурах 0 и 345°C и скорости истечения струи паогазопыли (начальным диаметром 64 мм)  $24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  при 90°C ПГСПГ имеет значение параметра крутки, равное 4, что превышает данные штатной ГТ-6 1,45 раза. Значения температуры (865°C) и времени (0,07 с) конца пиролиза угольной пыли превышают необходимые значения для воспламенения летучих Шубаркольского угля в 1,4 и 2,4 раза соответственно.



1 – при  $\omega_{\text{ПГП}} = 23,77 \frac{\text{М}}{\text{с}}$  и  $d = 64 \text{ мм}$  ; 2 – траектория парогазопыли  $\omega_{\text{ПГП}} = 69,27 \frac{\text{М}}{\text{с}}$  и  $d = 37,5 \text{ мм}$  ; 3 – траектория воздушной струи и парогазопыли  $\omega_{\text{ПГП}} = 141,7 \frac{\text{М}}{\text{с}}$  и  $d = 26,2 \text{ мм}$  ; 4-8 – глубина проникновения факелов ПГСПГ и ГТ-6; струй парогазопыли с  $\omega_{\text{ПГП}} = 141,7 ; 69,27$  и  $23,77 \frac{\text{М}}{\text{с}}$  ; 9 – наружная граница воздушной струй.

Рисунок 2 – Траектории элементов факела ПГСПГ котла БК3-75-39Ф ТТЭЦ

Разработан другой эскизный вариант двухпоточной по воздуху ПГСПГ (с наружными диаметрами внутренних цилиндров 440 и 255 мм) для того же котла. Значение параметра крутки всего в 1,27 раза превышает данные штатной ГТ-6. Его данные по характеристике теплового режима тоже хуже, чем в однопоточном по воздуху варианте ПГСПГ (значения температуры ( $801^{\circ}\text{C}$ ) и времени ( $0,054 \text{ с}$ ) конца пиролиза угольной пыли превышает необходимые значения для воспламенения летучих Шубаркольского угля в 1,3 и 1,9 раза). Другие параметры, а также теоретические данные согласно [9] по подавлению образования окиси азота в 4 раза за счет рекомбинации атомарного азота в молекулярный в объеме 95 %, у рассмотренных эскизных вариантов ПГСПГ совпадают.

Преимуществом двухпоточного по воздуху варианта ПГСПГ является то, что по внутреннему кольцевому каналу подается воздух со стехиометрическим расходом для полного сжигания высокотемпературных летучих веществ Шубаркольского угля с высоким значением параметра крутки, равным 8,9. Скорости таким образом закрученной струи воздуха имеют направления, почти нормальные к направлению скорости парогазопыли. В результате летучие вещества должны от струи парогазопыли и отделяться сгорать в вихре вокруг зоны рециркуляции газов, повышая их температуры и температуру примыкающего слоя вторичного воздуха.

Главное, на наш взгляд, - это то, что отделившиеся летучие от струи парогазопыли, не будут мешать доступу вторичного воздуха к коксовому остатку угольной пыли.

Разработан эскизный проект пароежектора для транспорта угольной ПВКр под разрежением в топочную камеру.

Массовый расход пара с начальным давлением  $10 \text{ ат}$  составляет 0,19 % от паропроизводительности котла БК3-75-39Ф ТТЭЦ-2 и 4,9 % от расхода топлива. Достоинством пароежектора является возможность его изготовления в местных условиях. При наличии ВВД (расчетное необходимое значение напора на подачу угольной ПВКр  $350 \frac{\text{кгс}}{\text{м}^2}$ ) или воздухоудвки

лучше применять систему ПВКд под давлением. К тому же освоена система подачи угольной ПВКд до  $250 \frac{\text{кг}}{\text{кг}}$  и выше [12, 13]. В данной работе используются такие общеизвестные преимущества системы подачи угольной ПВК, как увеличение скорости кинетической реакции на  $5 \div 16 \%$ . Вследствие повышения среднего значения абсолютной температуры газов на  $5 \div 17 \%$  [14], подавление образования окислов азота до двух раз [15]. Уменьшение металлоемкости пылесистемы, автономность пылепитания горелок благодаря установке индивидуальных эжекторов, упрощения конструкции горелок и соответствующее снижение трудозатрат на ремонт и повышение ремонтпригодности пылепроводов и горелок, снижение износа пылепроводов.

### Выводы

1. Разработанный эскизный проект ПГСПП с системой подачи угольно ПВК рекомендуется нами для всесторонней дальнейшей подготовки к внедрению на Текелийской ТЭЦ-2.

Предложенная методика расчета и разработка пиролизной горелки со сдвигом топочных процессов (ПГСПП) с подачей угольной пыли высокой концентрации (ПВК) требует дальнейшего развития.

2. На кафедре общей теплотехники АЭИ получены впервые интересные опытные результаты по подавлению образования окиси азота путем предварительного нагрева пыли Экибастузского угля в инертной среде до  $750^{\circ}\text{C}$  и сдвига процессов горения на время от 0 до  $0,1\text{с}$ , а также путем восстановления окиси азота в дымовых газах натуральной угольной пылью и коксовой пылью Экибастузского угля ( $R_{100} = 18 \%$ , температура коксования  $900^{\circ}\text{C}$ ).

Однако полученное на огневой опытной установке снижение концентрации окиси азота до  $2 \div 4$  раз при различных режимах меньше, чем расчетные кинетические данные [9], которые хорошо согласуются с известными экспериментальными результатами В.И. Бабия и Куваева Ю.Ф. при обычных для топочных процессов температурах.

3. Поэтому задачей ближайших исследований является создание специальной установки, исключающей различные присосы воздуха, например, через пылепитатель, и позволяющий строго контролировать заданные температурные, концентрационные и скоростные режимы и получать более точные количественные результаты. Таким образом, полученные результаты, подтверждают исходные предпосылки о возможности организации достаточно эффективных топочных процессов, отвечающих современным энергетическим и экологическим требованиям, путем одновременного упрощения конструкции горелочных устройств и пылесистемы.

4. Воказании помощи в ускорении подготовки и внедрения ПГСПП с подачей угольной ПВК в производство с целью решения весьма актуальной энергетической охраны окружающей среды. Следует подчеркнуть, то, что ПГСПП с подачей угольной ПВК хорошо вписывается в организацию топочных процессов горения может значительно повысить энергетические и экологические характеристики потенциально эффективных тангенциальных и кольцевых топков.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Пугач Л.И. Энергетика и экология: Учебник. – Новосибирск: Издательство НГТУ, 2003. – 504 с.
- [2] Гладков В.П., Куновский Г.П., Рейнина С.З. Методика расчета системы пылепитания с высокой концентрацией пыли под разрежением // Системы и оборудование пылепитания паровых котлов // Тр. ЦКТИ. 1983. 203. - С. 21-28.
- [3] Опыт эксплуатации и исследование системы пылеподдачи с высокой концентрацией пыли при сжигании АШ//Кесова Л.А., Красноштан Н.Н., Довготелес Г.А. и др. /Теплоэнергетика. 1992. №3. - С. 57-61.
- [4] Бабий В.И., Куваев Ю.Ф. Горение угольной пыли и расчет пылеугольного факела. М.: Энергоатомиздат, 1986. 208 с.
- [5] Хмыров В.И., Зуйков В.Е., Панченко Т.Я. Выход оксидов азота при горении летучих, образующихся при пиролизе угля /Горелочные устройства энергетических котлов. – Алматы: КазНИИЭ, 1991. - С. 63-69.
- [6] Тепловые испытания котлов ЯРРОУ ст. /ТЭЦ-1/ и БКЗ-75-39Ф ст. №2 /ТЭЦ-2/ Текелийской энергокомбината ПОЭиЭ «Алматыэнерго» при сжигании угля Шубаркольского месторождения /С.С. Диамбеков. – Алматы: ИФ «Казтехэнерго», 1993. 42 с.
- [7] Расчеты по котлоагрегату БКЗ-75-39Ф ТЭЦ №2 Текелийского с/ц комбината /станционные №№1/. – Барнаул: БКЗ, 1956. – 68 с.
- [8] Здановский В.Г., Кириченко А.Ф., Яхимович А.Г. Особенности эксплуатации схемы подачи пыли высокой концентрации под разрежением // Электрические станции. – 1988. - №10. - С. 22-25.
- [9] Жуйков А.В., Кулагин В.А., Радзюк А.Ю. Способ уменьшения выбросов оксидов азота от котла БКЗ-75-39ФБ, работающего на ирша-бородинских углях // Промышленная энергетика. 2011. №8. - С. 9-11.

[10] Палатник И.Б., Темирбаев Д.Ж. Закономерности распространения осесимметричной воздушной струи в сносимом однородном потоке //Проблемы теплоэнергетики и прикладной теплофизики. – Алматы.: Наука. 1967. Вып.4. - С. 196-216.

[11] Исследование термохимии окислов азота горения Экибастузского угля высокой концентрации //Заключительный отчет по договору №17/91/ Д.Ж. Темирбаев. – Алматы; АЭИ, 1993.- 48 с.

[12] Опыт эксплуатации и исследование системы пылеподачи с высокой концентрацией пыли, при сжигании АПП //Л.А. Кесова, Л.Л. Красноштан, Г.А. Довготелес и др.//Теплоэнергетика. 1992. №3. - С. 57-61.

[13] Попов А.А., Тарасов А.И., Музлов В.А. Опыт эксплуатации и исследования системы с концентрированной подачей пыли под давлением на блоке 500 МВт котла П-49 Назаровской ГРЭС//Системы и оборудование пылепитания паровых котлов/Тр. ЦКТИ. 1983. Вып. 203. - С. 54-60.

[14] Кесова Л.А., Крыжановский В.Н. Повышение эффективности сжигания низкорекреационного пылевидного топлива//Изв. ВУЗов. Энергетика. 1989. №9. - С. 84-86.

[15] Концентрированная подача пыли в горелка котлов как средство снижения содержания оксидов азота//Л.И. Пугач, Н.Н. Скерко, А.Н. Волобуев, А.Н. Казанский//Электрические станции. 1989. №6. - С. 17-20.

#### REFERENCES

[1] Pugach L.I., Energy and Ecology: Textbook. - Novosibirsk: Publishing house of Novosibirsk State Technical University, 2003. - 504 p.

[2] Gladkov V.P., Kuhn G.P., Reinin S.Z., Method of calculation system of dust power with a high concentration of dust under vacuum // Systems and equipment burning power boilers // Tr. CKTI. 203. 1983. - p. 21-28.

[3] Operating experience and research of dust feed system with a high concentration of dust from the combustion of ASH // Kesova L.A., Krasnoshtan N.N., G.A. Dovgoteles and etc. / Thermal Engineering. 1992. №3. - p. 57-61.

[4] Babiy V.I., Kuva Y.F., The burning of coal dust and coal-dust torch calculation. - M.: Energoatomisdat, 1986. - 208 p.

[5] Khmyrov V.I., Zuiikov V.E., Panchenko T.Ya., The output of nitrogen oxides during the combustion of volatiles formed during coal pyrolysis / Burner devices power boilers. - Almaty KazNIIIE, 1991. - p. 63-69.

[6] Thermal testing boilers Yarrow Art. / CHP-1 and / BKZ-75-39F Art. №2 / TPP-2 / Tekeliysky power complex POEiE "Almatyenergo" the burning of coal deposits Shubarkol /S.S. Diambekov. - Almaty: IF "Kaztehergo", 1993. - 42 p.

[7] Calculations on BKZ-75-39F №2 CHP Tekeli Plant / Station №1 / - Barnaul: the Concert Hall, 1956. - 68 p.

[8] Zdanovskiy V.G., Kirichenko A.F., Yahimovich A.G., Features of operation of the high concentration of dust supply schemes under vacuum // Electric stations. - 1988. - №10. - p. 22-25.

[9] Zhuikov A.V., Kulagin V.A., Radzyuk A.Yu., The way of reduce nitrogen oxide emissions from the boiler BKZ-75-39FB working on Irsha-Borodino coal // Industrial power. 2011. №8. - p. 9-11.

[10] Palatnik I.B., Temirbaev D.Zh., Distribution Patterns of axisymmetric air jet into razing uniform flow / Thermal energy and Applied Problems of Thermal Physics. - Almaty.: Science. 1967 vol.4. - p. 196-216.

[11] A study of thermochemistry high concentration of nitrogen oxides Ekibastuz coal combustion // Final report under the agreement №17 / 91 / D.Zh. Temirbaev. - Almaty; AEI, 1993.- 48 p.

[12] Operating experience and research dust system with a high concentration of dust, the burning of DB //L.A. Kesova, L.L. Krasnoshtan, G.A. Dovgoteles etc. // Thermal Engineering. 1992. №3. - p. 57-61.

[13] Popov A.A., Tarasov A.I., Muzlov V.A., The experience and research system with concentrated feed dust pressure on the block of 500 MW boiler P-49 // Nazarovo GRES systems and equipment dustpower boilers / Tr. CKTI. 1983. Vol. 203. p. 54-60.

[14] Kesova L.A., Kryzhanovsky V.N., Improving the efficiency of the combustion of low-reactive pulverized fuel // Math. Universities. Energy. 1989. №9. - p. 84-86.

[15] The concentrated dust supply to the boiler burner as a means of reducing the amount of nitrogen oxides. / L.I. Pugach, N.N. Skerko, A.N. Volobuev, A.N. Kazan // Electric stations. 1989. №6. - p. 17-20.

#### ЖАНУ ПРОЦЕСІН ЫҒЫСТЫРҒАН ПИРОЛИЗ ОТТЫҚ ЖАҒДАЙЫНДА ШЫРАҒДАНДАҒЫ КӨМІР АЗОТЫНЫҢ ӘРЕКЕТІ

Д.Ж. Темирбаев, Б. Оңғар Бұлбұл<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Алматы Энергетика және Байланыс Университеті, Алматы қ.

**Түйін сөздер:** атом азоты, от жағу камерасы, көмірдің шаңы, шырағдан, ауа ағысы, жану процесі, от жағу процесі, шаң жүйелері.

**Аннотация.** Энергетиканың маңызды міндеттерінің бірі – оның қоршаған ортаға және адамға кері әсерін азайту [1].

Атмосферадағы  $NO_x$  азот оксидтері қоршаған ортаға және ең әуелі, адамға, жануарлар әлемі мен өсімдікке жаман әсер етеді.

Адам тыныс жолы ауруларына, ал өсімдік және жануарлар әлемі қышқыл жаңбырға ұшырайды. Соңғысы тек ғана ауылшаруашылығына зиян келтіріп қоймай, тотығуға және құрылыс объектілерінің бүлінуіне әсер етеді.

Азот оксидін негізгі тудырушы – органикалық отынды жандыру процестері. Отын жанған кездегі олардың эмиссиясын төмендету негізгі экологиялық міндет болып табылады.

Пеште отын жанған кезде ( $NO$ ) азоттың монооксидінің 95-99% және ( $NO_2$ ) азоттың токсикалық диоксидінің 1-5% артығы түзіледі. Атмосферада азот диоксиді бақылаусыз түрде диоксидке айналады. Атмосфера ауасындағы азот диоксидінің үлесін есептеу үшін ЖЭС қалдықтарының газдалуын және нормалануын есептегенде шартты түрде 0,8 коэффициенті қолданылады.

Бұл жұмыс Текелі ЖЭО-2 БКЗ-75-39Ф қазандығын жөндеуге қатысты қышқылдың деңгейі төмен көмір шаңын шырағданда үнемді жағуды ұйымдастыру сұрақтарына арналған.

Поступила 16.05.2016 г.

## МЕТОД РЕЛАКСАЦИОННЫХ ЯДЕР В МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕНОСА И АГРЕГАЦИИ

А.С. Муратов, А.М. Бренер, Л. Ташимов

Южно-Казахстанский государственный университет, Шымкент, Казахстан

[Amb\\_52@mail.ru](mailto:Amb_52@mail.ru), [brenner@fromru.com](mailto:brenner@fromru.com), [asm\\_59@mail.ru](mailto:asm_59@mail.ru)

**Аннотация.** В статье дан обзорный анализ математических моделей для описания тепло- и массопереноса и агрегационных процессов с помощью метода релаксационных ядер переноса, который открывает новые возможности для детального изучения влияния иерархии времен релаксации на интенсивность высокоскоростных и нано-масштабных технологических процессов.

**Ключевые слова:** массо- и теплоперенос, времена релаксации, релаксационные ядра, перекрестные эффекты, агрегация.

## THE RELAXATION KERNELS APPROACH TO MATHEMATICAL MODELS OF TRANSFER AND AGGREGATION PROCESSES

A.S. Muratov, A. M. Brener, L. Tashimov

South Kazakhstan State University,

5, Tauke Khan, Shymkent, 160012, Kazakhstan

**Key words:** Mass and Heat Transfer; Relaxation times; Relaxation kernels; Cross effects; Aggregation.

**Abstract.** The paper deals with mathematical models describing heat and mass transfer and aggregation processes with the help of relaxation transfer kernels approach, which opens up fresh opportunities for detailed study of influence of relaxation times hierarchy on the intensity of high rate and nano-scale technological processes.

### 1. Introduction

Consideration of relaxation times and long-range interaction of structural components of a medium is a great practical and theoretical problem [1–3] that is relevant in cases of high rate or nano-scale technological processes. The operation cycle of these processes is short, and the entire process may go on under the transient regime. In this connection, resources of effective controlling such processes are limited, and it is important to calculate correctly and select the best values of governing parameters.

Problems of modeling both high rate and nano-scale processes are in touch with construction of equations with retarded or divergent arguments that reflects the actual mechanism of transfer phenomena in the medium modeled as a system of interacting oscillators with a set of partial frequencies and interaction potentials [2, 3].

At the same time, though realization of that investigation program is very tempting, it's unlikely to promise near creation of the reliable engineering methodology for calculating heat and mass transfer processes. The alternative approach to the problem is the methodology of relaxation transfer kernels, which can be calculated from model evolution equations [3]. In a few articles before we elaborated upon this approach to modeling heat and mass transfer in high rate processes [3-8].

In this article we summarize briefly our results in the area of description of time nonlocality applied to heat and mass transfer and try to develop this approach for describing time nonlocality in aggregation processes. We concentrate our attention upon a problem of equations structure, touching on the problem

of analytical solutions of government equations in the lesser degree.

**2. Mass and heat transfer equations**

**2.1. Main concept**

Relaxation transfer kernels are the kernels of integral transformations that, in the statistical theory of dissipation processes, relate fluxes with thermodynamic forces [1]. The general structure of these relations for components fluxes in a multicomponent system according this methodology is like that [6]

$$J_i(R, t) = J_i(R, t_0) + \sum_{k=1}^n \iint dt_1 dR' N_{ik}(R, R', t, t_1) F_k(R', t). \tag{1}$$

Limiting one self to the time nonlocality in the multicomponent system, one can write expressions for the  $n$  linearly independent mass fluxes  $J_i$  of components and the heat flux  $J_h$  as

$$J_i = - \sum_{k=1}^n \int_0^t dt_1 N_{ik}(R, t-t_1) \nabla \left( \frac{v_k(R, t_1)}{T} \right) - \int_0^t dt_1 N_{iT}(R, t-t_1) \frac{\nabla T}{T^2}, \tag{2}$$

$$J_T = - \sum_{k=1}^n \int_0^t dt_2 N_{Tk}(R, t-t_2) \nabla \left( \frac{v_k(R, t_2)}{T} \right) - \int_0^t dt_2 N_{TT}(R, t-t_2) \frac{\nabla T}{T^2}, \tag{3}$$

where  $v_i$  is a chemical potential;  $R$  - space coordinates;  $T$  - temperature;  $t$  - time.

For a more compact description, let's assume  $v_{n+1} \equiv -1$ . Then, in expressions (2), (3), one can replace the subscript  $h$  by  $n+1$  and write a unified form for the mass fluxes and heat flux in the multicomponent system.

$$J_i = - \sum_{k=1}^{n+1} \int_0^t dt_1 N_{ik}(R, t-t_1) \nabla \left( \frac{v_k(R, t_1)}{T} \right). \tag{4}$$

Let's also introduce notation for the integral terms

$$I_{ik} = \int_0^t dt_1 N_{ik}(R, t-t_1) \nabla \left( \frac{v_k(R, t_1)}{T} \right). \tag{5}$$

Now, instead of equations (2), (3) we get

$$J_i = - \sum_{k=1}^{n+1} I_{ik} \tag{6}$$

For calculating the relaxation transfer kernels we can use various approximations which are based on information about the physical mechanism of the processes [1, 2]. However, the analyses of various data [1, 2] as well as our own experience [4-8] allow us to submit the heuristic unified model equation for relaxation kernels

$$\frac{\partial N_i}{\partial t} = -N_i \tau_{ii}^{-1} + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^n N_k \tau_{ik}^{-1}, \tag{7}$$

where, in order to be in agreement with the Onsager principle, it is assumed that  $\tau_{ik} = \tau_{ki}$ .

Of course, it's impossible to warrant that form (7) is actually universal. But we shall consider equation (7) as the base model for our further constructions.

The matrix of system (7) is symmetrical; therefore, all its eigenvalues are real. In this connection, solution (7) can be represented as the sum of the forward and cross terms of the transfer kernels [6]:

$$N_i = \sum_{k=1}^n N_{ik}, \tag{8}$$

where all items are real exponents and  $N_{ik} = N_{ki}$ .

As it is shown in [6] with the help of the above model we can infer the following relations for integrals (5):

$$\frac{\partial I_{ik}}{\partial t} = \eta_{ik} \nabla \left( \frac{v_k}{T} \right) - \frac{I_{ik}}{\tau_{ik}}, \quad (9)$$

where for isotropic medium we suppose [3]

$$\frac{\partial \eta_{ik}}{\partial R} = 0 \quad (10)$$

So then, as a result of the repeated differentiation of (4) up to derivatives of the  $(n+1)$ -th order, the following relationships are obtained (where for any function  $\frac{\partial^0 Z}{\partial t^0} \equiv Z$ ):

$$\frac{\partial^m J_i}{\partial t^m} = \sum_{s=0}^{m-1} (-1)^{s+1} \frac{\partial^{m-1-s}}{\partial t^{m-1-s}} \left( \sum_{k=1}^{n+1} \frac{\eta_{ik} \nabla (v_k / T)}{\tau_{ik}^s} \right) + (-1)^{m+1} \sum_{k=1}^{n+1} \frac{I_{ik}}{\tau_{ik}^m}, \quad (11)$$

Thus, for each of the components we obtain a system which consists of  $(n+1)$  equations connecting the component flux with its derivatives up to  $(n+1)$  order inclusive.

The matrices  $M_i$  of the obtained systems are not degenerate

$$\det M_i = \det \left( \frac{(-1)^{m-1}}{\tau_{ik}^m} \right) \neq 0. \quad (12)$$

In this connection, from the  $(n+1)$  equations that are linear relative to integrals  $I_{ik}$ , one can express all these integrals through the derivatives of fluxes  $J_i$  and then substitute the obtained expressions into equation (6).

As a result, one can come to the linear differential equation of the  $(n+1)$ th order for the fluxes of each of the components [6]

$$L \left( \frac{\partial^{n+1} J_i}{\partial t^{n+1}}, \frac{\partial^n J_i}{\partial t^n}, \dots, J_i; v_1, \dots, v_n \right) = 0. \quad (13)$$

where  $L$  is the linear operator.

The succeeding deduction is based on the conservation laws:

$$\frac{\partial v_i}{\partial t} + \nabla \cdot J_i = 0. \quad (14)$$

Acting on expression (13) by the nabla operator and using equation (14), we can obtain the differential equation of the  $(n+2)$ th time-order for the potential of each of the components

$$L \left( \frac{\partial^{n+2} (v_i)}{\partial t^{n+2}}, \frac{\partial^{n+1} (v_i)}{\partial t^{n+1}}, \dots, \frac{\partial v_i}{\partial t}; v_1, \dots, v_n; \nabla^2 v_1, \dots, \nabla^2 v_n \right) = 0. \quad (15)$$

The nonlinear generalization of equation (4) can be represented in a nonlocal quadratic form with tensor kernels [6, 8]

$$\begin{aligned}
J_i = & - \sum_{k=1}^{n+1} \int_0^t dt_1 N_{ik}^{(1)}(R, t-t_1) \cdot \nabla \left( \frac{v_k(R, t_1)}{T} \right) - \\
& - \sum_{k=1}^{n+1} \sum_{p=1}^{n+1} \int_0^t \int_0^t dt_1 dt_2 N_{ikp}^{(2)}(R, t-t_1, t-t_2) : \nabla \left( \frac{v_k(R, t_1)}{T} \right) \nabla \left( \frac{v_p(R, t_2)}{T} \right), \quad (16)
\end{aligned}$$

In the weakly nonlinear approximation, we can assume [8]

$$\|N_{ikp}^{(2)}\| = \varepsilon \|N_{ik}^{(1)}\| \|N_{ip}^{(1)}\|, \quad (17)$$

where  $\varepsilon$  is the series expansion parameter.

One can evaluate the small parameter  $\varepsilon$  as the ratio of the two Knudsen numbers that are calculated by two characteristic spatial scales for the elastic and inelastic molecular collisions, respectively [8]

## 2.2. Examples

As the first example let's consider mass and heat transfer in two-component systems like high dilute solutions. In this case the cross fluxes may be disregarded [3, 4].

Thus we use simplest form of relaxation kernels

$$N_i(R, t-t_1) = \eta_i(R, t) \exp(-(t-t_1)/\tau_i). \quad (18)$$

Relations for mass and heat fluxes read

$$J_1 = \int_0^t dt_1 N_1(R, t-t_1) \nabla v(R, t_1), \quad (19)$$

$$J_2 = \int_0^t dt_2 N_2(R, t-t_2) \nabla \beta(R, t_2). \quad (20)$$

Thus, operating under the above methods applied to an isotropic media we are led to the following transfer equations of a hyperbolic type [3]:

$$\tau_1 \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = \left( 1 - \tau_1 \frac{\partial}{\partial t} \ln \eta_1 \right) \frac{\partial v}{\partial t} + \eta_1 \nabla^2 v, \quad (21)$$

$$\tau_2 \frac{\partial^2 \beta}{\partial t^2} = \left( 1 - \tau_2 \frac{\partial}{\partial t} \ln \eta_2 \right) \frac{\partial \beta}{\partial t} + \eta_2 \nabla^2 \beta. \quad (22)$$

The case of a non-isotropic media is also considered in [3].

Equations (21), (22) closely resemble transfer equations for media with memory that are presented in [2]. It's easy to check also that under the exponential relaxation kernel the heat transfer equation (22) corresponds with the Maxwell – Cattaneo law:

$$q + \tau \frac{\partial q}{\partial t} = -\lambda \nabla T, \quad (23)$$

where

$$\tau = \frac{\tau_2}{1 - \tau_2 \frac{\partial}{\partial t} \ln \eta_2}, \quad \lambda = \frac{\eta_2}{1 - \tau_2 \frac{\partial}{\partial t} \ln \eta_2} (1/T^2). \quad (24)$$

Under the relaxation times that are far less than the observation time the above equations can be considered by the methods of singular perturbations.

The next example we consider is mass and heat transfer in diluted two-component systems with allowing for cross effects like the thermal diffusion and the Soret effect [4]. Model system for the

relaxation kernels reads

$$\frac{\partial N_m}{\partial t} = -N_m \tau_m^{-1} + N_h \tau_x^{-1}, \quad (25)$$

$$\frac{\partial N_h}{\partial t} = N_m \tau_x^{-1} - N_h \tau_h^{-1}. \quad (26)$$

The choice of signs in equations (25) and (26) is determined by the conditions of coupling distortions of the temperature and concentration fields [4].

The solution of equations (25) and (26) can be written in the form

$$N_m = N_{mm} + N_{mh}, \quad (27)$$

$$N_h = N_{hh} + N_{hm}, \quad (28)$$

Here:

$$N_{mm} = \frac{\eta_m}{\lambda_2 - \lambda_1} \left[ \left( \lambda_2 + \frac{1}{\tau_m} \right) \exp(\lambda_1 s) - \left( \lambda_1 + \frac{1}{\tau_m} \right) \exp(\lambda_2 s) \right], \quad (29)$$

$$N_{hh} = \frac{\eta_h}{\lambda_2 - \lambda_1} \left[ \left( \lambda_2 + \frac{1}{\tau_h} \right) \exp(\lambda_1 s) - \left( \lambda_1 + \frac{1}{\tau_h} \right) \exp(\lambda_2 s) \right], \quad (30)$$

$$N_{mh} = N_{hm} = \frac{\eta_x}{\tau_x (\lambda_2 - \lambda_1)} [\exp(\lambda_1 s) - \exp(\lambda_2 s)], \quad (31)$$

were  $\lambda_1, \lambda_2$  are eigenvalues of the system (25), (26).

From the condition of damping the perturbations in quasi-equilibrium systems it is readily available that both eigenvalues should be negative. From this, one can obtain the inequality:

$$\tau_x > \sqrt{\tau_m \tau_h} \quad (32)$$

The time dependence of cross transfer kernels has a maximum. This phenomenon is caused by the influence of thermal diffusion or the Soret effect [4, 8]. The peak of the time dependence of cross transfer kernels determines the period of increasing initial perturbations of the temperature and concentration fields. This period is easily evaluated [8]:

$$\tau_{\uparrow} = s_{cr} = \frac{\ln(\lambda_2/\lambda_1)}{\lambda_1 - \lambda_2} \quad (33)$$

As it follows from (15) we can obtain equations of the 3rd time-order for heat and mass transfer in the considered case.

### 3. Aggregation kinetic equations

Particles aggregation is widespread in different chemical technological processes, metallurgy and nature, and there are many approaches to modeling this phenomenon [9]. At the same time, certain important aspects in description of aggregation processes leave to be none elaborated at present. One of these important but weakly developed questions is time non-locality of aggregation processes. Indeed, without allowing for this aspect it is impossible to describe the influence of characteristic times of aggregates formation on the process kinetics [10]. It is justified especially in reference to nano-technological processes.

For describing the evolution of  $i$ -mers concentration in the apparatus we can use various modifications of Smoluchowski or Becker-Düring equations expanded as required by terms which correspond to a source of mass [11, 12].

This section deals with the non-local modification of Smoluchowski equation based on the approach presented in the previous section. We don't discuss here such especially physical problems as particles nucleation, etc. But we try to understand and to emphasize some difficulties emerging in the act of deriving non-local aggregation equations.

So we submit the following non-local modification of the Smoluchowski equation for aggregation in the uniform system:

$$\frac{dC_i}{dt} = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^{i-1} \int_0^t \int_0^t N_{j,i-j} C_j(t_1) C_{i-j}(t_2) dt_1 dt_2 - \sum_{j=1}^{\infty} \int_0^t \int_0^t N_{i,j} C_i(t_1) C_j(t_2) dt_1 dt_2 \tag{34}$$

$C_i$  denotes the concentration of  $i$ -mer.

In our case the characteristic times  $\tau_{i,j}$  of the aggregation of  $i$  and  $j$  – mers play a role of relaxation times. The simplest model equation for elements of the aggregation matrix can be constructed by analogy with model equation (6) for transfer kernels. We submit this equation as follows:

$$r_i \frac{\partial N_{i,j}}{\partial s_i} + r_j \frac{\partial N_{i,j}}{\partial s_j} + \frac{f_{i,j}^0}{\tau_{i,j}} N_{i,j} = 0, \tag{35}$$

where  $s_i = t - t_1$   $s_j = t - t_2$

In equation (35) the coefficients  $r_i$  on a level with relaxation time  $\tau_{ij}$  play a part of control parameters of globules “inertness”, the parameter  $f$  answers for media and particles characteristics.

Independent integrals of equation (35) read

$$\Psi_1 = \frac{s_i}{r_i} - \frac{s_j}{r_j}; \quad \Psi_2^I = N_{i,j} \exp\left(\frac{f_{i,j}^0}{r_i \tau_{i,j}} s_i\right) \quad \text{or} \quad \Psi_2^{II} = N_{i,j} \exp\left(\frac{f_{i,j}^0}{r_j \tau_{i,j}} s_j\right)$$

Thus the aggregation matrix, satisfying equation (35) and coming up to the condition of fast relaxation in time  $t \gg \tau_{i,j}$ , can be written as

$$N_{i,j} = \eta_{i,j}^0 \exp\left(-\frac{f_{i,j}^0}{2\tau_{i,j}} \left(\frac{s_i}{r_i} + \frac{s_j}{r_j}\right)\right) \tag{36}$$

Let’s assume at the beginning  $r_i = r_j = 1$  and  $\frac{f_{i,j}^0}{\tau_{i,j}} \equiv a_{i,j} = a = const$ .

Thus we have

$$\frac{dC_i}{dt} = \frac{1}{2} \exp(-at) \sum_1 \eta_{j,i-j} I_1 I_2 - \exp(-at) I_3 \sum_2 \eta_{i,j} I_2. \tag{37}$$

Here  $\sum_1$  means  $\sum_{j=1}^{i-1}$ ;  $\sum_2$  means  $\sum_{j=1}^{\infty}$ ;  $I_1 = \int_0^t \exp(as/2) C_{i-j}(s) ds$ ;

$$I_2 = \int_0^t \exp(as/2) C_j(s) ds; \quad I_3 = \int_0^t \exp(as/2) C_i(s) ds$$

We didn’t find way to rigorous reducing equation (37) to an ODE form even in that case. However, we try to simplify the problem by using asymptotic behaviour of integrals in (37). Namely, it is supposed that for small relaxation times we can use Laplace method in the neighbourhood of the time point  $t$ . But immediate substitution of the integrals expansions into equation (37) requires multiplying asymptotic sequences. Such procedure is dangerous, as it may lead to utter loss of checking orders of approximation.

Therefore we rearrange the equations to the form which is free from a product of integrals:

$$\frac{d^2 C_i}{dt^2} + a \frac{dC_i}{dt} = \frac{1}{2} \exp\left(-\frac{at}{2}\right) \sum_1 \eta_{j,i-j} (C_j I_1 + C_{i-j} I_2) - \exp\left(-\frac{at}{2}\right) \left[ C_i \sum_2 \eta_{i,j} I_2 + I_3 \sum_2 \eta_{i,j} C_j \right]. \tag{38}$$

Using then Laplace method we obtain the understandable asymptotic relations in which the orders of equations and approximations are concerted

$$I_1^{(1)} = \frac{2}{a} \left[ \exp\left(\frac{at}{2}\right) C_{i-j}(t) - C_{i-j}(0) \right] - \frac{4}{a^2} \left[ \exp\left(\frac{at}{2}\right) \frac{dC_{i-j}}{dt} - \frac{dC_{i-j}(0)}{dt} \right], \quad (39)$$

$$I_2^{(1)} = \frac{2}{a} \left[ \exp\left(\frac{at}{2}\right) C_j(t) - C_j(0) \right] - \frac{4}{a^2} \left[ \exp\left(\frac{at}{2}\right) \frac{dC_j}{dt} - \frac{dC_j(0)}{dt} \right], \quad (40)$$

$$I_3^{(1)} = \frac{2}{a} \left[ \exp\left(\frac{at}{2}\right) C_i(t) - C_i(0) \right] - \frac{4}{a^2} \left[ \exp\left(\frac{at}{2}\right) \frac{dC_i}{dt} - \frac{dC_i(0)}{dt} \right]. \quad (41)$$

As a result we get

$$\begin{aligned} \frac{d^2 C_i}{dt^2} + a \frac{dC_i}{dt} = & \frac{2}{a} \sum_1 \eta_{j,i-j} \left[ C_j C_{i-j} - \frac{1}{a} \frac{d}{dt} (C_j C_{i-j}) \right] - \frac{4}{a} \sum_2 \eta_{i,j} \left[ C_i C_j - \frac{1}{a} \frac{d}{dt} (C_i C_j) \right] - \\ & - \frac{1}{a} \exp\left(-\frac{at}{2}\right) \sum_1 \eta_{j,i-j} \left[ C_j \left( C_{i-j}(0) - \frac{2}{a} \frac{dC_{i-j}(0)}{dt} \right) + C_{i-j} \left( C_j(0) - \frac{2}{a} \frac{dC_j(0)}{dt} \right) \right] + \\ & + \frac{2}{a} \exp\left(-\frac{at}{2}\right) \sum_2 \eta_{i,j} \left[ C_i \left( C_j(0) - \frac{2}{a} \frac{dC_j(0)}{dt} \right) - C_j \left( C_i(0) - \frac{2}{a} \frac{dC_i(0)}{dt} \right) \right] \end{aligned} \quad (42)$$

Let's consider now the general case.

The evolution equation reads

$$\frac{dC_i}{dt} = \frac{1}{2} \sum_1 \eta_{j,i-j} \exp(-(g_{j,i-j}^{(j)} + g_{j,i-j}^{(i-j)})t) I_1 I_2 - \sum_2 \eta_{i,j} \exp(-(g_{i,j}^{(i)} + g_{i,j}^{(j)})t) I_3 I_4, \quad (43)$$

Here  $g_{m,n}^{(i)} = \frac{a_{m,n}}{2r_i}$ ;  $g_{m,n}^{(j)} = \frac{a_{m,n}}{2r_j}$ ;

$$\begin{aligned} I_1 &= \int_0^t \exp(g_{j,i-j}^{(i-j)} s) C_{i-j}(s) ds; \quad I_2 = \int_0^t \exp(g_{j,i-j}^{(j)} s) C_j(s) ds; \\ I_3 &= \int_0^t \exp(g_{i,j}^{(j)} s) C_j(s) ds; \quad I_4 = \int_0^t \exp(g_{i,j}^{(i)} s) C_i(s) ds. \end{aligned}$$

By time-differentiating the evolution equation we obtain

$$\begin{aligned} \frac{d^2 C_i}{dt^2} = & \frac{1}{2} \sum_1 \eta_{j,i-j} \{ -(g_{j,i-j}^{(j)} + g_{j,i-j}^{(i-j)}) \exp(-(g_{j,i-j}^{(j)} + g_{j,i-j}^{(i-j)})t) I_1 I_2 + \\ & + \exp(-(g_{j,i-j}^{(j)} + g_{j,i-j}^{(i-j)})t) [\exp(g_{j,i-j}^{(i-j)} t) C_{i-j} I_2 + \exp(g_{j,i-j}^{(j)} t) C_j I_1] \} - \\ & - \sum_2 \eta_{i,j} \{ -(g_{i,j}^{(i)} + g_{i,j}^{(j)}) \exp(-(g_{i,j}^{(i)} + g_{i,j}^{(j)})t) I_3 I_4 + \\ & + \exp(-(g_{i,j}^{(i)} + g_{i,j}^{(j)})t) [\exp(g_{i,j}^{(j)} t) C_j I_4 + \exp(g_{i,j}^{(i)} t) C_i I_3] \} \end{aligned} \quad (44)$$

Unlike the first case we can't now get rid of the products of integrals with the help of equation (34). That is why we are forced to resort to separate averaging of sums containing  $I_1 I_2$  and  $I_3 I_4$  [10].

There are not indisputable grounds for such procedure but we assume that (44) can be rewritten in the following form using coefficients  $A_i$  and  $B_i$  as functions of time  $t$ :

$$\begin{aligned} \frac{d^2 C_i}{dt^2} = & -\frac{1}{2} A_i \sum_1 \eta_{j,i-j} \exp(-(g_{j,i-j}^{(j)} + g_{j,i-j}^{(i-j)})t) I_1 I_2 + \\ & + B_i \sum_2 \eta_{i,j} \exp(-(g_{i,j}^{(i)} + g_{i,j}^{(j)})t) I_3 I_4 + \Phi. \end{aligned} \quad (45)$$

Here

$$\Phi = \frac{1}{2} \sum_1 \eta_{j,i-j} \exp(-(g_{j,i-j}^{(j)} + g_{j,i-j}^{(i-j)})t) [\exp(g_{j,i-j}^{(i-j)}t) C_{i-j} I_2 + \exp(g_{j,i-j}^{(j)}t) C_j I_1] +$$

$$+ \sum_2 \exp(-(g_{i,j}^{(i)} + g_{i,j}^{(j)})t) [\exp(g_{i,j}^{(i)}t) C_j I_4 + \exp(g_{i,j}^{(j)}t) C_i I_3]. \quad (46)$$

By repeated time-differentiating we get

$$\frac{d^3 C_i}{dt^3} = \frac{1}{2} \left( A_i^2 - \frac{dA_i}{dt} \right) \sum_1 \eta_{j,i-j} \exp(-(g_{j,i-j}^{(j)} + g_{j,i-j}^{(i-j)})t) I_1 I_2 -$$

$$- \left( B_i^2 - \frac{dB_i}{dt} \right) \sum_2 \eta_{i,j} \exp(-(g_{i,j}^{(i)} + g_{i,j}^{(j)})t) I_3 I_4 + \frac{d\Phi}{dt}. \quad (47)$$

The scheme of subsequent transformations is like that.

1. From (43) and (45) we infer the expressions for sums containing  $I_1 I_2$  and  $I_3 I_4$ .
2. Then we substitute these expressions to equation (47) and use asymptotic relations for integrals once again.

By realizing this clear scheme we obtain the three-order ODE of rather unwieldy form, and it is no need to presenting this equation here.

In any case, it is possible to conclude at once that account of an interference of non-simultaneous perturbations of  $i$ -mers concentration field may be important on close examination of aggregation processes. This shade was missed in our work [10].

#### 4. Conclusion

In this paper we submit a brief introduction to the problem of time nonlocality both of mass and heat transfer and aggregation processes. In essence, here we give only formulation of the problem and then try to show that the relaxation kernels approach may be advantageous for deriving governing evolution equations with accounting of hierarchy of relaxation times.

Now it has become evident that transfer equations based on the Fourier and Fick laws don't give an adequate description of high rate or nano-scale technological processes. As for aggregation processes, an importance of accounting relaxation phenomena is obvious. In this paper we didn't submit results of our numerical experiments because these results were dependent on the form of a static part of coagulation kernels  $\eta_{i,j}$ , but discussion in this problem was not our goal here. Some results of these experiments can be found in our works [10-12, 13].

The approach of relaxation transfer kernels can be tested for modification of the Becker-Düring aggregation-fragmentation equation too [14, 15]. It may be interesting also to consider the problems of the gelation behaviour and other dynamical phenomena in the systems described by new evolution equations [16-18].

In our opinion, the relaxation kernels approach may be considered as the unified method for creating engineering models of transfer and aggregation processes [19, 20]. We think, this problem merits closer inspection of investigators.

#### REFERENCES

- [1] Rudyak, V.Yu., *Statisticheskaya teoriya dissipativnykh protsessov v gazakh i zhidkostyakh* (Statistical Theory of Dissipative Processes in Gases and Liquids), Novosibirsk: Nauka, 1987, p. 272.
- [2] Jou, D., Casas-Vazquez, J., and Criado-Sancho, M., *Thermodynamics of Fluids under Flow*, Berlin: Springer, 2001, p. 231.
- [3] Kim, L.A. and Brenner, A.M., On the Time Nonlocality in the Heat- and Mass-Transfer Equations for High-Rate Processes, *Theor. Found. Chem. Eng.*, 1996, vol. 30, pp. 233–235
- [4] Kim, L.A. and Brenner, A.M., Nonlocal Equations of Heat and Mass Transfer with Allowance for Cross Effects, *Theor. Found. Chem. Eng.*, 1998, vol. 32, no. 3, pp. 213–215
- [5] Kim, L., Brenner, A.M., and Berdaliyeva, G.A., The Consideration of Cross Effects in Non-Local Equations of Heat and Mass Transfer, *Proc. 1st European Congress on Chemical Engineering*, Florence, Italy, May 4–7, 1997, vol. 3, pp. 1809–1813.
- [6] Brenner, A.M., Muratov, A.S., and Tashimov, L., Non-Linear Model of Time Dependent Relaxation Cores for the Systems with Cross Transfer Effects, *Proc. VIII Int. Conf. on Advanced Computational Methods in Heat Transfer*, Lisbon, Portugal, March 24–26, 2004, pp. 321–332.

[7] Brenner, A.M., Serimbetov, M.A., and Musabekova, L.M., Non-Local Equations for Concentration Waves in Reacting Diffusion Systems, Proc. XII Int. Conf. on Computational Methods and Experimental Measurements, Malta, June 20–22, 2005, pp. 93–103.

[8] A.M. Brenner. Nonlocal Equations of the Heat and Mass Transfer in Technological Processes Theoretical Foundations of Chemical Engineering, 2006, Vol.40, No. 6, pp. 564–572.

[9] J.A.D. Wattis. An introduction to mathematical models of coagulation-fragmentation processes: A discrete deterministic mean-field approach. Physica D 222 (2006), 1-20.

[10] Brenner A., Balabekov B., Kaugaeva A. Non-local model of aggregation in uniform polydispersed systems. Chem. Eng. Transactions, 2009, 17, 783-788.

[11] Brenner A., Balabekov B.Ch., Golubev V.G., Bekaulova A.A. Modeling of aggregation processes in physico-chemical systems. Proc. of the 23<sup>rd</sup> Europ. Symp. on Appl. Thermodyn., Cannes, May 29-June 1, 2008, 123-126.

[12] Brenner A., Makhatova A., Yakubova R. Modeling of aggregation processes in multiphase chemical reactors. Proc. of 11<sup>th</sup> Int. Conf. on Multiphase Flow in Ind. Plants, Palermo, 2008, 611-618.

[13] Brenner A.M. Nonlocal model of aggregation in polydispersed systems. Theor. Found. Chem. Eng. 2011. V. 45. № 3. P. 349.

[14] Boehm A.B., Poor C., Grant S.B. Particle coagulation and the memory of initial conditions. J. Phys. A 31. 1988. 9241.

[15] Meakin P. Fractal aggregates. Advances in Colloid and Interface science. 1987. V. 28. P. 249.

[16] Vepa R. Dynamics of smart structures. John Wiley & Sons, 2010.

[17] Meakin P. Fractal aggregates. Advances in Colloid and Interface science. 1987. V. 28. P. 249.

[18] F. Family, Daoud M., Herrmann H.J., Stanley H.E. Scaling and Disordered Systems. World Scientific, 2002.

[19] Leyvraz F. The “active perimeter” in cluster growth models: a rigorous bound. J. Phys. A.: Math. Gen. 1985. V. 18, P. 941.

[20] Leyvraz F. Scaling theory and exactly solved models in the kinetics of irreversible aggregation. Phys. Reports. 2003. V. 383. P. 95.

## ТАСЫМАЛДАУ ЖӘНЕ АГРЕГАЦИЯЛАУ ПРОЦЕСТЕРІНІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІНДЕ РЕЛАКСАЦИЯЛЫҚ ЯДРОЛАРЫНЫҢ ӘДІСІ

А.С. Муратов, А.М. Бренер, Л. Ташимов

Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан

**Түйін сөздер:** масса және жылу тасымалдау, релаксация уақыттары, релаксациялық ядролар, қиылысу тиімділіктері, агрегация.

**Аннотация.** Мақалада жоғары жылдамдықты және нано-масштабты технологиялық процестердің интенсивтілігін релаксациялық уақыт иерархиясының әсерін бөлектеп біліп шығуға жаңа мүмкіндіктерді ашатын, релаксациялық ядролар тасымалдау әдісінің көмегімен жылу және масса тасымалдауды және агрегациялық процестерді сипаттау үшін математикалық моделдерін жалпылай талдау берілген.

Поступила 16.05.2016 г.

**REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 2224-5227

Volume 3, Number 307 (2016), 87 – 92

UDC 004.056.55

**INTRODUCTION TO XILINX WEBPACK ISE AUTOMATIC PROJECT  
SYSTEM, MAKING SIMPLE PRINCIPLE OF AND3****A.O. Zhyenbek<sup>1</sup>, B.K. Kudaibergenova<sup>2</sup>, A.Б Сейтен<sup>1</sup>**<sup>1</sup>L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana;<sup>2</sup>S.Seifullin Kazakh AgroTechnical University, Astana<sup>1</sup>[arai\\_nur\\_nao@mail.ru](mailto:arai_nur_nao@mail.ru), <sup>2</sup>[bakit91\\_91@mail.ru](mailto:bakit91_91@mail.ru), <sup>1</sup>[seiten.1992@mail.ru](mailto:seiten.1992@mail.ru)**Key words:** FPGA, scheme, AND3, logic elements, digital device.

**Abstract.** Thus research is about introducing XILINX WEBPACK ISE automatic system, and making simple element of AND3. Nowadays programmable programmable logic devices. PLD have become interesting and fastest growing microelectronic devices. Since last decade this devices have improved its characteristics thanks to market growth.

FPGAs contain an array of programmable logic blocks, and a hierarchy of reconfigurable interconnects that allow the blocks to be "wired together", like many logic gates that can be inter-wired in different configurations. Logic blocks can be configured to perform complex combinational functions, or merely simple logic gates like AND and XOR. In most FPGAs, logic blocks also include memory elements, which may be simple flip-flops or more complete blocks of memory. Some FPGAs have analog features in addition to digital functions. The most common analog feature is programmable slew rate on each output pin, allowing the engineer to set low rates on lightly loaded pins that would otherwise ring or couple unacceptably, and to set higher rates on heavily loaded pins on high-speed channels that would otherwise run too slowly.

УДК 004.056.55

**XILINX WEBPACK ISE автоматтандырылған  
жобалау жүйесімен танысу, қарапайым  
логикалық AND3 элементін жасау****A.O. Жиенбек<sup>1</sup>, Б.Қ. Құдайбергенова<sup>2</sup>, А.Б Сейтен<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті, Астана,<sup>2</sup>С.Сейфуллин атындағы Қазақ Агротехникалық Университеті, Астана**Тірек сөздер:** БЛИС, сұлба, AND3, логикалық элемент, цифрлық құрылғы.

**Аннотация.** Бұл жұмыста теміржол байланысы талқыланған. пойыздар қозғалысының қауіпсіздігі, өткізу және ақы төлеу сызығының қабілеттілігін жоғарылатады. Осы тапсырмалардың әрқайсысын шешуге арналған өз байланысы бар.

Бағдарламаланатын логикалық интегралдық сұлбалар (БЛИС) қазіргі заманда өте қызық және заманауи сандық микроэлектрониканың қарқынды дамып келе жатырған бағыты болып табылады. Соңғы онжылдықта осы құрылғылардың нарықта өсуі және олардың сипаттамаларының айтарлықтай жақсаруы байқалады. Осы саланың болашаққа деген болжамы өте оптимистті көрінеді [1-5].

БЛИС пайда болуымен сандық микросұлбаларды жобалау тек жүздеген және ондаған мың кристаллдар шығаратын ірі өнеркәсіптердің ісі болып шектелмейтін болды. Бірегей сандық құралғылар топтамасын шығару және жобалауды өндірістік кәсіпорындардың жобалық – конструкторлық бөлімшелерінде, зерттеу және оқу зертханаларында және тіптен үй жағыдайында да жүзеге асыруға болады.

Xilinx фирмасы, БЛИС әлемдік өндірушісі болып жасаушыларға әр түрлі технологиялық өндіріспен кристаллдардың кең спектрін ұсынады, олар: интеграция деңгейімен, архитектурамен, тез әрекет етуімен, қуатты және кернеуді қолдануына, әр түрлі корпуста және бірнеше нұсқада жасалған, өндірістік әскери және радиационды берік болып бөлінеді. Xilinx фирмасы шығаратын кристаллдар «қатты логика» салыстырғанда БЛИС артықшылықтарын толықтай жүзеге асырады [6-11]:

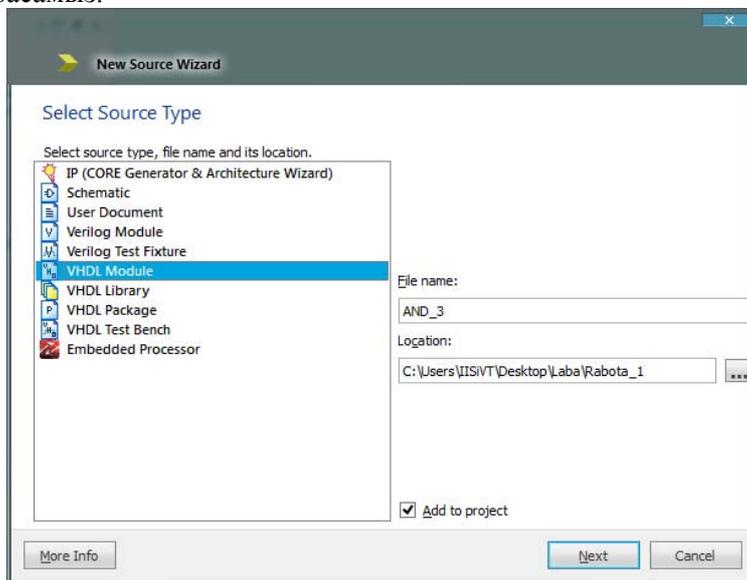
- Тез әрекет ету;
- Жүйе ішінде қайта бағдарламалау мүмкіндігі;
- Сандық құрылғыны бір кристаллда орналастыруға мүмкіндік беретін сол арқылы жолды белгілеуге және баспа платаларының өндірісіне уақытты және шығынды азайтатын интеграцияның жоғары деңгейі;
- Қайта өңдеу циклының уақытын және құрылғы өндірісін азайту;
- Құрылғыны жобалау кезінде пайда болатын қателерді жоюға мүмкіндік беретін АЖЖ қуатты инструментінің болуы;
- Салыстырмалы түрде аз баға.

Алғы технологиялар өндірісін қолдануға негізделген БЛИС кең спектрінен басқа Xilinx фирмасы жобаларды жасауға және кристаллдар конфигурациясына заманауи бағдарламалық қамтамасыздандыру жүргізеді. 2002 жылдың басында ISE™ (Integrated Synthesis Environment) автоматтандырылған жобалаудың жаңа кезеңіне толықтай көшу аяқталды. ISE бағдарламалық құралын қолдану өңдеу уақытын азайтады және нәтижелердің тиімділік деңгейін жобалаудың дамыған тәсілін қолдану есебінен, синтез алгоритмінен, кристаллда жобаны апару және орналастыру уақытын үнемдейді [12-17].

AND3 логикалық элементін құру үшін бас мәзірдегі **Project** бөлімінен **New Source** таңдаймыз. **New Source Wizard** (1-Сурет) терезесі ашылады.

Терезенің сол бөлігінде **VHDL Module** таңдаймыз, ал файл атауы жолағында **File name AND\_3** көрсетеміз. **Location** жолағын өзгеріссіз қалдыруға болады.

**Next** пернесін басамыз.



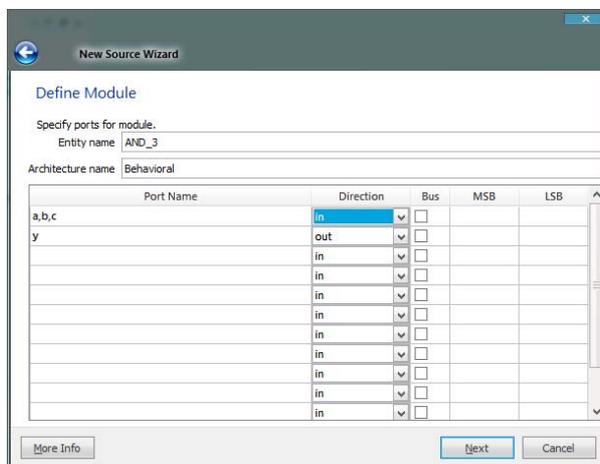
1-Сурет **New Source Wizard** терезесі

1. **Define Module** (2-Сурет) терезесі ашылады. Бұл терезеде кіріс/шығыс деректері беріледі. **Entity name** және **Architecture name** терезелерін өзгеріссіз қалдырамыз. **Port name** бағанында бірінші жолақта кіріс *a, b, c* порттарын ал екінші **Direction** бағанында оларға қарсы  басып, **in** таңдаймыз. Екінші жолақта **Port name** бағанында *u* шығыс портын таңдаймыз, ал **Direction** бағанында **out** таңдаймыз.

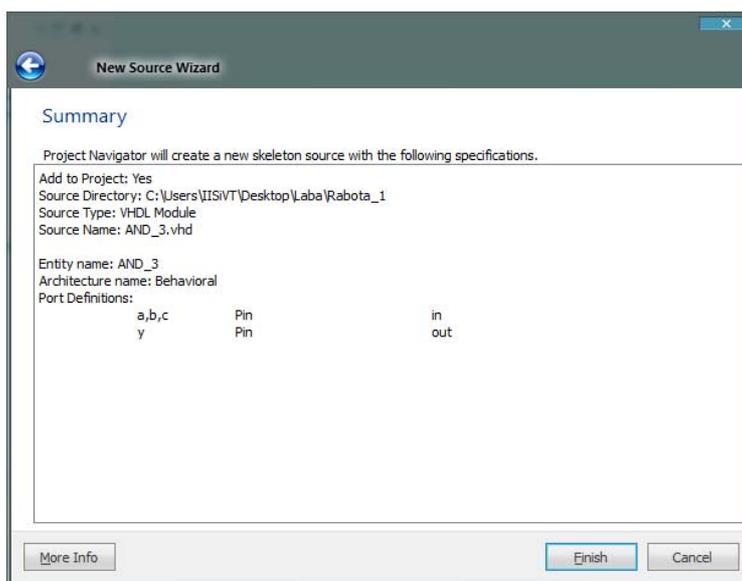
**Next** пернесін басамыз.

*AND\_3* логикалық элементі туралы есеп көрсетілетін *Summary* терезесі ашылады: жобаға қосылу, элементті сақтау папкасы, тапсырма түрі, сипаттамасы, атауы, кіріс/шығыс деректері [18-20].

*Finish* пернесін басамыз. Логикалық элемент сәтті жасалды.



2-Сурет *Define Module* терезесі



3-Сурет *Summary* терезесі

2. Редактордың жұмыс терезесінде біздің логикалық элементтің *AND\_3* (4-Сурет) VHDL-сипаттамасы көрсетілген.

Біріншіден VHDL-сипаттама, жолақтарға бөлінген, бұл жағдайда біздің сипаттамамыз 42 жолдан тұрады. Қате кеткен жағдайда оның қай жолда орналасқанын көрсету кезінде қолайлы.

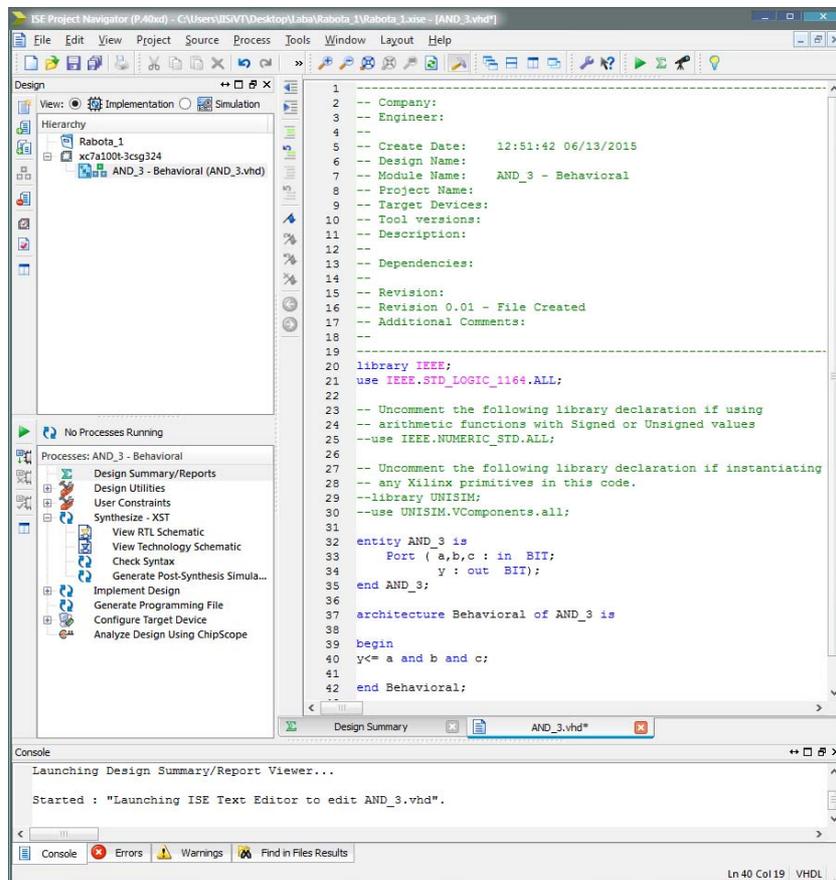
Әріп түсінің де мәні бар:

- Жасыл түспен түсіндірмелер белгіленеді (түсіндірмелер VHDL тілінде екі қос дефиспен басталады «--») және жолдың соңына дейін жалғасады);

- Қызыл және көк түспен VHDL тілінде және Xilinx элементтері кітапханасында кейінге сақталған құрылымдар белгіленеді (бұл операторлар, деректер түрлері, логикалық элементтер болуы мүмкін);

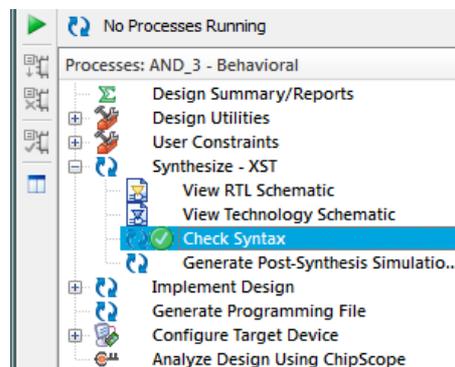
- Қара түспен қарапайым жазбалар белгіленеді.

Оперативті басқару панелінен  (Сохранить все) пернесін басамыз.



4-Сурет *AND\_3* логикалық элементінің VHDL-сипаттамасы

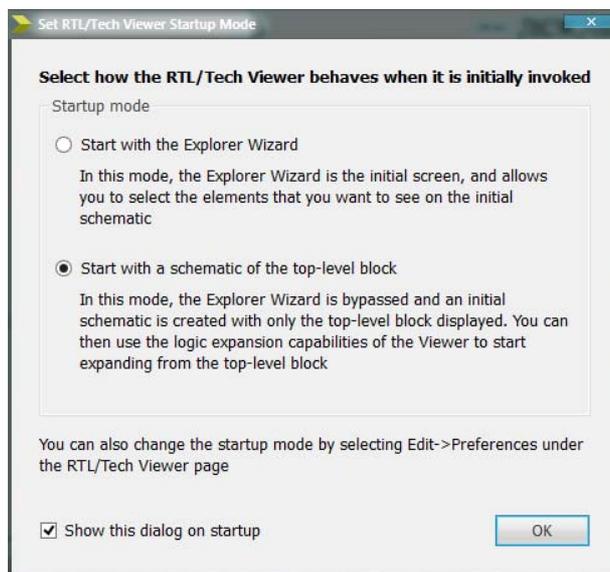
3. Нысанды сақтағаннан кейін үрдістер терезесіне көшеміз. *Synthesize – XST* қосымша парағаны басамыз. Пайда болған тізімнен *Check Syntax* таңдаймыз, осылайша өзіміздің VHDL-сипаттамасын қате болып болмауына тексереміз. Сәтті аяқталған жағдайда жолақта жасыл қанат белгісі (галочка) бар белгі пайда болады (5-Сурет).



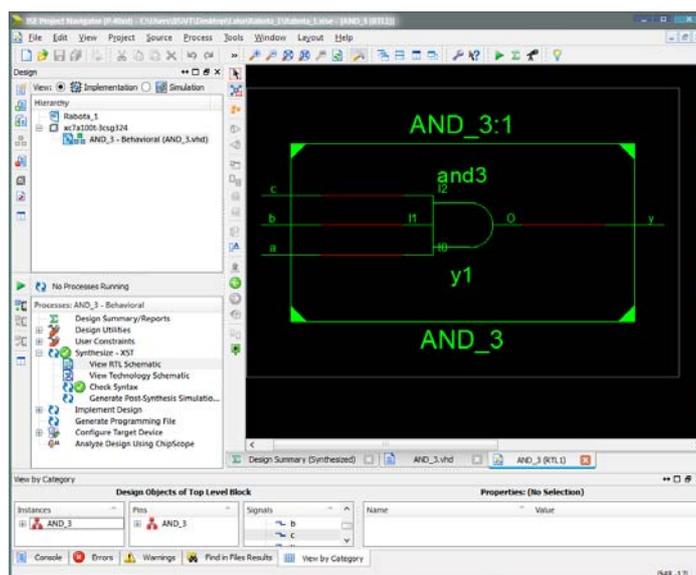
5-Сурет *Check Syntax* операциясы орындалған терезе

Сонымен қатар біз *AND\_3* нысанының құрылымдық сұлбасын көре аламыз, сол *Synthesize – XST* қосымша парағынан *View RTL Schematic* таңдау арқылы. *Set RTL/Tech Viewer Startup Mode* терезесі пайда болады (6-Сурет). Осы терезеден *Start with a schematic of the top-level block* таңдаймыз және **OK** басамыз.

Осылайша *AND\_3* нысанының сұлбасын алдық. Оның үстінен екі рет басып құрылымдық сұлбасын аламыз (7-Сурет).



6-Сурет *Set RTL/Tech Viewer Startup Mode* терезесі



7-Сурет *AND\_3* нысанының құрылымдық сұлбасы

Сонымен, *AND\_3* логикалық элементі сәтті орындалды.

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Бибило П.Н. Основы языка VHDL. Изд. 3-е доп. – М.: Издательство ЛКИ, 2007. – 328 с.
- [2] Зотов В.Ю. Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем на основе ПЛИС фирмы XILINX®. – М.: Горячая линия-Телеком, 2006. – 520 с.
- [3] Зотов В.Ю. Проектирование цифровых устройств на основе ПЛИС фирмы XILINX в САПР WebPACK ISE. – М.: Горячая линия-Телеком, 2003. – 624с.
- [4] Армстронг Дж.Р. Моделирование цифровых систем на языке VHDL/ Пер. с англ. М.: Мир, 1992. 175 с.
- [5] В.В. Соловьев — Основы языка проектирования цифровой аппаратуры Verilog. 2014
- [6] Грушвицкий Р.И., Мурсаев А.Х., Угрюмов Е.П. Проектирование систем на микросхемах программируемой логики.-СПб.: БХВ-Петербург, 2002.-608 с.
- [7] Бродин В.Б., Калинин А.В. Системы на микроконтроллерах и БИС программируемой логики.-М.: Издательство ЭКОМ, 2002.- 400 с.
- [8] Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника.- СПб.: БХВ-Петербург,2001.-528 с.

- [9] Сапожников В.В., Кононов В.А. Электрическая централизация стрелок и светофоров. Россия, 2002.
- [10] Суворова Е.А., Шейнин Ю.Е. Проектирование цифровых систем на VHDL.- СПб.: БХВ-Петербург,2003.-576 с.
- [11] Штешенко В.Б. ПЛИС фирмы "ALTERA": элементная база, система проектирования и языки описания аппаратуры.- М.: Издательский дом, ДОДЕКА - XXI ,- 2002.- 576 с.
- [12] Микропроцессорные системы. Учебное пособие для вузов. Под ред. Пузанкова Д.В.-СПб.: Политехника, 2002.- 935 с.
- [13] Антонов А.П. Язык описания цифровых устройств. ALTERA HDL. Практический курс.-М.: ИП Радио Софт, 2002.- 224.
- [14] Сергиенко А.М. VHDL для проектирования вычислительных устройств. К.: ЧП Корнейчук, ООО ТИД ДС , 2003.-208 с.
- [15] Бибило П.Н. Основы VHDL языка. Изд. Соломон-Р ,- М.: 2000.-200 с.
- [16] Муренко Л.Л. и др. Программаторы запоминающих и логических интегральных микросхем/ Л.Л. Муренко, В.Н. Чурков, Ю.Ф. Широков – М.:Энергоатомиздат, 1988.- 128 с
- [17] Соловьев В.В., Булатова И.Р. Архитектуры сложных программируемых логиче-ских интегральных схем // Зарубежная радиоэлектроника. 2000
- [18] Соловьев В.В., Булатова И.Р. Стандартные программируемые логические устройства // Зарубежная радиоэлектроника. 2000
- [19] Solovjev V., Chzy M. Models of thefinite state machines // Proc. of the Sixth Int. Conf. on Methods and Models in Automation and Robotics (MMAR 2000), 28-31 August 2000. Miedzyzdroje. Poland. Vol. 2
- [20] Соловьев В.В. Проектирование цифровых систем на основе программируемых логических интегральных схем. М.: Горячая линия - Телеком, 2001. 636 с.

#### REFERENCES

- [1] Bibilo P.N. Osnovy yazyka VHDL. Izd. 3-e dop. – М.: Izdatelstvo LKI, 2007. – 328 s.
- [2] Zotov V.Yu. Proektirovanie vstraivaemyx mikroprocessornyx sistem na osnove PLIS firmy XILINX® . – М.: Goryachaya liniya-Telekom, 2006. – 520 s.
- [3] Zotov V.Yu. Proektirovanie cifrovyyx ustrojstv na osnove PLIS firmy XILINX v SAPR WebPACK ISE. – М.: Goryachaya liniya-Telekom, 2003. – 624s.
- [4] Armstrong Dzh.R. Modelirovanie cifrovyyx sistem na yazyke VHDL/ Per. s angl. М.: Mir, 1992. 175 s.
- [5] V.V. Solovev — Osnovy yazyka proektirovaniya cifrovoj apparatury Verilog. 2014
- [6] Grushvickij R.I., Mursaev A.X., Ugryumov E.P. Proektirovanie sistem na mikrosxemax programmiruemoj logiki.- SPb.: BXV-Peterburg, 2002.-608 s.
- [7] Brodin V.B., Kalinin A.V. Sistemy na mikrokontrollerax i BIS programmiruemoj logiki.-М.: Izdatelstvo EKOM, 2002.- 400 s.
- [8] Ugryumov E.P. Cifrovaya sxemotexnika.- SPb.: BXV-Peterburg,2001.-528 s.
- [9] Sapozhnikov V.V., Kononov V.A. Elektricheskaya centralizaciya strelok i svetoforov. Rossiya, 2002.
- [10] Suvorova E.A., Shejnin Yu.E. Proektirovanie cifrovyyx sistem na VHDL.- SPb.: BXV-Peterburg,2003.-576 s.
- [11] Steshenko V.B. PLIS firmy "ALTERA": elementnaya baza, sistema proektirovaniya i yazyki opisaniya apparatury.- М.: Izdatelskij dom, DODEKA - XXI ,- 2002.- 576 s.
- [12] Mikroprocessornye sistemy. Uchebnoe posobie dlya vuzov. Pod red. Puzankova D.V.-SPb.: Politehnika, 2002.- 935 s.
- [13] Antonov A.P. Yazyk opisaniya cifrovyyx ustrojstv. ALTERA HDL. Prakticheskij kurs.-М.: IP Radio Soft, 2002.- 224.
- [14] Sergienko A.M. VHDL dlya proektirovaniya vychislitelnyx ustrojstv. К.: ЧП Кornejчук, ООО ТИД ДС, 2003.208 s.
- [15] Bibilo P.N. Osnovy VHDL yazyka. Izd. Solomon-R ,- М.: 2000.-200 s.
- [16] Murenko L.L. i dr. Programmatory zapominayushhix i logicheskix integralnyx mikrosxem/ L.L. Murenko, V.N. Churkov, Yu.F. Shirokov – М.:Energoatomizdat, 1988.- 128 s
- [17] Solovev V.V., Bulatova I.R. Arxitektury slozhnyx programmiruemyx logiche-skix integralnyx sxem // Zarubezhnaya radioelektronika. 2000
- [18] Solovev V.V., Bulatova I.R. Standartnye programmiruemye logicheskije ustrojstva // Zarubezhnaya radioelektronika. 2000
- [19] Solovjev V., Chzy M. Models of thefinite state machines // Proc. of the Sixth Int. Conf. on Methods and Models in Automation and Robotics (MMAR 2000), 28-31 August 2000. Miedzyzdroje. Poland. Vol. 2
- [20] Solovev V.V. Proektirovanie cifrovyyx sistem na osnove programmiruemyx logicheskix integralnyx sxem. М.: Goryachaya liniya - Telekom, 2001. 636 s.

#### ОЗНАКОМЛЕНИЕ С АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПРОЕКТНОЙ СИСТЕМОЙ XILINX WEBPACK ISE, СОЗДАНИЕ ПРОСТОГО ЛОГИЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА AND3

А.О. Жиенбек<sup>1</sup>, Б.К. Құдайбергенова<sup>2</sup>, А.Б. Сейтен<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана,

<sup>2</sup> Казахский Агротехнический Университет имени Сакена Сейфуллина, Астана

**Ключевые слова:** ПЛИС, схема, AND3, логический элемент, цифровое устройство.

**Аннотация.** Программируемая логическая интегральная схема электронный компонент, используемый для создания цифровых интегральных схем. В отличие от обычных цифровых микросхем, логика работы ПЛИС не определяется при изготовлении, а задается посредством программирования (проектирования). Для программирования используются программатор и IDE (отладочная среда), позволяющие задать желаемую структуру цифрового устройства в виде принципиальной электрической схемы или программы на специальных языках описания аппаратуры: Verilog, VHDL, AHDL.

Поступила 16.05.2016г.

## SULFURIC ACID OPENING OF KUNDYBAY DEPOSIT ORE WITH RECOVERY OF RARE EARTH METALS

Z.B. Karshigina, Z.S. Abisheva, Ye.G. Bochevskaya, E.A. Sargelova, S.T. Akchulakova

“Centre of Earth Sciences, Metallurgy and Ore Beneficiation” JSC, Almaty, Kazakhstan  
zaure\_karshyga@mail.ru

**Key words:** rare earth metals, sulphatization, leaching, sinter, recovery, silicon-containing cake.

High-siliceous ore of Kundybay deposit is one of the promising sources of precipitated silicon dioxide and rare earth metals (REMs) in Kazakhstan. In the article high-temperature method of ore processing in a mixture with sulfuric acid (hereinafter sulphatization) is shown. In purpose of ore opening and rare earth metals recovery the effect of solid-to-liquid (S: L) ratio, temperature, sulfuric acid concentration and duration on the sulfation process was studied. Sulphatization product (hereinafter sinter) was studied using chemical and instrumental methods of analysis. The optimum parameters of ore sulphatization process: S: L ratio is 1: 0.36; temperature is 200 ° C; sulfuric acid concentration is 9 mol/dm<sup>3</sup>; process time is 2 h. The article presents the results of research on water leaching of the sinter obtained after ore sulphatization. The effect of S: L ratio, temperature and duration on water leaching of the sinter was studied. The optimum parameters of water leaching of the sinter were determined: S: L ratio is 1: 2.5, temperature is 90 ° C, duration is 4 hours. Under these conditions, recovery of REMs in the solution were ~ 84 %. The obtained silicon-containing cake was studied by physical and chemical methods of analysis. Cake contains about 70 % SiO<sub>2</sub> and further may be useful for producing of precipitated silicon dioxide ("white soot").

## СЕРНОКИСЛОТНОЕ ВСКРЫТИЕ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУНДЫБАЙ С ИЗВЛЕЧЕНИЕМ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

З.Б. Каршигина, З.С. Абишева, Е.Г. Бочевская, Э.А. Саргелова, С.Т. Акчулакова

АО «Центр наук о земле, металлургии и обогащения», г. Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** редкоземельные металлы, сульфатизация, выщелачивание, спек, извлечение, кремнийсодержащий кек.

Высококремнистая руда месторождения Кундыбай является одним из перспективных источников получения осажденного диоксида кремния и редкоземельных металлов (РЗМ) в Казахстане. В статье показан способ высокотемпературной обработки руды в смеси с серной кислотой (далее сульфатизация). С целью вскрытия руды и извлечения редкоземельных металлов изучено влияние соотношения Т:Ж, температуры, концентрации серной кислоты и продолжительности на процесс сульфатизации. Продукт сульфатизации (далее спек) изучен с применением химических и инструментальных методов анализа. Определены оптимальные параметры процесса сульфатизации руды: соотношение Т:Ж = 1:0,36; температура – 200°С; концентрация серной кислоты – 9 моль/дм<sup>3</sup>; продолжительность процесса – 2 ч. Представлены результаты исследований по водному выщелачиванию спека. Изучено влияние соотношения Т:Ж, температуры и продолжительности процесса на водное выщелачивание спека. Определены оптимальные условия водного выщелачивания спека: соотношение Т:Ж = 1:2,5; температура 90 °С и продолжительность процесса – 4 часа. При этих условиях извлечение РЗМ в раствор составило ~84 %. Раствор в дальнейшем предполагается

направлять на очистку от примесей железа и алюминия. Полученный кек изучен физико-химическими методами анализа. Кек содержит ~70 %  $\text{SiO}_2$  и в дальнейшем может быть пригодным для получения осажденного диоксида кремния («белой сажи»).

Рост мирового спроса на РЗМ непосредственным образом оказывает влияние на развитие редкоземельной отрасли с привлечением минерального сырья сложного состава. Одним из таких источников редкоземельного сырья является месторождение Кундыбай, расположенное в Северном Казахстане [1].

Руда представлена в основном минералами: мусковитом  $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3)\text{O}_{10}(\text{OH},\text{F})_2$ , каолинитом  $\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$ , кварцем  $\alpha\text{-SiO}_2$ , в небольших количествах присутствуют монтмориллонит  $\text{Na}_{0,3}(\text{Al},\text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ , клинохлор  $(\text{Mg},\text{Fe})_5\text{Al}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})_8$  и гетит  $\text{FeO}(\text{OH})$ . Редкие земли в коре выветривания находятся в глинистых минералах (каолинит, галлуазит, гетит) в сорбированном ассоциированном состоянии, вероятно, в узлах и междуузлиях их структурных решеток в виде отдельных ионов и небольших агрегатов, которые высвобождаются в процессе выветривания порообразующих минералов. Помимо этого, РЗМ присутствуют в составе собственно редкоземельных минералов: черчит, иттриевый и неодимовый бастнезит, иттрорабдофанит, иттриевый и неодимовый паризит [2,3].

Вследствие очень тонкого прораствания и аккумуляции редкоземельных металлов на пустой породе традиционные способы обогащения являлись малоэффективными [4,5]. Имеются исследования [6], где при переработке руды месторождения Кундыбай, использовали нестандартные приемы, которые заключались в сочетании гидрометаллургических способов с традиционными технологиями обогащения. В работах [7,8] рассматривается возможность гидрометаллургической переработки руды с извлечением РЗМ без разрушения структуры минералов-носителей. Весьма сложный и неоднородный состав руд, где с глинистыми минералами может быть связано от 13 до 90,3 % от валового содержания [3], предполагает использование способов, приемлемых для всех имеющихся форм нахождения РЗМ. Эффективная переработка сырья с низким содержанием ценного компонента металлургическими способами предполагает комплексное его использование.

Руда месторождения Кундыбай содержит ~60%  $\text{SiO}_2$  и может служить также источником получения осажденного диоксида кремния, который является одним из востребованных продуктов в различных отраслях промышленности [9-15]. В связи с этим представляло интерес изучить разложение руды металлургическими способами с извлечением из нее ценных компонентов.

**Объект, цели и задачи исследований.** Объектом исследований являлась руда месторождения Кундыбай следующего состава, мас. %: 59,06  $\text{SiO}_2$ , 19,14  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 6,21  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 0,68  $\text{TiO}_2$ ; 1,55  $\text{K}_2\text{O}$ ; 1,26  $\text{MgO}$ ; 0,54  $\text{CaO}$  и др. Сумма редкоземельных элементов ( $\Sigma\text{РЗЭ}$ ) составляет 438,0 г/т.

Задачами исследования являлось определение оптимальных условий вскрытия руды способом сульфатизации с целью извлечения в раствор РЗМ и получение кремнийсодержащего кека, который в дальнейшем можно перерабатывать на «белую сажу».

**Методика проведения экспериментов.** Эксперименты по сульфатизации проводили в муфельной печи марки «SNOL 7,2/1300» при заданных температуре и времени выдержки.

Опыты по выщелачиванию осуществляли в термостатированной ячейке емкостью 0,2  $\text{дм}^3$  при перемешивании механической мешалкой «OSTbasic» со скоростью вращения – 500 об/мин. Постоянство температуры поддерживали с помощью термостата LT-100.

При определении оптимальных условий сульфатизации руды водное выщелачивание сульфатных спеков проводили при поддержании следующих условий: температура – 60 °С, соотношение Т:Ж = 1: 6, продолжительность – 4 ч.

Полученные спеки, фильтраты и кеки анализировали на содержание  $\Sigma\text{РЗМ}$ , алюминия и железа.

**Методы анализа.** Количественное содержание элементов и фазовый состав спека и кека определяли химическим и рентгенофазовым методами анализа.

Для химического анализа состава проб использовали атомно-абсорбционный спектрофотометр 180-50 фирмы «Hitachi», оптической эмиссионной спектрометрии (Optima 2000 DV с индукционно-связанной плазмой фирмы «PerkinElmerSCIEX»), гравиметрический, пламенно-фотометрический, фотометрический и титриметрический методы анализа.

Рентгенофазовый анализ производился на приборе D8 ADVANCE (Bruker AXS GmbH) с кобальтовым анодом, излучение  $\alpha$ -Cu. Расшифровку дифрактограмм и расчет межплоскостных расстояний проводили с помощью программного обеспечения EVA, расшифровка проб и поиск фаз – по программе «Search/match» с использованием базы данных карточек ASTM [16].

**Результаты и их обсуждение.** Ранее проведенные исследования [17-19] по определению способа вскрытия высококремнистой руды месторождения Кундыбай показали, что наиболее эффективным является процесс сульфатизации с использованием в качестве вскрывающего реагента серной кислоты.

**Определение оптимальных условий процесса сульфатизации руды.** Изучено влияние соотношения Т:Ж, температуры, концентрации серной кислоты и продолжительности процесса. Эксперименты проводили при соблюдении следующих постоянных условий: температура – 200 °С; концентрация  $H_2SO_4$  – 18,62 моль/дм<sup>3</sup>; продолжительность – 2 ч; соотношение Т:Ж – 1:0,36. Результаты экспериментов представлены в таблице 1.

**Влияние соотношения Т:Ж** изучалось при следующих варьируемых значениях – 1:0,36; 1:0,46; 1:0,58; 1:0,68; 1:0,76; 1:0,86.

Целесообразно на достаточном уровне перевести в раствор алюминий, так как присутствие его в кремнийсодержащем кеке в форме легко разлагаемых соединений может привести при дальнейшей его переработке на осажденный диоксид кремния к снижению показателей процесса.

Таблица 1 – Влияние условий сульфатизации руды на извлечение РЗМ, алюминия и железа

Исследуемые параметры сульфатизации	Концентрация в растворе после водного выщелачивания			Извлечение в раствор при выщелачивании, %		
	$\Sigma$ РЗМ, мг/дм <sup>3</sup>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , г/дм <sup>3</sup>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , г/дм <sup>3</sup>	$\Sigma$ РЗМ	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Соотношение Т:Ж	Влияние соотношения Т:Ж					
1:0,36	41,50	12,93	3,24	87,05	62,40	62,26
1:0,46	41,55	15,60	3,98	87,10	75,90	64,26
1:0,58	41,65	16,00	4,21	87,14	78,55	74,07
1:0,68	41,71	16,20	4,25	87,20	79,00	74,86
1:0,76	41,83	16,30	4,31	87,29	79,99	75,67
1:0,86	42,00	16,36	4,56	87,40	80,28	77,68
Температура, °С	Влияние температуры сульфатизации					
100	37,62	2,22	3,59	82,80	12,71	63,00
200	41,50	12,93	3,24	87,05	62,40	62,26
300	41,25	13,40	2,70	87,02	64,90	48,20
400	38,85	14,00	1,38	84,25	66,35	26,20
500	36,62	14,70	0,52	81,27	69,10	11,91
600	36,50	15,05	0,45	81,21	75,20	10,60
700	33,83	8,22	0,06	78,78	39,39	1,31
Концентрация H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , моль/дм <sup>3</sup>	Влияние концентрации серной кислоты					
3	24,43	1,12	0,61	65,61	5,26	8,50
6	28,00	3,38	1,40	71,12	15,62	19,88
9	40,94	8,82	1,55	85,89	40,28	23,10
12	41,02	10,16	1,88	86,07	49,80	37,73
15	41,28	11,66	3,27	86,79	57,71	63,40
18,62	41,50	12,93	3,24	87,05	62,40	62,26
Время, часы	Влияние продолжительности сульфатизации					
0,5	36,84	2,83	2,09	81,90	14,85	39,96
1	37,27	9,69	2,13	82,69	42,56	41,54
1,5	39,76	10,57	3,08	85,09	47,93	59,25
2	41,50	12,93	3,24	87,05	62,40	62,26
2,5	41,59	13,79	3,68	87,12	65,00	65,81

Как показано в таблице 1, увеличение соотношения Т:Ж не оказывало существенного влияния на концентрацию  $\Sigma$ РЗМ. Концентрации алюминия и железа при увеличении Т:Ж до 1:0,58 немного возрастали и далее практически не изменялись. Извлечение  $\Sigma$ РЗМ в раствор уже достигло максимальных значений при соотношении Т:Ж = 1:0,36, что соответствует ~79 % от стехиометрии реакций взаимодействия серной кислоты с основными составляющими руды. Извлечение

алюминия и железа с увеличением Т:Ж возрастало. Наиболее оптимальным соотношением Т:Ж являлось 1:0,36, при котором уже достигнуто извлечение  $\Sigma$ РЗМ 87 %.

Влияние температуры сульфатизации изучалось при поддержании следующих значений температур – 100; 200; 300; 400; 500; 600; 700 °С.

С повышением температуры сульфатизации концентрация и извлечение железа в раствор значительно понижались, что возможно объясняется частичной потерей серной кислоты при температурах выше 200 °С, максимальное количество которой к тому же не превышает 79 % от стехиометрического количества и, как следствие, не происходит в полной мере образования водорастворимого сульфата железа. К тому же, при температурах выше 500 °С образующийся сульфат железа разлагается с образованием его оксида и серного ангидрида. Полученный при температуре 500 °С спек подтверждает отсутствие в нем фазы сульфата железа (рисунок 1), так как железо присутствует в форме гематита  $Fe_2O_3$ .

Сульфатный спек состоит, мас.% из: биотита  $H_4K_2Mg_6Al_2Si_6O_{24}$  – 33,4, миллосевичита  $Al_2(SO_4)_3$  – 21,9, кварца  $\alpha-SiO_2$  – 13,5, каолинита  $Al_2(Si_2O_5)(OH)_4$  – 9,1, гидроалюмосиликата калия  $K_{10,9}Al_{11,1}O_{72}Si_{24,9} \cdot 25H_2O$  – 5,9, диоксида кремния  $SiO_2$  – 5,5, алунита  $KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$  – 4,1, сульфата алюминия-калия  $KAl(SO_4)_2$  – 3,1, гематита  $Fe_2O_3$  – 1,7, альбита  $Na(AlSi_3O_8)$  – 0,9 и хромистого мусковита  $K(Al,Cr)_2(AlSi_3)O_{10}(OH,F)_2$  – 0,8.

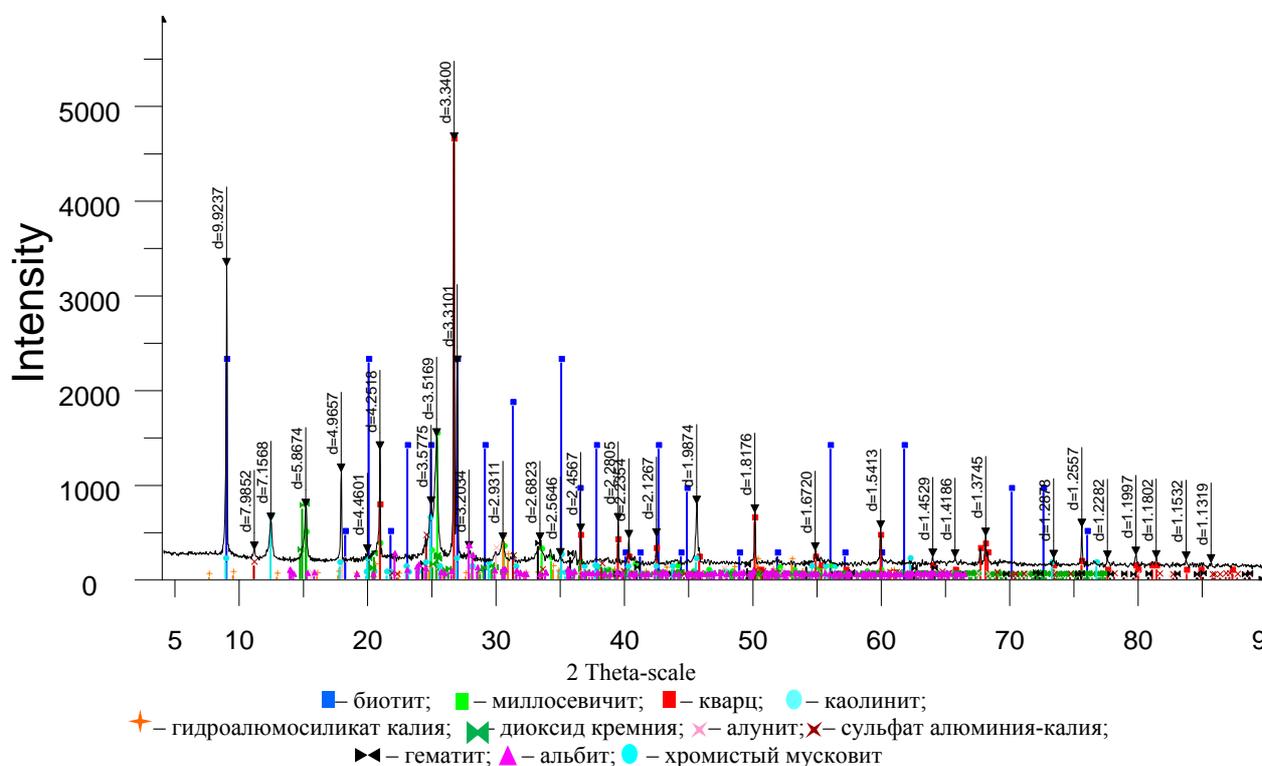


Рисунок 1 – Дифрактограмма спека

Концентрация и переход алюминия в раствор с повышением температуры от 100 до 600 °С увеличивались, при этом, имея наибольший скачок в диапазоне температур 100-200°С. Как показал рентгенофазовый анализ спека, соединения алюминия при взаимодействии с серной кислотой образуют водорастворимый сульфат алюминия – миллосевичит, который разлагается на оксид алюминия и серный ангидрид лишь при температурах 770 °С и выше. Возможно, понижение извлечения алюминия при температуре 700 °С связано с частичным разложением сульфата алюминия и образованием его оксида. Концентрация и извлечение в раствор  $\Sigma$ РЗМ при температуре сульфатизации 200 °С достигли максимальных значений, а с дальнейшим увеличением температуры уменьшались. Разложение сульфатов РЗМ в основном начинается от 800 °С, за исключением эрбия и гадолиния, температуры разложения которых несколько ниже и составляют 400 и 555 °С, соответственно. Вероятно, при высоких температурах уже начинается

частичное разложение сульфатов РЗМ, в особенности указанных элементов, что стало одной из причин пониженного извлечения редких земель. Исходя из полученных данных, наиболее оптимальной температурой являлась 200 °С.

*Влияние концентрации серной кислоты* осуществляли при следующих варьируемых значениях  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – 3; 6; 9; 12; 15; 18,62 моль/дм<sup>3</sup>.

С повышением концентрации серной кислоты (таблица 1) концентрации и извлечение алюминия и железа в раствор увеличивались. С увеличением концентрации серной кислоты при сульфатизации с 3 до 9 моль/дм<sup>3</sup> концентрация и извлечение в раствор  $\Sigma$ РЗМ возрастали и при дальнейшем повышении концентрации кислоты практически оставались на достигнутом уровне. Наиболее оптимальной концентрацией серной кислоты являлась 9 моль/дм<sup>3</sup>, при которой концентрация и извлечение  $\Sigma$ РЗМ в раствор имели почти максимальные значения, извлечение алюминия также находилось на достаточном уровне.

*Влияние продолжительности процесса сульфатизации* проводили при следующих значениях выдержки – 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 ч.

С увеличением времени сульфатизации концентрация и извлечение  $\Sigma$ РЗМ, алюминия и железа в растворе возрастали. Наиболее оптимальной продолжительностью процесса сульфатизации являлось 2 ч, при этом степень извлечения и концентрация  $\Sigma$ РЗМ в растворе достигли максимальных значений, алюминий также извлекался на достаточно хорошем уровне.

Исходя из полученных результатов исследований, оптимальными параметрами процесса сульфатизации руды месторождения Кундыбай являлись: соотношение Т:Ж = 1:0,36; температура – 200 °С; концентрация серной кислоты – 9 моль/дм<sup>3</sup> и продолжительность процесса – 2 ч.

Спек, полученный после сульфатизации при оптимальных условиях, согласно данным рентгенофазового анализа состоит, мас.% из: глауконита (K, Na)(Fe, Al, Mg)<sub>2</sub>(Si, Al)<sub>4</sub>O<sub>10</sub>(OH)<sub>2</sub> – 31,5, кварца  $\alpha$ -SiO<sub>2</sub> – 20,3, каолинита Al<sub>2</sub>(Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)(OH)<sub>4</sub> – 7,4, мусковита KAl<sub>2</sub>(AlSi<sub>3</sub>)O<sub>10</sub>(OH,F)<sub>2</sub> – 3,3. В нем присутствуют сульфаты железа в виде соединений: микасайт Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> – 5,8, бутлерит Fe(SO<sub>4</sub>)(OH)(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub> – 3,1 и алюминия – миллосевичит Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> – 3,8.

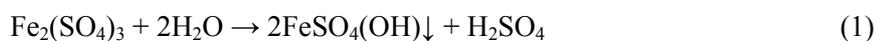
Как показали результаты анализов, в спеке алюминий присутствует помимо мусковита, в виде частично разлагаемых серной кислотой фазы каолинита, также в виде водорастворимого сульфата алюминия – миллосевичита, а железо содержится в форме водорастворимого сульфата – микасайта. Редкоземельные элементы в процессе сульфатизации, по всей видимости, переходят в форму растворимых сульфатов [20].

**С целью извлечения РЗМ в раствор на следующем этапе были проведены исследования условий водного выщелачивания сульфатных спеков. Эксперименты проводились со спеком следующего состава, мас. %: 15 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 5,18 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 48,7 SiO<sub>2</sub>; 0,0359  $\Sigma$ окс.РЗМ и др.**

Изучено влияние следующих физико-химических параметров водного выщелачивания РЗМ-содержащих сульфатных спеков: соотношение Т:Ж, температура и продолжительность процесса. Исследования проводились при поддержании следующих постоянных условий: соотношение Т:Ж– 1:2,5; температура 90 °С и продолжительность процесса – 4 ч. Результаты экспериментов представлены в таблице 2.

*Влияние соотношения Т:Ж* изучалось при варьировании следующих значений Т:Ж– 1:1,5; 1:2; 1:2,5; 1:3; 1:3,5 и 1:4.

С увеличением соотношения Т:Ж концентрации  $\Sigma$ РЗМ, алюминия и железа уменьшались. Извлечение железа в раствор уменьшалось, что, по всей видимости, связано с увеличением степени гидролиза перешедшего в раствор сульфата железа, который обычно имеет место при повышенных температурах. Снижение извлечения железа в раствор с увеличением соотношения Ж:Т возможно объясняется следующим. В результате реакции гидролиза (1) образуется серная кислота:



Увеличение соотношения Ж:Т сопровождается увеличением количества воды на выщелачивание спека и снижением концентрации образующейся серной кислоты, что, в свою очередь сдвигает равновесие реакции (1) в правую сторону, т.е. в сторону увеличения степени

гидролиза. В результате гидролиза часть железа выпадает в осадок и извлечение его в раствор понижается.

Таблица 2 – Влияние соотношения Т:Ж на извлечение в раствор  $\Sigma$ РЗМ, алюминия и железа при водном выщелачивании спека

Исследуемый параметр выщелачивания	Концентрация в растворе			Извлечение в раствор, %		
	$\Sigma$ РЗМ, мг/дм <sup>3</sup>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , г/дм <sup>3</sup>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , г/дм <sup>3</sup>	$\Sigma$ РЗМ	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Соотношение Т:Ж	Влияние соотношения Т:Ж					
1:1,5	128,10	32,30	10,40	80,03	31,82	28,03
1:2	112,00	28,55	9,95	81,05	32,51	26,32
1:2,5	99,00	25,67	9,41	83,86	33,85	24,79
1:3	74,10	23,40	8,30	83,87	34,02	22,19
1:3,5	64,50	21,20	7,20	83,89	34,50	19,85
1:4	58,30	19,40	6,19	83,92	34,92	18,02
Температура, °С	Влияние температуры выщелачивания					
25	78,16	20,36	13,22	76,85	29,09	42,49
40	79,63	21,02	11,90	76,89	30,05	38,85
60	83,73	22,76	10,65	78,98	31,33	33,25
80	90,20	23,52	9,88	80,50	32,78	28,06
90	99,00	25,67	9,41	83,86	33,85	24,79
Время, часы	Влияние продолжительности выщелачивания					
1	77,51	22,03	10,55	76,50	31,04	32,73
2	82,02	23,53	10,20	78,08	32,82	30,92
3	89,95	24,62	9,91	80,15	33,31	28,55
4	99,00	25,67	9,41	83,86	33,85	24,79

Извлечения  $\Sigma$ РЗМ и алюминия в раствор возрастали, достигнув максимальных значений при соотношении Т:Ж = 1:2,5, и с дальнейшим увеличением Т:Ж держались на достигнутом уровне. Исходя из полученных данных наиболее оптимальным соотношением выбрано Т:Ж = 1:2,5.

Влияние температуры процесса изучалось при поддержании следующих температур выщелачивания: 25, 40, 60, 80 и 90 °С.

С увеличением температуры процесса (таблица 2) концентрации и извлечение в раствор  $\Sigma$ РЗМ и алюминия возрастали. Концентрация и переход в раствор железа, напротив, с ростом температуры понижались, что аналогично может объясняться увеличением степени гидролиза сульфата железа. Наиболее оптимальной выбрана температура выщелачивания 90 °С.

Влияние продолжительности процесса исследовали при выдержке следующих значений длительности процесса – 1; 2; 3 и 4 ч.

Как видно из таблицы 2, концентрации и извлечение в раствор  $\Sigma$ РЗМ и алюминия повышались с увеличением продолжительности выщелачивания с максимальными показателями при времени 4 ч. Напротив, концентрация и переход в раствор железа уменьшались с увеличением времени выдержки при высоких температурах, что также может объясняться увеличением длительности процесса гидролиза сульфата железа. По результатам экспериментов, наиболее оптимальным являлось время выщелачивания – 4 ч.

Выбраны следующие оптимальные параметры водного выщелачивания сульфатного спека: соотношение Т:Ж = 1:2,5; температура 90 °С; продолжительность процесса – 4 ч. При этом извлечение  $\Sigma$ РЗМ составляло ~84, железа ~25 и алюминия ~34 %.

Кек, полученный при оптимальных условиях, имеет следующий состав, мас. %: 70,2 SiO<sub>2</sub>; 4,2 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 12,3 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,013  $\Sigma$ окс. РЗМ и др.

По результатам рентгенофазового анализа кек состоит из следующих фаз, мас. %: кварц  $\alpha$ -SiO<sub>2</sub> – 51,4, мусковит KAl<sub>2</sub>(AlSi<sub>3</sub>)O<sub>10</sub>(OH,F)<sub>2</sub> – 41,7, алюмосиликат натрия NaAl<sub>3</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>11</sub> – 4,5 и альбита Na(AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) – 0,9 (рисунок 2).

Кремний в кеке большей частью представлен кварцем, который поддается разложению щелочными растворами при высокой температуре под давлением выше атмосферного. Поэтому в дальнейшем предполагается проведение автоклавного выщелачивания кеков раствором

гидроксида натрия с получением силикатных растворов, из которых впоследствии возможно получение высокодисперсного диоксида кремния («белой сажи»).

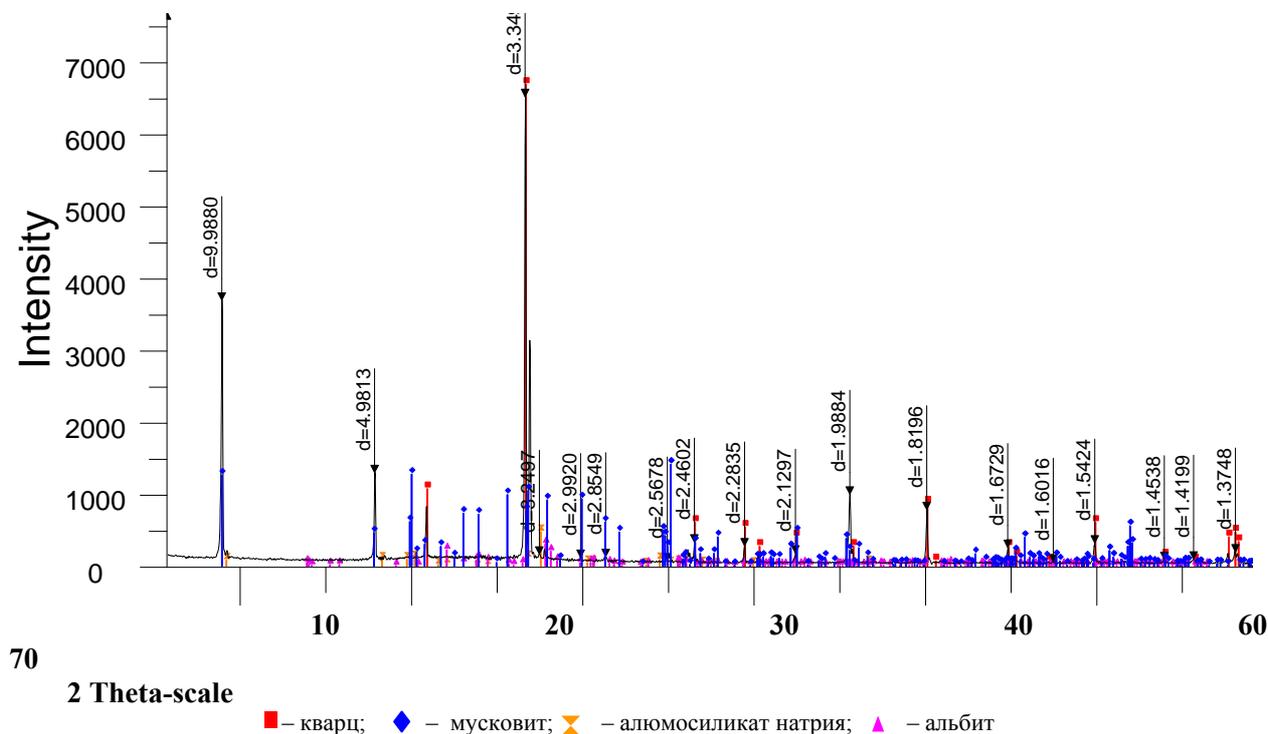


Рисунок 2 – Дифрактограмма кека

### Заключение

Проведенные исследования показали, что редкоземельные металлы можно достаточно эффективно перевести в раствор высокотемпературной обработкой руды месторождения Кундыбай в смеси с серной кислотой с последующим водным выщелачиванием полученного спека. При этом легко разлагаемые соединения алюминия также извлекаются в раствор, обеспечивая образование пригодного для получения «белой сажи» кека, в котором алюминий большей частью присутствует в составе трудновскрываемого мусковита.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Джафаров Н. Н., Джафаров Ф. Н. Полезные ископаемые Джетыгаринского рудного района (Костанайское Зауралье). – Алматы: «Алеум», 2002. – 244 с. ISBN 9965-551-71-8
- [2] Л.Д. Исаева, А.Н.Сарсенбаева. Редкоземельные минералы в коре выветривания месторождения Кундыбай // «Роль и место молодых ученых в реализации стратегии «КАЗАХСТАН-2050», посвященных 80-летию КазНТУ им. К.И. Сатпаева. Тр. меж. Сатпаевских чтений. - Алматы: КазНТУ, 2014. - Том 2. - С. 54-58.
- [3] Исаева Л.Д., Дюсембаева К.Ш., Кембаев М.К., Юсупова У., Асубаева С.К. Формы нахождения редкоземельных элементов в коре выветривания месторождения Кундыбай (Северный Казахстан) // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. – 2015. - № 2. – С. 23-30.
- [4] Уласюк С.М., Киселева В.С. Изучение вещественного состава и технологических особенностей редкоземельной коры выветривания // Технологическая оценка минерального сырья: сб. научн. трудов. – Алма-Ата: КазИМС, 1981. - С. 38-44.
- [5] Шаутинов М.Р., Телков Ш.А., Безгинова Л.И., Мотовилов И.Ю. Исследование гравитационной обогатимости руды месторождения Кундыбай. Тезисы трудов международной научно-практической конференции «Горное дело и металлургия в Казахстане. Состояние и перспективы». – Казахстан - Алматы, 2012. - С. 177 - 179.
- [6] Алимжанова А.М., Ешмолдаева А.Б., Айменова Ж.А., Баудагулова Г.Т., Козлов В.А. Новые перспективы развития процесса обогащения полиметаллических руд двойной упругости // Вестник КазНТУ. – 2015. – № 4. – С. 465-469.
- [7] Шарипов М.Ш., Стряпков А.В. Гидрохимическое извлечение РЗЭ из высококремнистого глинозёмсодержащего сырья // Проблемы химии и металлургии Центрального Казахстана: сб. матер. в 4-х т. – Алма-Ата: Наука, 1985. – Т. 1. - С. 118-125.

- [8] Балбекова Б.К. Гидрометаллургическое извлечение редкоземельных элементов из нового типа редкометалльного сырья // Труды Университета. Караганда: КарГТУ – 2002. - № 1. С.17-19.
- [9] Яхнин С.Е., Садовникова Л.С. и др. Новый кремнеземный наполнитель из отходов производства для подошвенных резин // Всесоюз. научн.-технич. Конференция «Качество и ресурсосберегающие технологии в резиновой промышленности» / Яросл. политехн. ин-т. – Ярославль. –1991. – с.115.
- [10] Handbook of Extractive Metallurgy, Edited by Fathi Habashi, WILEY- VCH, Heidelberg, Germany. - 1984. - Vol.4. - pp. 584-660.
- [11] Iizuka K., Yamamoto K., Kobayashi A. Патент Японии JP 09286610 A2 High-purity silica powder, its manufacture, and use as filler in resin and/or rubber compositions. Jpn. Kokai Tokkyo Koho. 4 Nov 1997 Heisei, 7.
- [12] Goerl U. Eur. Patent Appl. EP 745558 A2 Preparation of precipitated silica for use in vulcanizable rubber mixtures. 4 Dec 1996, 14.
- [13] Patkar S.D., Swift H.E., Scott W.B. PCT Int. Appl. WO 9952979 A1 Dispersible free flowing particulate silica for rubber composition. 21 Oct 1999, 47.
- [14] Scholl T. Eur. Patent. Appl. EP 890600 A1 Preparation of filled rubber compositions. 13 Jan 1999, 12.
- [15] Koshibe S., Патент Японии JP 2000299326 A2 Silica-filled adhesives for semiconductor devices. Jpn. Kokai Tokkyo Koho. 24 Oct. 2000, 6.
- [16] Powder Diffraction File. Search Manual. Hana Walt Method. / Inorganic. International center for diffraction data. - 1987.
- [17] Каршигина З.Б., Бочевская Е.Г., Саргелова Э.А., Абишева З.С. Извлечение редкоземельных металлов из высококремнистых техногенных минеральных образований // Матер. Конгресса с междунар. участием и элементами школы молодых ученых «Фундаментальные исследования и прикладные разработки процессов переработки и утилизации техногенных образований» (Техноген'2014). – Екатеринбург, Россия, 2014. - С. 186 – 190.
- [18] Абишева З.С., Каршигина З.Б., Бочевская Е.Г., Саргелова Э.А. Вскрытие кремнийсодержащего минерального сырья высокотемпературными сернокислотными способами с извлечением редкоземельных металлов и осажденного диоксида кремния // Ресурсосберегающие технологии в обогащении руд и металлургии цветных металлов, посв. 70-летию основания ИМО-АО «ЦНЗМО»: матер.междунар. науч. конф. - Казахстан - Алматы, 2015. - С. 153 - 156.
- [19] З.С. Абишева, Е.Г. Бочевская, З.Б. Каршигина, Э.А. Саргелова, Н.С. Бектурганов. Инновационный патент № 29419; опубли. 25.12.2014 г., Бюл. № 12. Способ извлечения редкоземельных элементов из высококремнистой руды.
- [20] Зеликман А.Н. Металлургия редкоземельных металлов, тория и урана – М.: Металлургиздат, 1961. – 380 с.

## REFERENCES

- [1] Dzhabarov N. N., Dzhabarov F. N. Minerals of Dzhetysay ore district (Kostanay Urals). Almaty: Aleem, **2002**. 244 p. ISBN 9965-551-71-8. (in Russ.).
- [2] Isaeva L.D., Sarsenbaeva A.N. Rare earth minerals in the weathering crust of Kundybay deposits. "The role and place of young scientists in the implementation of the" KAZAKHSTAN-2050 Strategy ", dedicated to the 80th anniversary of KazNTU named after K.I.Satpayev. Proceedings of International Satpayev readings. Almaty: KazNTU, **2014**, 2, 54-58. (in Russ.).
- [3] Isaeva L.D., Dyusembaeva K.Sh., Kembaev M.K., Yusupova U., Asubaeva S.K. News of the *National Academy of Sciences of the republic of Kazakhstan*, **2015**, 2, 23-30 (in Russ.).
- [4] Ulasyuk S.M., Kiseleva V.S. *Technological evaluation of mineral raw materials: collection of scientific works*. Alma-Ata: KazIMS, **1981**, 38-44 (in Russ.).
- [5] Shautenov M.R., Telkov Sh.A., Bezginova L.I., Motovilov I.Ju. The study of gravitational enrichability of Kundybay deposits ore. Abstracts of works of the international scientific-practical conference "Mining and Metallurgy in Kazakhstan. Status and Prospects". Almaty, **2012**, 177 - 179. (in Russ.).
- [6] Alimzhanova A.M., Eshmoldaeva A.B., Ajmenova Zh.A., Baudagulova G.T., Kozlov V.A. *Vestnik KazNTU*. **2015**, 4, 465-469. (in Russ.).
- [7] Sharipov M.Sh., Stryapkov A.B. *Problems of Chemistry and Metallurgy of Central Kazakhstan: material collection in 4 volumes*. Alma-Ata: Nauka, **1985**, 1. 118-125. (in Russ.).
- [8] Balbekova B.K. *University works*. Karaganda: KarGTU. **2002**, 1, 17-19. (in Russ.).
- [9] Yahnin S.E., Sadovnikova L.S. i dr. New silica filler from waste products for plantar rubbers. All-Union Scientific-Technical Conference "Quality and resource-saving technologies in the rubber industry" Yaroslavl Polytechnic Institute. **1991**, p.115. (in Russ.).
- [10] Handbook of Extractive Metallurgy, Edited by Fathi Habashi, WILEY- VCH, Heidelberg, Germany. **1984**, 4, 584-660. (in Eng.).
- [11] Iizuka K., Yamamoto K., Kobayashi A. Japanese patent JP 09286610 A2 High-purity silica powder, its manufacture, and use as filler in resin and/or rubber compositions. Jpn. Kokai Tokkyo Koho. 4 Nov **1997** Heisei, 7. (in Eng.).
- [12] Goerl U. Eur. Patent Appl. EP 745558 A2 Preparation of precipitated silica for use in vulcanizable rubber mixtures. 4 Dec **1996**, 14. (in Eng.).
- [13] Patkar S.D., Swift H.E., Scott W.B. PCT Int. Appl. WO 9952979 A1 Dispersible free flowing particulate silica for rubber composition. 21 Oct **1999**, 47. (in Eng.).
- [14] Scholl T. Eur. Patent. Appl. EP 890600 A1 Preparation of filled rubber compositions. 13 Jan **1999**, 12. (in Eng.).
- [15] Koshibe S. Japanese patent JP 2000299326 A2 Silica-filled adhesives for semiconductor devices. Jpn. Kokai Tokkyo Koho. 24 Oct **2000**, 6. (in Eng.).
- [16] Powder Diffraction File. Search Manual. Hana Walt Method. Inorganic. International center for diffraction data. **1987**. (in Eng.).

[17] Karshigina Z.B., Bochevskaja E.G., Sargelova Je.A., Abisheva Z.S. Recovery of rare earth metals from high-silicon technogenic mineral formations. Materials of Congress with international participation and elements of young scientists school "Fundamental research and applied development of processing processes and recycling of technogenic formations" (Tehnogen'2014). Yekaterinburg, Russia. **2014**. 186 – 190 (in Russ.).

[18] Abisheva Z.S., Karshigina Z.B., Bochevskaya E.G., Sargelova Ehl.A. Opening of silicon containing mineral raw materials with high temperature sulfuric acid method with recovery of rare earth metals and precipitated silicon dioxide. Resource-saving technologies in enrichment of ore and non-ferrous metallurgy, dedicated to the 70th anniversary of foundation of the MOBI-"CESMOB"JSC: materials of the international scientific conference. Kazakhstan. Almaty, **2015**, 153 - 156. (in Russ.).

[19] Z.S. Abisheva, E.G. Bochevskaja, Z.B. Karshigina, Je.A. Sargelova, N.S. Bekturganov. Innovative patent № 29419; publ. 25.12.2014 Bulletin № 12. A method for the recovery of rare earths from high-silicon ore. (in Russ.).

[20] Zelikman A.N. Metallurgy of rare earth metals, uranium and thorium. M.: Metallurgizdat, **1961**. 380 p. (in Russ.).

### **СИРЕК ЖЕР МЕТАЛДАРЫН БӨЛІП АЛА ОТЫРЫП, ҚҰНДЫБАЙ КЕНОРНЫҢ КЕНДЕРІН КҮКІРТ ҚЫШҚЫЛДЫ АШУ**

**З.Б. Каршигина, З.С. Әбишева, Е.Г. Бочевская, Э.Ә. Саргелова, С.Т. Ақшолақова**

«Жер туралы ғылымдар, металлургия және кен байыту орталығы» АҚ, Алматы қ., Қазақстан

**Түйін сөздер:** сирек жер металдар, сульфатизациялау, сілтілеу, күйежентек, бөліп алу, кремний құрамды кек.

Құндыбай кенорнының жоғары кремнийлі кені Қазақстанда сирек-жер металдар (СЖМ) және тұндырылған кремний диоксидін алуға негізгі өндіру көздерінің бірі болып табылады. Мақалада кенді күкірт қышқылымен жоғары температурада өңдеу әдістері (ары қарай сульфатизациялау) келтірілген кенді ашу және сирек жер металдарын бөліп алу мақсатында сульфатизациялау үрдісіне К:С қатынасы, температураның, күкірт қышқылының концентрациясы, және үрдістің жүру ұзақтығының әсері қарастырылды. Сульфатизациялау өнімі (ары қарай күйежентек) химиялық және аспаптық сараптамалар әдістерінің көмегімен зерттелді. Кенді сульфатизациялау үрдісінің оптималды көрсеткіштері анықталды: К:С қатынасы = 1:0,36; температура - 200 °С, күкірт қышқылының концентрациясы – 9 моль/дм<sup>3</sup>; үрдіс ұзақтығы – 2 сағ. Күйежентекті сулы сілтілеудің зерттеу нәтижелері келтірілген. Сулы сілтілеуге К:С қатынасы, температураның және үрдістің жүру ұзақтығының әсері зерттелді. Күйежентекті сулы сілтілеудің тиімді көрсеткіштері анықталды: К:С = 1:2,5, температура 90 °С және үрдіс ұзақтығы - 4 сағ. Осы шартты жағдайда СЖМ-ды ерітіндіге бөліп алу 84 % құрайды. Ерітінді ары қарай алюминий мен темірдің қоспаларынан тазартуға жіберіледі деген болжам бар. Алынған кек физика-химиялық сараптамалар әдістерімен зерттелді. Кек ~70 % SiO<sub>2</sub> құрайды және ары қарай тұндырылған кремний диоксидін («ак күйе») алу үшін тиімді болуы мүмкін.

*Поступила 16.05.2016 г.*

## HYDRAZINOLYSIS OF SALICYLIC ACID IN THE PRESENCE ION EXCHANGER CATALYST

S.A. Dzhumadullayeva<sup>1</sup>, A.B. Bayeshov<sup>2</sup>, M.O. Altynbekova<sup>1</sup>, B.S. Abzhalov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Khoja Akhmet Yassawi Kazakh-Turkish International University, Turkistan, Kazakhstan

<sup>2</sup>Institute of fuel, catalysis and electrochemistry named after D.V. Sokolsky, Almaty, Kazakhstan

E-mail: [sveta.jumadullayeva@ayu.edu.kz](mailto:sveta.jumadullayeva@ayu.edu.kz)

**Keywords:** hydrazinolysis, hydrazine, hydrazide, adsorption, catalyst.

**Abstract.** In this work for the first time it is considered reaction kinetics of hydrazinolysis of the salicylic acid in the presence of highly basic anionite AV-17-8. Experiments were made in the static conditions.

This work studies the influence of various factors (the initial concentrations of salicylic acid hydrazine hydrate, temperature) on the rate of formation hydrazide salicylate. It is determined the first-order reaction by salicylic acid and hydrazine hydrate. The observed reaction rate constant is calculated from the kinetic equation of the second order. The value of the activation energy of the process, found from the Arrhenius dependence was 19,5 kJ/mol. On the basis of IR-spectroscopic researches it is offered the probable mechanism of salicylic acid hydrazinolys with participation of the active centers of anion exchanger. It is shown that the reaction proceeds on the surface of anion exchanger with formation of the transient complexes decaying in hydrazide and water. The practical value of this work is to develop an effective method of hydrazide of salicylic acid preparation.

УДК 541.128:[546.171.5+547.235]

## Салицил қышқылының гидразинолизін ионитті катализатор қатысында зерттеу

С.А. Жұмаділлаева<sup>1</sup>, Ә.Б. Баешов<sup>2</sup>, М.О. Алтынбекова<sup>1</sup>, Б.С. Абжалов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан

<sup>2</sup>Д.В. Сокольский атындағы Органикалық катализ және электрохимия институты, АҚ, Алматы, Қазақстан

**Түйін сөздер:** гидразинолиз, гидразин, гидразид, адсорбция, катализатор.

**Аннотация.** Бұл жұмыста алғаш рет салицил қышқылының гидразинолиз реакциясының кинетикасы жоғары негізді анионит АВ-17-8 қатысында қарастырылды. Тәжірибелер статикалық жағдайда жүргізілді. Салицилгидразидтің түзілу жылдамдығына әртүрлі факторлардың (салицил қышқылы және гидразингидраттың бастапқы концентрацияларының, температураның) әсері зерттелді. Реакцияның салицил қышқылы және гидразингидрат бойынша бірінші ретті екендігі анықталды. Байқалатын жылдамдық константалары екінші ретті реакцияның кинетикалық теңдеуі бойынша есептелді. Аррениус тәуелділігі бойынша анықталған процестің активтендіру энергиясының шамасы 19,5 кДж/моль болды. ИҚ-спектроскопиялық зерттеулер нәтижесінде салицил қышқылының гидразинолиз реакциясы аниониттің активті центрлерінің қатысуымен жүзеге асатын механизмі ұсынылды. Реакцияның анионит бетінде ауыспалы комплекстердің түзілуімен жүретіндігі және олардың гидразид және су түзе ыдырайтындығы көрсетілді. Бұл жұмыстың практикалық маңыздылығы салицил қышқылының гидразидін алудың тиімді әдісін ойластыру болып табылады.

Ароматты карбон қышқылдарының гидразидтері және олардың туындылары физиологиялық активті заттар ретінде ауқымды қолданысқа ие [1,2] болғандықтан, қазіргі кезде оларды синтездеу әдістері зерттеушілердің назарын аударып жүр. Айталық, салицил қышқылы және оның

гидразидтері антимиқробты қасиеттер көрсетеді [3]. Осыған байланысты гетерогенді катализаторларды қолдану арқылы ароматты карбон қышқылдарынан практикалық жағынан маңызды гидразидтерді синтездеу өзекті мәселе болып табылады [4,5]. Сонымен қатар карбон қышқылдарының гидраинолиз реакциясының кинетикасы және механизмі жеткілікті дәрежеде зерттелмеген.

Ұсынылып отырған жұмыстың мақсаты алғашқы рет салицил қышқылы гидраинолизінің АВ-17-8 (ОН) иониті қатысында кинетикасын зерттеу және реакцияның механизмі жөнінде болжамдар жасау болып табылады.

#### Тәжірибе әдістемесі

Тәжірибелер статикалық жағдайларда жүргізілді. Механикалық аралас-тырғышпен, кері мұздатқышпен, термометрмен жабдықталған дөңгелек түпті колбаға салицил қышқылы, гидразингидрат, су және анионит АВ-17-8(ОН) салып, қоспаны су моншасында араластыра отырып қыздырады. Сол уақыт аралығында пипеткамен көлемі 0,5 мл сынама алып, гидразидті фотоколориметриялық әдіспен анализ өткізіледі [6]. Алынған гидразидтің балқу температурасы 289-290°C. Синтездің бастапқы заттары мен өнімдерінің ИҚ-спектрлері «Impact 410» (АҚШ) спектрометрінде түсірілді.

Процестің жүруіне температураның әсері 338–368 К интервалында зерттелінді, салицил қышқылының ( $C_{СК}^0$ ) және гидразингидраттың ( $C_{ГГ}^0$ ) концентрациялары сәйкесінше 0,05, 0,7, 0,9 және 0,81, 0,93, 1,06 моль/л интервалында өзгертілді. Реакцияның байқалатын жылдамдық константалары екінші ретті реакцияның кинетикалық теңдеуімен келесі формула бойынша есептеледі:

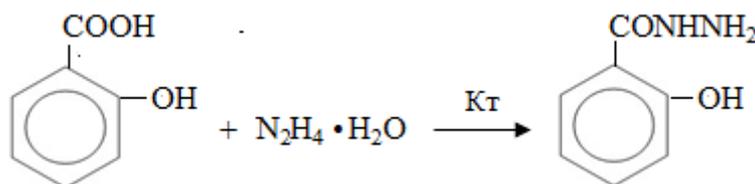
$$k = 2,3 / t (a - b) \lg b (a - x) / a (b - x)$$

мұнда: а және b – салицил қышқылы және гидразингидраттың бастапқы концентрациялары ( $C_{СК}^0$  және  $C_{ГГ}^0$ ); x – реакция өнімінің ағымдық концентрациясы ( $C_{СТ}$ ); k – реакцияның жылдамдық константасы.

Реакцияның активтендіру энергиясы ( $E_a$ )  $\lg k - 1/T$  тәуелділігінің графигі бойынша есептеледі (осы түзудің көлбеу бұрышының тангенсі сан-дық жағынан  $E_a$  мәніне тең болады) [7].

#### Нәтижелер және оларды талдау

Зерттеулер жүргізілген жағдайларда салицил қышқылы мен гидразингидраттың әрекеттесуінің негізгі өнімі салицил қышқылының гидразиді болды.



Әрекеттесуші заттардың массалық қатынасы СК:ГГ:Кт:Н<sub>2</sub>О=1:0,72:2:12, температура 95°C, реакция ұзақтығы 2 сағат кезінде салицилгидразид шығымы 70 % болды.

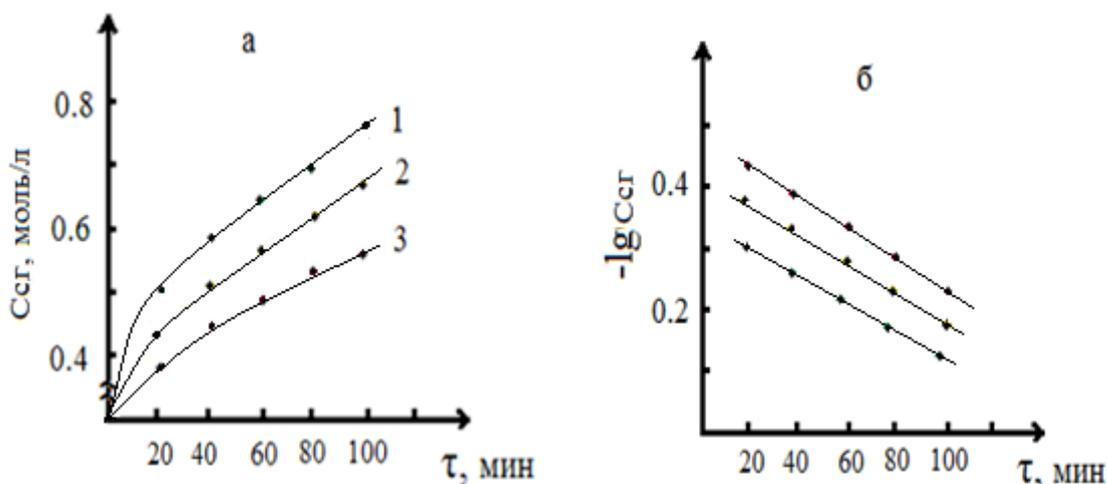
Элементтік анализ нәтижелері: C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>N<sub>2</sub>O<sub>2</sub> үшін есептелді, %: С-51,42; Н-5,71; N-20,02. Анықталды, % : С-51,44; Н-5,69; N-20,03.

Синтездің бастапқы заты ретінде салицил қышқылы, ал соңғы өнімі ретінде салицил қышқылының гидразиді алынғандықтан, олардың таза күйіндегі ИҚ-спектрлері түсірілді.

Салицил қышқылы гидразидінің ИҚ-спектрінде сіңіру жолақтары 3326, және 3269 см<sup>-1</sup> (N-H), 1626 см<sup>-1</sup> (C=O), 1600-1400 см<sup>-1</sup> (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), 3000-2800 см<sup>-1</sup> (NH<sub>2</sub>), 1000-1500 см<sup>-1</sup> (O-H) топтарының валенттілік тербелістеріне сәйкес келеді [8].

Салицил қышқылының әртүрлі бастапқы концентрациялары 0,05; 0,7; 0,9 моль/л кезінде салицил қышқылының гидразидін синтездеу реакциясының кинетикалық қисықтары 1-суретте келтірілген.  $\lg C_{СТ} - \tau$  сызықты тәуелділігінің болуы реакцияның салицил қышқылы бойынша бірінші ретті екендігін дәлелдейді. Бұл кезде реакцияның жылдамдық константаларының мәндері өзгермейді:

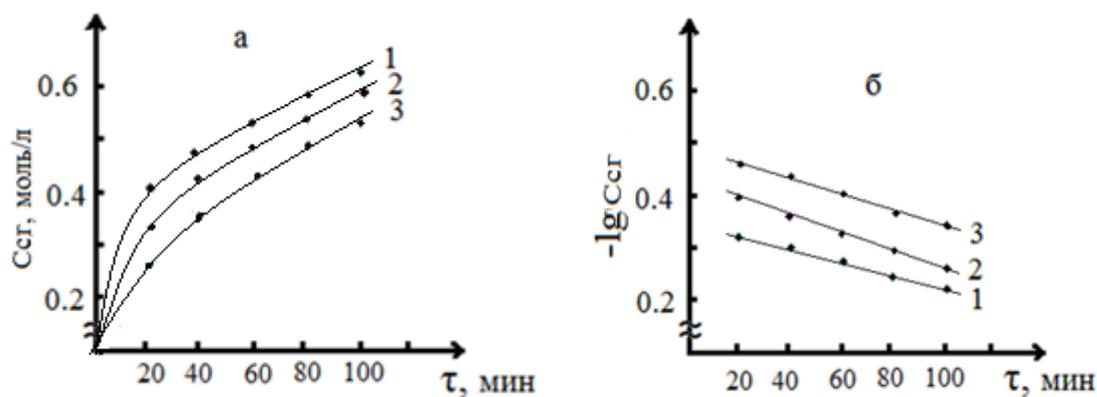
$$k_1 = k_2 = k_3 = 0,0023 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$$



1 сурет – Салицил қышқылының әртүрлі бастапқы концентрацияларында салицилгидразидті синтездеудің кинетикалық қисықтары: а -  $C_{сг}^0$  1 – 0,05, 2 – 0,7, 3 – 0,9 моль/л; Т - 368 К; б -  $lg C_{сг}$  -  $\tau$  тәуелділігі.

Гидразингидраттың әртүрлі бастапқы концентрациялары процестің өту жағдайына едәуір дәрежеде әсер етеді. Гидразингидраттың бастапқы концентрациялары 0,81 , 0,93 , 1,06 моль/л кезінде салицил қышқылының гидразидін синтездеу реакциясының кинетикалық қисықтары 2-суретте келтірілген.  $lg C_{сг}$  -  $\tau$  сызықтық тәуелділігінің болуы реакцияның гидразин-гидрат бойынша бірінші ретті екендігін дәлелдейді. Реакцияның жылдамдық константаларының мәндері гидразингидраттың бастапқы концентрациялары артқан сайын өседі:

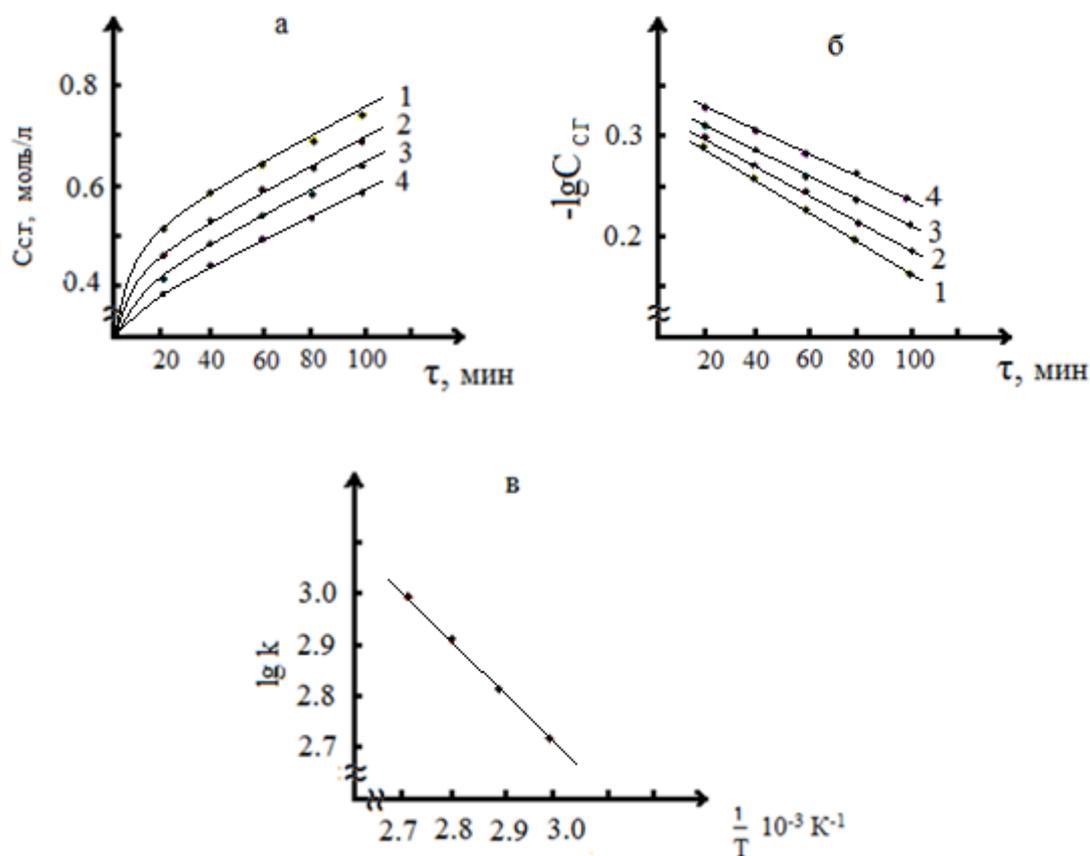
$$k_1 = 0,0012; k_2 = 0,0013; k_3 = 0,0015 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$$



2 сурет – Гидразингидраттың әртүрлі бастапқы концентрацияларында салицилгидразидті синтездеудің кинетикалық қисықтары: а - 1 – 0,81, 2 – 0,93, 3 – 1,06 моль/л, Т - 368 К; б -  $lg C_{сг}$  -  $\tau$  тәуелділігі.

Салицил қышқылынан салицилгидразидті синтездеу реакциясының әртүрлі температурадағы кинетикалық қисықтары 3-суретте келтірілген. 338-368 К интервалында процесс температурасының жоғарылауы реакцияның жылдамдық константаларының өсуіне әкеледі:

$$k_1 = 0,0012; k_2 = 0,0013; k_3 = 0,0016; k_4 = 0,0017 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$$

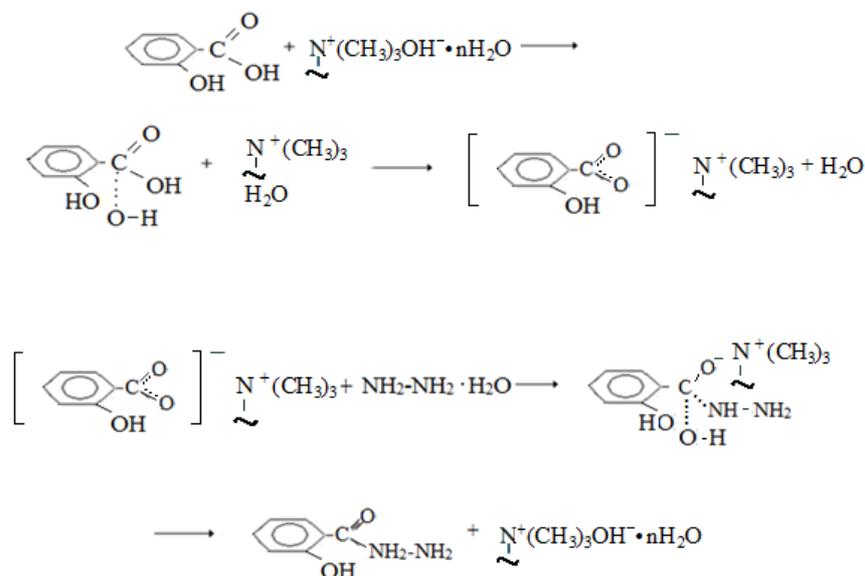


3 сурет – Өртүрлі температурада салицил қышқылынан салицил қышқылының гидразидін синтездеудің кинетикалық қисықтары: а - 1 – 338, 2 – 348, 3 – 353, 4 – 368 К; б -  $-\lg C_{сг}$  -  $\tau$  тәуелділігі; в -  $\lg k$  -  $1/T$  тәуелділігі.

Зерттеліп отырған температуралар интервалында (338 – 368 К) Аррениус тәуелділігі бойынша анықталған активтендіру энергиясы 19,5 кДж/моль (3- сурет). Активтендіру энергиясының мұндай шамасы реакцияның диффу-зиялық облыста жүретіндігіне нұсқайды.

Алынған кинетикалық зерттеулер нәтижелері бойынша қарастырылып отырған реакцияның механизмі жөнінде болжамдар айтуға болады. Салицил қышқылының АВ–17–8(ОН) аниониті қатысында гидразинолиз реакциясының кинетикалық параметрлеріне сүйене отырып: активтендіру энергиясының төмен мәні, салицил қышқылы және гидразингидрат бойынша реакцияның бірінші ретті болуы, реакцияның анионит бетінде ауыспалы комплекстердің түзілуі арқылы жүретіндігіне нұсқайды [4].

Салицил қышқылының анионит бетінде адсорбциялануы оның карбоксилат анионына дейін гидролизденуі арқылы жүреді. Карбоксилат ионының ( $\text{COO}^-$ ) анионит бетінде түзілуіне ИҚ-спектрде  $1370, 1620 \text{ см}^{-1}$  аралығында интенсивті жолақтардың пайда болуы нұсқайды [9,10].



АВ-17-8(ОН) анионитінің бетінде адсорбцияланған салицил қышқылы ерітіндідегі гидразингидратпен әрекеттесіп гидразид түзіледі және ол біртіндеп ерітіндіге десорбцияланады деп болжауға болады.

Сонымен алғашқы рет анионит АВ-17-8(ОН) қатысында салицил қышқылының гидразинолиз реакциясының кинетикалық заңдылықтары зерттелді және сонымен қатар реакция механизмі жөнінде болжамдар жасалды.

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Иоффе Б.В., Кузнецов М.А., Потехин А.А. Химия органических производных гидразина - Л.: Химия, 1979. - 224с.
- [2] Колла В.Э., Бердинский И.С. Фармакология и химия производных гидразина. -Йошкар-Ола: Марийское кн.изд., 1976. -264с.
- [3] Патент № 174115 Венгрии. Способ получения 3,5-диоксалициловой кислоты. Toht G., Kallay U., Tomas E.G. Оpubл. 15.04.80.
- [4] Dzhumadullaeva S.A., Altynbekova M.O. A Mechanism for the Hydrazinolysis of Benzoic Acid in the Presence of Ion-exchange Catalyst // Russian Journal of Physical Chemistry A. –2013. – V.787. – № 11. –P. 1943-1945.
- [4] Жұмаділлаева С.А., Бәшөв Ә.Б., Сайдахметова Д.С. Бензой қышқылының гетерогенді катализатор қатысында гидразинолиз реакциясының кинетикасын зерттеу // ҚР ҰҒА Баяндамалары. –2012. –№ 1. –33-37 б.
- [5] Коренман И.М. Фотометрический анализ. Методы определения органических соединений. -М.:Химия, 1975. - 360с.
- [6] Яцимирский К. Б. Кинетические методы анализа. М:Химия. 1967, -200 с.
- [7] Беллами Л. Инфракрасные спектры молекул. -М.: Изд. иностр. лит., 1967. -444с.
- [8] Литтл Л. Инфракрасные спектры молекул. М.:Мир, 1969. 514 с.
- [9] Джумакаев К.Х., Май И.И., Джумадуллаева С.А и др. // Журн. физ. химии. 1990. Т. 64. № 10. С. 2811.

#### REFERENCES

- [1] Ioffe B.V., Kuznetsov M.A., Potekhin A.A. Chemistry of organic derivatives of hydrazine. L.: Khimiya, 1979. 224 p. (in Russ.).
- [2] Colla V. E., Berdinsky I.S. Pharmacology and Chemistry of derivatives of hydrazine. Joshkar-Ola: Mariyskiy book edition, 1976. 264 p. (in Russ.).
- [3] Patent № 174115 Hungary . Methods for producing 3,5- dioksosalicylic acid. Toht G., Kallay U., Tomas E.G. Issue Date: 15.04.1980. (in Eng.).
- [4] Dzhumadullaeva S.A., Bayeshov A.B., Saidakmetova D.S. Research of kinetics reactions of hydrazinolysis benzoic acids at presence of the heterogeneous catalyst. *Reports of the National Academy of Science of the Republic of Kazakhstan*. **2012**. 1, 33-37 (in Kaz.).

- [5] Dzhumadullaeva S.A., Altynbekova M.O. A Mechanism for the Hydrazinolysis of Benzoic Acid in the Presence of Ion-exchange Catalyst. *Russian Journal of Physical Chemistry A*, **2013**, 787, 11, 1943-1945 (in Eng.).
- [6] Korenman I.M. Photometric analysis. Methods of definition of organic compounds. M.:Khimiya, 1975. 360 p. (in Russ.).
- [7] Yatsimirsky K.B. Kinetic methods of the analysis. Moscow: Khimiya, 1967. 200 p. (in Russ.).
- [8] Bellamy L. Infrared ranges of molecules. Moscow: Publishing house of foreign literature, 1967. 444s. (in Russ.).
- [9] Littl L. Infrared ranges of the adsorbed molecules. Moscow: Mir, 1969. 514 p. (in Russ.).
- [10] Dzhumakayev K.Kh., Mai I.I., Dzhumadullaeva S.A., et.al.. The adsorptive complexes the piridinkarbonic of acids and their amides with the active centers AV-17-8. *Journal of Physical Chemistry*. **1990**, 64, 10, 2811-2812 (in Russ.).

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАЗИНОЛИЗА САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ В ПРИСУТСТВИИ ИОНИТНОГО КАТАЛИЗАТОРА

<sup>1</sup>Джумадуллаева С.А., <sup>2</sup>Баешов А.Б., <sup>1</sup>Алтынбекова М.О., <sup>1</sup>Абжалов Б.С.

<sup>1</sup>Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, Туркестан, Казахстан

<sup>2</sup>Институт Органического катализа и электрохимии имени Д.В.Сокольского, АО, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** гидразинолиз, гидразин, гидразид, адсорбция, катализатор

**Аннотация.** В настоящей работе впервые рассмотрена кинетика реакции гидразинолиза салициловой кислоты в присутствии высокоосновного анионита АВ-17-8. Опыты проведены в статических условиях. Изучено влияние различных факторов (начальных концентраций салициловой кислоты и гидразингидрата, температуры) на скорость образования салицилгидразида. Установлен первый порядок реакции по салициловой кислоте и гидразингидрату. Наблюдаемые константы скорости реакции вычислены по кинетическому уравнению второго порядка. Значение энергии активации процесса, найденная из аррениуссовской зависимости составила 19,5 кДж/моль. На основании ИК-спектроскопических исследований предложен вероятный механизм гидразинолиза салициловой кислоты с участием активных центров анионита. Показано, что реакция протекает на поверхности анионита с образованием переходных комплексов, распадающихся с образованием гидразида и воды. Практическая ценность данной работы заключается в разработке эффективного способа получения гидразида салициловой кислоты.

Поступила 16.05.2016 г.

## ANTITUMOR EFFECTS OF PLANT POLYPHENOLS

G.T. Zhamanbayeva, M.K. Murzakhmetova, S.T. Tuleukhanov, N.I. Zhaparkulova

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty  
[gulzhan.kaznu.kz@gmail.com](mailto:gulzhan.kaznu.kz@gmail.com)

**Key words:** plant polyphenols, plant extracts, tumors, proliferation, apoptosis.

**Abstract.** Cancer - a disease occurring as a result of genetic disorders different intracellular signaling pathways, cell proliferation, apoptosis, differentiation, and other physiological processes. One way to improve the stability of cells in the body is the use of medicinal plants. The main activity of plant flavonoids - participation in the processes of respiration, reproduction, growth and oxidation-reduction reactions by neutralizing free radicals, protect the body against various plant pathogens. Polyphenols synthesized in large quantities in plants, have anticancer, antimicrobial, antiviral, anti-inflammatory, immune stimulating properties and very useful for human health. Polyphenols, affecting different ways carcinogenesis, play an important role in suppressing the growth of tumor cells. However, use of polyphenols as an anticancer agent is limited by their poor bioavailability; polyphenols are poorly absorbed and poorly biodegradable, but rapidly exposed metabolism and enough quickly eliminated from the human body. Conditions bioavailability influences delivery optimal amount of polyphenols to tumor cells. To prevent such shortage - the use of polyphenols in combination is more efficient. The article also discusses the antitumor effect of polyphenols on various cancer cells, as well as an inhibitory effect their combination on the process of proliferation and induction caspase-dependent apoptosis of acute myeloid leukemia cells.

ОӘЖ: 58.072\_616.006

## ӨСІМДІК ПОЛИФЕНОЛДАРЫНЫҢ ІСІККЕ ҚАРСЫ ӘСЕРЛЕРІ

Г.Т. Жаманбаева, М.К. Мурзахметова, С.Т. Тулеуханов, Н.И. Жапаркулова

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

**Түйін сөздер:** өсімдік полифенолдары, өсімдік сығындылары, ісік аурулары, пролиферация, апоптоз.

**Аннотация.** Қатерлі ісік әртүрлі генетикалық бұзылыстар негізінде клеткаішілік сигналдық жолдар қызметтерінің, клеткалардың пролиферация, апоптоз, дифференциация және тағы да басқа физиологиялық процестерінің дұрыс атқарылмауы нәтижесінде пайда болатын ауру. Организм клеткаларының төзімділігін арттыру әдістерінің бір жолы ретінде дәрілік өсімдіктер пайдаланылады. Өсімдік құрамындағы флавоноидтардың негізгі қызметі - тыныс алу, көбею және өсу процестеріне, тотығу-тотықсыздану реакцияларына қатысып, бос радикалдарды бейтараптау арқылы өсімдік организмін түрлі патогендерден қорғайды. Сондай-ақ өсімдіктерде көп мөлшерде түзілетін полифенолдар ісікке қарсы, микробқа қарсы, вирусқа қарсы, қабынуға қарсы және иммунитетті арттыру қасиеттерге ие қосылыстар, адам денсаулығы үшін өте пайдалы. Рактың түзілуіне қатысатын көптеген жолдардың активтілігіне жан-жақты әсер ету арқылы полифенолдардың ісік клеткаларының өсуін тежеуде маңызы зор. Дегенмен, полифенолдарды ісікке қарсы агент ретінде қолданудағы үлкен мәселе, олардың нашар биоқолжетімділігі болып табылады. Яғни, полифенолдар нашар абсорбцияланады және биологиялық тұрғыда нашар ыдырайды, бірақ, зат алмасуға тез ұшырап, адам организмнен шығады. Олардың биологиялық қолжетімділігінің қолайсыздығына орай, ісік клеткаларына тиімсіз мөлшерде жеткізілуіне әсер етеді. Мұндай кемшіліктің алдын алу үшін

полифенолдарды жалғыз қолданғанмен салыстырғанда комбинациялық түрде әсер ету әлдеқайда эффективті болып табылады. Сондай-ақ, бұл мақалада полифенолдардың әртүрлі рак клеткаларына ісікке қарсы әсерлері, сонымен қатар, олардың комбинацияларының жедел миелоидтық лейкемия клеткаларының пролиферация процесін тежеп, қаспазаға тәуелді апоптозды индукциялауы талқыланды.

Бірқатар эпидемиологиялық зерттеулерде келтірілгендей, жеміс-жидектерді, көкөністерді және дәндерді бүтіндей тұтыну ісік және басқа да жедел, созылмалы аурулардың даму қаупінің төмендеуімен қатаң үйлеседі. Жеміс-жидектер, көкөністерге бай диетада ұсынылатын фитонутриенттер (өсімдік өнімдері) қатарында негізгі үш топ бар: полифенолдар, каротиноидтар және изотиоцианаттар [1, 2].

Полифенолдар екіншілік метаболиттер ретінде өсімдіктер арқылы түзілетін және олардың тіршілігінде, патогендерден қорғануында, өсуінде, пигментациясында және тағы басқа қызметтері үшін қажетті көптеген процестерінде маңызды роль атқаратын табиғи антиоксиданттардың үлкен тұқымдасын құрайды. Полифенолдардың химиялық құрылымдарындағы ароматты сақиналарында бірнеше гидроксильдік топтары болады, олар полифенолдардың – фенолдық қышқыл және олардың аналогтары, стильбендер, дитерпендер, катехиндер, флавоноидтар және басқа тип тармақтарын анықтайды [3].

In vitro жағдайында жүргізілген зерттеуде полифенолдардың адам ұлпаларының көптеген физиологиялық процестеріне, соның ішінде канцерогендерді активтендіретін және оларды бейтараптайтын гендер экспрессиясы, апоптоз, тромбоциттер агрегациясы, вазодилатация, клетка сигналдары, ферменттердің өзгеруіне әсер ететіні көрсетілді [4].

Ісіктің әртүрлі модельдеріне in vitro және in vivo жағдайында жүргізілген эпидемиологиялық тәжірибелерде полифенолдар канцерогендерді инициация сатысында нейтралдау арқылы немесе ісіктің прогрессияланған сатысында клетка пролиферациясын тежеу немесе апоптозды индукциялау, сонымен қатар, ангиогенезді тежеу арқылы ісікке қарсы әсер етеді [5].

Көптеген өсімдіктекті полифенолдар: куркумин, карнозин қышқылы және карнозол лейкемия клетка линияларында 1,25-Д<sub>3</sub>-нің дифференциациялаушы және антипролиферативтік әсерін арттырады [6, 7]. Карнозин қышқылы, карнозол және розмарин қышқылы дәрілік гүлшетен (*Rosmarinus officinalis L.*) өсімдігінен бөлініп алынады. Гүлшетен өсімдігінің полифенолдары, куркумин (*Curcuma longa L.* өсімдігінің негізгі полифенолдық құрамы) және силибинин полифенолдық флавоноиды (*Silybum marianum* өсімдігінен алынады) тағамдық өнімдерде және биологиялық жүйелерде күшті антиоксиданттық қасиеттер көрсетеді. Розмарин қышқылы 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил радикалының тотықсыздануында келтірілгендей, радикалдарды сіңіруде жоғары активтілік көрсетеді. Силибинин адамның гранулоциттері арқылы түзілген O<sub>2</sub><sup>-</sup> емес, хлорлы қышқылды (НОСІ) күшті сіңіргіш қасиет көрсетті. Куркумин оттегі- және азотцентрленген реактивті аралық қосылыстарды сіңіреді, ал карнозин қышқылы және карнозол перекістік (асқын) және гидроксильдік радикалдарды H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> және НОСІ тиімді түрде сіңіреді. Карнозин қышқылы (1-30 мкМ), белгілі болғандай, митохондриялық және микросомалық липидтердің асқын тотығуын тежейді және қанның қызыл клеткаларын тотығу гемолизінен қорғайды [8-10].

Гүлшетен сығындылары мен тазартылған полифенолдарды ауыз қуысы арқылы немесе құрсақшәкілік енгізгенде тышқандар мен егеуқұйрық модельдерінде канцерогенездің инициация және даму сатыларын тежейтіні анықталды. Куркумин жануарлар ісіктерінің биоанализінің әртүрлі жүйелерінде, яғни тоқ ішек [11], он екі елі ішек [12], асқазан [13], қуықасты безі [14] және сүт безі [15] канцерогенездерінде химиялық-профилактикалық қасиет көрсетеді. Сонымен қатар, куркумин жоғары дозада улы әсер етпейтіндіктен оны ісікке қарсы зат ретінде қолдануға мүмкіндік береді.

Шырғанақ (*Hippophae rhamnoides*), итмұрын (*Rosa canina*), сәлбен (*Salvia officinalis*) және киікшөп (*Origanum vulgare*) өсімдіктерінен бөлініп алынған әртүрлі биологиялық активті қосылыстар модельдік жүйе типтерінде ісікке қарсы әсер ететіні жайлы көптеген дәлелдер келтірілген. Бұл заттар әртүрлі ісік клеткаларында пролиферацияны тежейтін және апоптозды индукциялайтын қабілетке ие. Мысалы, *H. rhamnoides* жемісінің сығындысынан бөлініп алынған бірнеше флавоноиддар лейкемияның HL60 клеткаларының өсуін әртүрлі әсер ету тәсілі арқылы тежейді [16]. Әсіресе, кверцетин, кемпферол және мирицетиннің тежегіш әсерлері апоптоздың

индукциясымен байланысты болды, бұған қоса пентаметил кверцетин, сиригетин және изорамнетин айырықша цитостатикалық әсер көрсетті. *H. rhamnoides* жемісінен бөлініп алынған изорамнетин флавоноиды адамның колоректалды ісік клетка линияларына (HT-29, HCT116 және SW480) клетка өсуін тежеп, клетка циклын G2/M фазасында тоқтату арқылы ісікке қарсы әсер етті [17]. *H. rhamnoides* бұтақтарының 70%-дық этанолдық сығындыларының активті фракциясынан бөлініп алынған үш фенолдық қосылыс (+)-катехин, (+)-галлокатехин, (-)-эпигаллокатехин және урсол қышқылы тритерпеноиды *in vivo* жағдайында тышқандардың канцерогенезінің екі сатылы тестінде инициатор ретінде 7,12-диметилбенз[а]антраценді және промотор ретінде 12-О-тетрадеканолфторбол-13-ацетатты (ТРА) қолданғанда айтарлықтай ісікке қарсы активтілік көрсетті [18].

Куркумин - куркума өсімдігінің гидрофобты полифенолы және активтілігі жоғары құрамдас бөлігі. Ол ғасырлар бойы алуантүрлі аурулар үшін, мысалы, өт жолдарының бұзылулары, тәбеттің жойылуы, жөтел, диабеттік жаралар, бауыр аурулары, ревматизм және синуситта дәрілік зат ретінде қолданылуда [19, 20]. Сонымен қатар, белгілі болғандай кеміргіштер модельдерінде куркумин қан, тері, сүт безі, ұйқы безі ісік түрлеріне қорғаныш және емдік әсер етеді және ангиогенез бен метастаз процестерін тежейді. Куркумин әртүрлі ісік аруларында химиялық-терапия мен сәулелік терапияға деген сезімталдықты арттырады. Оған қоса, куркуминді азық-түлік дәмдеуіштері ретінде көп мөлшерде пайдаланатын адамдар тоқ ішек ісік аурымен сирек науқастанатыны анықталды [21-23].

Бірқатар зерттеулерге сәйкес, куркумин көптеген ісік клетка линияларының: ЖМЛ-ның HL-60 және KG-1a, аналық жыныс безі, лимфома, қуықасты безі және басқа клетка типтері клеткаларының пролиферациясын тежейді және апоптозды индукциялайды. Клетка циклының тежелуі p27 және p21 ингибиторлары деңгейлерінің жоғарылауы және Б және ЦТК2 циклин деңгейлерінің төмендеуімен байланысты болды. Алайда, лейкемия, қуықасты безі, сүт безі ісігі және лимфомаға жасалған бірнеше зерттеулерде куркумин клеткаларды клетка циклының G1 фазасында тежеді және бұл жағдайда тежелуі тағы да p27 және p21 ингибиторлары деңгейлерінің жоғарылауы және D1 циклин белогының деңгейінің төмендеуімен байланысты болды [24-28].

Таяуда жүргізілген зерттеулердің бірінде куркумин адамның асқазанының AGS және тоқ ішегінің HT-29 ісік клеткаларының апоптозын индукциялады, бұл екі клетка типінде де митохондрия қызметінің бұзылып, эндоплазмалық тордың стресс жағдайларына ұшырауына сәйкес, цитохром с-ның шығуымен және митохондриялық мембрана потенциалының төмендеуі арқылы жүзеге асты. Сонымен қатар, куркумин цитозольдегі (цитоплазма шырынындағы) және эндоплазмалық тордағы  $Ca^{2+}$  төмендетті, бірақ екі клетка линиясының митохондриядағы  $Ca^{2+}$  деңгейін жоғарылатты. Мақта дәнегінде болатын табиғи токсикант госсипол адамның гепатоциттерінің клеткаішілік  $Ca^{2+}$  мобилизациясын туғызды және адамның лейкемия клеткаларының апоптозын туғызды [29, 30].

Карнозин қышқылы және карнозол дәрілік гүлшетен өсімдігінен бөлініп алынған негізгі фенолдық дитерпендер болып табылады, ол екеуі бірге гүлшетен жапырағының құрғақ салмағының 5%-ын құрайды. Карнозин қышқылы және карнозол гүлшетеннің антиоксиданттық және қабынуға қарсы қасиеттеріне жауапты негізгі компоненттер болып табылады. Ұзақ жылдар бойы дәстүрлік медицинада гүлшетен еске сақтау қабілетті жақсартуда және ауруды жеңілдету үшін қолданылуда [31].

*In vitro* және *in vivo* жағдайында жүргізілген зерттеулер карнозин қышқылы және гүлшетен сығындысының антиоксиданттық, микробқа қарсы, семіздікке қарсы, антитромбоциттік, химиялық профилактикалық және ісікке қарсы активті екендігін дәлелдеді. Карнозин қышқылының антиангиогенездік қасиеті де бар. Сонымен қатар, жақында жасалған зерттеулерде карнозин қышқылының адамның жедел миелоидтық лейкемиясының (ЖМЛ) HL60 және U937 клеткаларына антипролиферативтік активтілігі анықталды [7, 32].

Биологиялық активтілігі жағынан карнозол карнозин қышқылына тең келеді. Карнозол әртүрлі ісік, мысалы, лейкемия, қуықасты безі, сүт безі, тері және тоқ ішек ісік ауруларына жүргізілген нәтижелер арқылы антиоксиданттық, қабынуға және ісікке қарсы зат ретінде сипатталған. Осыған қоса, карнозол қалыпты клеткалармен салыстырғанда ісік клеткаларына селективтік токсикалық қасиет көрсетті және сіңімділігі де жоғары болды. Карнозин қышқылы және карнозол полифенолдарының клетка пролиферациясына әсерлері жайлы мәліметтер аз.

Зерттеулердің бірінде белгілі болғандай, HL-60 клеткаларын 10 мкМ карнозин қышқылымен өңдегенде клеткалардың пролиферациясын тежеді және клетка циклын G0/G1 фазасында қысқа уақыттық тоқтауға әкелді. Жақында жүргізілген зерттеу жұмысында келтірілгендей, карнозин қышқылы және карнозол адамның тоқ ішек аденокарциномасының Caco-2 клетка линияларының пролиферациясын тежеді және клетка циклын көбінесе G2/M фазада тоқтатты. Ары қарай жалғастырылған тәжірибелерде, клетка циклының тоқтауы сәйкесінше, клетканың B1циклин белок деңгейінің ұлғаюымен карнозолға жауап ретінде прометафазадан кейін болды және циклин A белогы деңгейінің төмендеуімен карнозин қышқылына жауап ретінде прометафазада байқалды [7, 33, 34].

Өсімдіктердің биологиялық активті компоненттері апоптоздың екі түрінде де көптеген клеткаішілік нысаналар арқылы апоптоз туғыза алатындығы туралы дәлелдер көп кездеседі. Мысалы, куркумин KG1a, Kasumi-1 және U937 клеткаларында пролиферацияны тежейді және апоптозды индукциялайды. Куркумин-индукцияланған апоптоз каспаза-3 белогының активтенуі, сосын ары қарай поли(АДФ-рибоза)-полимераза белогының деградациясына байланысты болды. Куркумин бауырдың МНСС97Н ісік клеткаларының өсуін каспазалардың сигналдық жолдарын активтендіру арқылы тежейтіні анықталды [35]. Сонымен қатар, куркумин MG63 остеосаркома клеткаларының апоптозын каспаза-3 жолдары арқылы индукциялады [36]. Бұған қоса, адамның бүйрекүсті безінің NCI-H295 ісік клеткаларының эпигаллокатехин галлат-индукцияланған апоптозына каспаза-3, -7, -8 және -9 қатысатыны анықталды [37]. Карнозолдың каспазаға-тәуелді апоптозды индукциялау қасиеті бірқатар зерттеу жұмыстарында дәлелденді. Карнозол (40 мкМ) Т-клеткалық лейкемияларда каспаза-3 және -7 активтендірді. Әлдеқайда төмен концентрацияда Карнозол (30 мкМ) қуықасты безі ісік клеткаларының каспаза-3 фрагментін айтарлықтай жоғарылатты. Сонымен қатар, карнозол (1-10 мкМ) глиалдық ісік клеткаларында каспаза-3 белогын активтендірді [38].

Эпигаллокатехин галлат көк шайдың негізгі полифенолы және кең таралған, әрі әсері күшті катехині болып табылады. Эпигаллокатехин галлат көптеген ісік түрлерінде, мысалы ЖМЛ, асқазан-ішек жолдары, қуықасты безі және тағы басқа ісік ауруларына тамаша химиялық-профилактикалық және терапиялық әсер етеді. Алайда, эпигаллокатехин галлат ісік клеткаларын өлтіргенімен, қалыпты клеткаларды жояды. Эпигаллокатехин галлат тышқан, егеуқұйрық және адамның әртүрлі ісік клетка линияларының клетка циклын тежейді [39, 40]. Басқа зерттеу жұмысында эпигаллокатехин галлат несеп түтігінің NBT-II ісік клеткаларының өсуін тежейді және G0/G1 фазада тоқтатады, ол D1 циклин реттелуінің төмендеуімен бірге байқалды [41]. Бірақ, тиімді әсер етуге қажетті доза жоғары (шайды ішу арқылы алудан да жоғары) болды; сонымен, бірнеше компаниялар және зерттеу топтары емдеуде тиімді немесе ісіктің алдын алу үшін эпигаллокатехин галлаттың жаңа аналогтарын немесе олардың комбинацияларын қалыптастыруды ерекше назарға алды [6, 39].

Полифенолдардың төмен биоқолжетімділігі олардың сіңімділігін жақсарту мақсатында жаңа туындыларын немесе жеткізу жүйелерін қалыптастыру өзекті мәселе болып табылады. Тіпті, қосылыстар *in vitro* жағдайында күшті антиоксиданттық немесе басқа да биологиялық активтілік танытқанымен, табиғи жағдайда аздаған ғана биологиялық активтілік көрсетеді, бұл қосылыстардың аз несесе ешқандай бөлігі нысана ұлпаларға жетпейді, түспейді [42].

Жануарларға жүргізілген тәжірибелерде, куркумин метаболизм әсерінен тез төмендеп, ауыз қуысы арқылы қабылдағаннан кейін нашар жүйелік биоқолжетімділікке әкелді. Мысалы, тышқандарға ауыз қуысы арқылы бір реттік доза 0,1 г/кг берілгенде, плазмадағы бос куркуминнің шекті концентрациясы небары 6 мкМ болды. Егеуқұйрықтарға берілген 40 мг/кг венаішілік куркумин дозасы плазмадан 1 сағат аралығында толық жойылды. Ауыз қуысы арқылы 500 мг/кг енгізілгенде бос куркуминнің плазмадағы пиктік концентрациясы 4,8 нМ болды. Егеуқұйрықтардың қан плазмаларынан анықталған куркуминнің негізгі метаболиттері куркумин глюкурониді және куркумин сульфаты болды. Өте аз мөлшерде гексагидрокуркумин, гексагидрокуркуминол және гексагидрокуркумин глюкурониді де байқалды [43, 44].

Клиникалық зерттеудің алғашқы фазасында адам организміне куркумин тіпті жоғары концентрацияда да (12 г/күнделікті) қауіпсіз, бірақ биоқолжетімділігі төмен екендігі анықталды. Куркуминнің плазмалық және ұлпалық деңгейінің төмен болуының негізгі себептері – нашар

сіңімділігі, тез метаболизмге ұшырауы және тез жүйелі жойылуынан болуы мүмкін. Оның биоқолжетімділігін жақсарту үшін бірқатар тәсілдер қабылданған. Ол тәсілдерге келесілер жатады: пиперин сияқты адьювантты қолдану; липосомалық куркуминді қолдану; куркумин нанобөлшектерін қолдану; куркумин фосфолипидтік комплексін қолдану және куркуминнің құрылымдық аналогтарын қолдану [45].

Карнозол мен карнозин қышқылының антиоксиданттық қасиеттері жақсы белгілі болғанымен, олардың биоқолжетімділігі жайлы мәліметтер аз. Карнозин қышқылы басқа розмариндік антиоксиданттық қосылыстарды, яғни карнозол, розманол, галдозол және розмарихинондарды арттыратын биологиялық жүйеде тотығу деструкциясы мен каскадтық қайта құрылуға түсуі мүмкін [32]. *In vivo* жағдайында жақында жасалған зерттеуде егеуқұйрықтарға ауыз қуысы және венаішілік енгізу арқылы карнозин қышқылының биоқолжетімділігі анықталды. Карнозин қышқылының биоқолжетімділігі 360 минуттан кейін 40%-ды құрады [46]. Басқа бір зерттеуде де егеуқұйрықтарда карнозин қышқылының венаішілік енгізгеннен кейін баяу сіңірілгеніне қарамастан, плазмадағы концентрациясы салыстырмалы түрде жоғары (~ 30 мкМ) болды және ұзақ уақыт бойы сақталды. Оған қоса, карнозин қышқылының абсолюттік биоқолжетімділігі де жоғары, яғни 65%-ға дейін болды [47].

Біздің зерттеуімізде келесідей әртүрлі фитохимиялық қосылыстар қарастырылды: куркумин, карнозин қышқылы, карнозол, эпигаллокатехин галлат, ресвератрол және партенолид. Бұл қосылыстардың әсері жеке және комбинациялық түрде жедел миелоидтық лейкемия (ЖМЛ) клеткаларының үш клетка линияларының: KG-1a, HL60 және U937 клеткаларында тексерілді. Зерттеу нәтижелер негізінде келесідей қорытындылар жасалды: әртүрлі өсімдік полифенолдарының және, әсіресе, олардың комбинацияларының *in vitro* жағдайында адамның ЖМЛ тип тармағына тәуелді цитостатикалық және қанның қалыпты клеткаларына қатысты селективті әсері көрсетілді. Жедел миелоидтық лейкемияның әртүрлі клетка линияларында селективті және синергетикалық апоптозды индукциялайтын полифенолдардың жаңа екі комбинациясы анықталды: куркумин+карнозол және карнозин қышқылы+карнозол. Полифенолдардың бұл комбинациялары каспазаға тәуелді апоптозды индукциялайтыны көрсетілді.

Сонымен, біздің зерттеу және әдебиетке шолу мәліметтері нәтижесінде өсімдіктерден алынған биологиялық активті заттар, соның ішінде полифенолдар және олардың ісікке қарсы комбинациялық әсер ету ерекшеліктері аталған ауруларының алдын алуда және емдеуде альтернативтік жолдарды қалыптастыруға негіз болады деп тұжырым жасауға болады.

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Аралбаева А.Н., Мурзахметова М.К., Кайынбаева А.К., Жаманбаева Г.Т. Оценка антиоксидантной активности и мембранопротекторных свойств вегетативных частей облепихи крушиновидной // ҚазҰУ хабаршысы. Биология сериясы. - 2014. - № 2/1 (64). - Б. 150-156.
- [2] de Kok T.M., van Breda S.G., Manson M.M. Mechanisms of combined action of different chemopreventive dietary compounds: a review // Eur J Nutr. – 2008. - Vol. 47, № 2. – P. 51–59
- [3] Fresco P., Borges F., Diniz C., Marques M.P. New insights on the anticancer properties of dietary polyphenols // Med Res Rev. – 2006. - Vol. 26, № 6. - P. 747–766
- [4] Duthie G.G., Gardner P.T., Kyle J.A. Plant polyphenols: are they the new magic bullet? // Proc Nutr Soc. – 2003. - Vol. 62, № 3. – P. 599–603
- [5] Fantini M., Benvenuto M., Masuelli L., Frajese G.V., Tresoldi I., Modesti A., Bei R. In vitro and in vivo antitumoral effects of combinations of polyphenols, or polyphenols and anticancer drugs: perspectives on cancer treatment // Int. J. Mol. Sci.- 2015. – Vol.16, N5. – P.9236-9282
- [6] Danilenko M., Wang X., Studzinski G.P. Carnosic acid and promotion of monocytic differentiation of HL60-G cells initiated by other agents // J Natl Cancer Inst. – 2001. – Vol. 93. – P. 1224-1233
- [7] Steiner M., Priel I., Giat J., Levy J., Sharoni Y., Danilenko M. Carnosic acid inhibits proliferation and augments differentiation of human leukemic cells induced by 1,25-dihydroxyvitamin D3 and retinoic acid // Nutr Cancer. – 2001. – Vol. 41. – P. 135-144
- [8] Chlopickova S., Psotova J., Miketova P., Sousek J., Lichnovsky V., Simanek V. Chemoprotective effect of plant phenolics against anthracycline-induced toxicity on rat cardiomyocytes. Part II. caffeic, chlorogenic and rosmarinic acids // Phytother Res. – 2004. – Vol. 18. – P. 408-413
- [9] Almela L., Sanchez-Munoz B., Fernandez-Lopez J.A., Roca M.J., Rabe V. Liquid chromatographic-mass spectrometric analysis of phenolics and free radical scavenging activity of rosemary extract from different raw material // J Chromatogr. – 2006.

– Vol. 1120. – P. 221-229

[10] Dehmlow C., Murawski N., de Groot H. Scavenging of reactive oxygen species and inhibition of arachidonic acid metabolism by silibinin in human cells // *Life Sci.* – 1996. – Vol. 58. – P. 1591-1600.

[11] Johnson J.J., Mukhtar H. Curcumin for chemoprevention of colon cancer // *Cancer Lett.* – 2007. – Vol. 255. – P. 170-181

[12] Huang M.T., Newmark H.L., Frenkel K. Inhibitory effects of curcumin on tumorigenesis in mice // *J Cell Biochem.* – 1997. – Vol. 27. – P. 26-34

[13] Huang M.T., Lou Y.R., Ma W., Newmark H.L., Reuhl K.R., Conney A.H. Inhibitory effects of dietary curcumin on forestomach, duodenal, and colon carcinogenesis in mice // *Cancer Res.* – 1994. – Vol. 54. – P. 5841-5847

[14] Bemis D.L., Katz A.E., Buttyan R. Clinical trials of natural products as chemopreventive agents for prostate cancer // *Expert Opin Investig Drugs.* – 2006. – Vol. 15. – P. 1191-1200

[15] Khan N., Afaq F., Mukhtar H. Cancer chemoprevention through dietary antioxidants: progress and promise // *Antioxid Redox Signal.* – 2008. – Vol. 10. – P. 475-510

[16] Zhamanbaeva G.T., Murzakhmetova M.K., Tuleukhanov S.T., Danilenko M.P. Antitumor Activity of Ethanol Extract from Hippophae Rhamnoides L. Leaves towards Human Acute Myeloid Leukemia Cells In Vitro. *Bull Exp Biol Med.* – 2014. – Vol. 158, N2. – P. 252-255.

[17] Li C., Yang X., Chen C., Cai S., Hu J. Isorhamnetin suppresses colon cancer cell growth through the PI3K-Akt-mTOR pathway // *Molecular medicine reports.* – 2014. – Vol. 9, № 3. – P. 935-40

[18] Yasukawa K., Kitanaka S., Kawata K., Goto K. Anti-tumor promoters phenolics and triterpenoid from Hippophae rhamnoides // *Fitoterapia.* – 2009. – Vol. 80, № 3. – P. 164-7

[19] Goel A., Kunnumakkara A.B., Aggarwal B.B. Curcumin as ‘Curcumin’: from kitchen to clinic // *Biochem Pharmacol.* – 2008. – Vol. 75, № 4. – P. 787–809

[20] Aggarwal B.B., Harikumar K.B. Potential therapeutic effects of curcumin, the anti-inflammatory agent, against neurodegenerative, cardiovascular, pulmonary, metabolic, autoimmune and neoplastic diseases // *Int J Biochem Cell Biol.* – 2009. – Vol. 41, № 1. – P. 40–59

[21] Qureshi S., Shah A.H., Ageel A.M. Toxicity studies on *Alpinia galanga* and *Curcuma longa* // *Planta Med.* – 1992. – Vol. 58, № 2. – P. 124–127

[22] Chainani-Wu N. Safety and anti-inflammatory activity of curcumin: a component of tumeric (*Curcuma longa*) // *J. Altern. Complement. Med.* – 2003. – Vol. 9, № 1. – P. 161–168

[23] Cheng A.L., Hsu C.H., Lin J.K. et al. Phase I clinical trial of curcumin, a chemopreventive agent, in patients with high-risk or pre-malignant lesions // *Anticancer Res.* – 2001. – Vol. 21, № 4. – P. 2895–2900

[24] Tan T.-W., Tsai H.-R., Lu H.-F. et al. Curcumin-induced cell cycle arrest and apoptosis in human acute promyelocytic leukemia HL-60 cells via MMP changes and caspase-3 activation // *Anticancer Res.* – 2006. – Vol. 26, № 6. – P. 4361–71

[25] Rao J., Xu D.-R., Zheng F.-M. et al. Curcumin reduces expression of Bcl-2, leading to apoptosis in daunorubicin-insensitive CD34+ acute myeloid leukemia cell lines and primary sorted CD34+ acute myeloid leukemia cells // *J. Transl. Med.* – 2011. – Vol. 9, № 1. – P. 71-86

[26] Weir N.M., Selvendiran K., Kutala V.K. et al. Curcumin induces G2/M arrest and apoptosis in cisplatin-resistant human ovarian cancer cells by modulating Akt and p38 MAPK // *Cancer Biol Ther.* – 2007. – Vol. 6, № 2. – P. 178–184

[27] Mackenzie G.G., Queisser N., Wolfson M.L. et al. Curcumin induces cell-arrest and apoptosis in association with the inhibition of constitutively active NF-kappa B and STAT3 pathways in Hodgkin's lymphoma cells // *Int J Cancer.* – 2008. – Vol. 123, № 1. – P. 56–65

[28] Connors S.K., Chornokur G., Kumar N.B. New insights into the mechanisms of green tea catechins in the chemoprevention of prostate cancer // *Nutr Cancer.* – 2012. – Vol. 64, № 1. – P. 4–22

[29] Cao A., Li Q., Yin P., Dong Y. et al. Curcumin induces apoptosis in human gastric carcinoma AGS cells and colon carcinoma HT-29 cells through mitochondrial dysfunction and endoplasmic reticulum stress // *Apoptosis.* – 2013. – Vol. 18, № 11. – P. 1391–402

[30] Cheng J.-S., Lo Y.-K., Yeh J.-H., Cheng H.-H. et al. Effect of gossypol on intracellular Ca<sup>2+</sup> regulation in human hepatoma cells // *Chin. J. Physiol.* – 2003. – Vol. 46, № 3. – P. 117–22

[31] Huang M., Ho C., Wang Z.Y., Ferraro T., Lou Y.R., Stauber K., Ma W., Georgiadis C., Laskin J.D., Conney A.H. Inhibition of skin tumorigenesis by rosemary and its constituents carnosol and ursolic acid // *Cancer Res.* – 1994. – Vol. 54, № 3. – P. 701-8

[32] Ngo S.N., Williams D.B., Head R.J. Rosemary and cancer prevention: preclinical perspectives // *Crit Rev Food Sci Nutr.* – 2011. – Vol. 51, № 10. – P. 946–954

[33] Lopez-Jimenez A., Garcia-Caballero M., Medina M.A., Quesada A.R. Anti-angiogenic properties of carnosol and carnosic acid, two major dietary compounds from rosemary // *Eur J Nutr.* – 2013. – Vol. 52, № 1. – P. 85–95

[34] Moran A.E., Carothers A.M., Weyant M.J. et al. Carnosol inhibits beta-catenin tyrosine phosphorylation and prevents adenoma formation in the C57BL/6J/Min/+ (Min/+) mouse // *Cancer Res.* – 2005. – Vol. 65, № 3. – P. 1097–104

[35] Visanji J.M., Thompson D.G., Padfield P.J. Induction of G2/M phase cell cycle arrest by carnosol and carnosic acid is associated with alteration of cyclin A and cyclin B1 levels // *Cancer Lett.* – 2006. – Vol. 237, № 1. – P. 130–136

[36] Li P.-M., Li Y.-L., Liu B., Wang W.-J., Wang Y.-Z., Li Z. Curcumin inhibits MHCC97H liver cancer cells by activating ROS/TLR-4/caspase signaling pathway // *Asian Pac. J. Cancer Prev.* – 2014. – Vol. 15, № 5. – P. 2329–34

- [37] Wu P.-P., Kuo S.-C., Huang W.-W. et al. (-)-Epigallocatechin gallate induced apoptosis in human adrenal cancer NCI-H295 cells through caspase-dependent and caspase-independent pathway // *Anticancer Res.* – 2009. - Vol. 29, № 4. - P. 1435–42
- [38] Chang Z., Xing J., Yu X. Curcumin induces osteosarcoma MG63 cells apoptosis via ROS/Cyto-C/Caspase-3 pathway // *Tumour Biol.* – 2014. - Vol. 35, № 1. – P. 753–8
- [39] Chung M.-Y., Lim T.G., Lee K.W. Molecular mechanisms of chemopreventive phytochemicals against gastroenterological cancer development // *World J. Gastroenterol.* – 2013. - Vol. 19, № 7. – P. 984–93
- [40] Chen D., Wan S.B., Yang H., Yuan J., Chan T.H., Dou Q.P. EGCG, green tea polyphenols and their synthetic analogs and prodrugs for human cancer prevention and treatment // *Adv Clin Chem.* - 2011. - № 53. – P. 155-77
- [41] Gupta S., Hussain T., Mukhtar H. Molecular pathway for (-)-epigallocatechin-3-gallate-induced cell cycle arrest and apoptosis of human prostate carcinoma cells // *Arch. Biochem. Biophys.* – 2003. - Vol. 410, № 1. - P. 177–85
- [42] D'Archivio M., Filesi C., Vari R., Scaccocchio B., Masella R. Bioavailability of the polyphenols: status and controversies // *Int. J. Mol. Sci.* – 2010. - Vol. 11, № 4. - P. 1321–42
- [43] Ireson C., Orr S., L. Jones D.J. et al. Characterization of Metabolites of the Chemopreventive Agent Curcumin in Human and Rat Hepatocytes and in the Rat in Vivo, and Evaluation of Their Ability to Inhibit Phorbol Ester-induced Prostaglandin E2 Production // *Cancer Res.* – 2001. – Vol. 61, № 3. –P. 1058-64
- [44] Pan M., Huang T., Lin J. Biotransformation of curcumin through reduction and glucuronidation in mice // *Drug Metab Dispos.* – 1999. - Vol. 27, № 4. - P. 486–494
- [45] Anand P., Kunnumakkara A.B., a Newman R., Aggarwal B.B. Bioavailability of curcumin: problems and promises // *Mol. Pharm.* – 2007. - Vol. 4, № 6. - P. 807–18
- [46] Doolaee E.H., Raes K., De Vos F., Verhe R., De Smet S. Absorption, distribution and elimination of carnosic acid, a natural antioxidant from *Rosmarinus officinalis*, in rats // *Plant Foods Hum Nutr.* – 2011. - Vol. 66, № 2. - P. 196–202
- [47] Yan H., Wang L., Li X. et al. High-performance liquid chromatography method for determination of carnosic acid in rat plasma and its application to pharmacokinetic study // *Biomed. Chromatogr.* – 2009. - Vol. 23, № 7. - P. 776–81

## REFERENCES

- [1] Aralbaeva A.N., Murzahmetova M.K., Kajynbaeva A.K., Zhamanbaeva G.T. *ҚазҰУ хабаршысы. Биология сериясы*, **2004** 2/1(64):150-6 (In Kazakh)
- [2] de Kok T.M., van Breda S.G., Manson M.M. *Eur J Nutr.*, **2008**, 2:51-9 (in Eng.).
- [3] Fresco P., Borges F., Diniz C., Marques M.P. *Med Res Rev.*, **2006** 26(6):747-66 (in Eng.).
- [4] Duthie G.G., Gardner P.T., Kyle J.A. *Proc Nutr Soc.*, **2003**, 62(3):599-603 (in Eng.).
- [5] Fantini M., Benvenuto M., Masuelli L., Frajeze G.V., Tresoldi I., Modesti A., Bei R. *Int J Mol Sci.*, **2015**, 16(5):9236-82 (in Eng.).
- [6] Danilenko M., Wang X., Studzinski G.P. *J Natl Cancer Inst.*, **2001**, 93(16):1224-33 (in Eng.).
- [7] Steiner M., Priel I., Giat J., Levy J., Sharoni Y., Danilenko M. *Nutr Cancer.*, **2001**, 41(1-2):135-44 (in Eng.).
- [8] Chlopčíková S., Psotová J., Míketová P., Sousek J., Lichnovský V., Simánek V., *Phytother Res.*, **2004**, 18(5):408-13 (in Eng.).
- [9] Almela L., Sánchez-Muñoz B., Fernández-López J.A., Roca M.J., Rabe V. *J Chromatogr A.*, **2006**, 1120(1-2):221-9 (in Eng.).
- [10] Dehmlow C., Murawski N., de Groot H. *Life Sci.*, **1996**, 58(18):1591-600 (in Eng.).
- [11] Johnson J.J., Mukhtar H. *Cancer Lett.* **2007**, 255(2):170-81 (in Eng.).
- [12] Huang M.T., Newmark H.L., Frenkel K. *J Cell Biochem Suppl.* **1997**, 27:26-34 (in Eng.).
- [13] Huang M.T., Lou Y.R., Ma W., Newmark H.L., Reuhl K.R., Conney A.H., *Cancer Res.*, **1994**, 54(22):5841-7 (in Eng.).
- [14] Bemis D.L., Katz A.E., Buttyan R. *Expert Opin Investig Drugs.* **2006**, 15(10):1191-200 (in Eng.).
- [15] Khan N., Afaq F., Mukhtar H. *Antioxid Redox Signal.* **2008**, 10(3):475-510 (in Eng.).
- [16] Zhamanbaeva GT, Murzahmetova MK, Tuleukhanov ST, Danilenko MP. *Bull Exp Biol Med.* **2014**. 158(2): 252-255. (in Eng.).
- [17] Li C., Yang X., Chen C., Cai S., Hu J. *Mol Med Rep.*, **2014**, 9(3):935-40 (in Eng.).
- [18] Yasukawa K., Kitanaka S., Kawata K., Goto K. *Fitoterapia.*, **2009**, 80(3):164-7 (in Eng.).
- [19] Goel A., Kunnumakkara A.B., Aggarwal B.B. *Biochem Pharmacol.*, **2008**, 75(4):787-809 (in Eng.).
- [20] Aggarwal B.B., Harikumar K.B. *Int J Biochem Cell Biol.*, **2009**, 41(1):40-59 (in Eng.).
- [21] Qureshi S., Shah A.H., Ageel A.M. *Planta Med.*, **1992**, 58(2):124-7 (in Eng.).
- [22] Chainani-Wu N. *J Altern Complement Med.*, 2003, 9(1):161-8 (in Eng.).
- [23] Cheng A.L., Hsu C.H., Lin J.K., Hsu M.M., et al. *Anticancer Res.*, **2001**, 21(4B):2895-900 (in Eng.).
- [24] Tan T.W., Tsai H.R., Lu H.F., Lin H.L., Tsou M.F., Lin Y.T., Tsai H.Y., Chen Y.F., Chung J.G. *Anticancer Res.*, **2006**, 26(6B):4361-71 (in Eng.).
- [25] Rao J., Xu D.R., Zheng F.M., Long Z.J., Huang S.S., Wu X., Zhou W.H., Huang R.W., Liu Q. *J Transl Med.*, **2011**, 9:71 (in Eng.).
- [26] Weir N.M., Selvendiran K., Kutala V.K., Tong L., Vishwanath S., Rajaram M., Tridandapani S., Anant S., Kuppusamy P. *Cancer Biol Ther.*, **2007**, 6(2):178-84 (in Eng.).
- [27] Mackenzie G.G., Queisser N., Wolfson M.L., Fraga C.G., Adamo A.M., Oteiza P.I. *Int J Cancer.*, **2008**, 123(1):56-65

(in Eng.).

- [28] Connors S.K, Chornokur G., Kumar N.B. *Nutr Cancer.*, **2012**, 64(1):4-22 (in Eng.).
- [29] Cao A., Li Q., Yin P., Dong Y., Shi H., Wang L., Ji G., Xie J., Wu D. *Apoptosis*, **2013**, 18(11):1391-402 (in Eng.).
- [30] Cheng J.S., Lo Y.K., Yeh J.H., Cheng H.H., Liu C.P., Chen W.C., Jan C.R. *Chin J Physiol.*, **2003**, 46(3):117-22 (in Eng.).
- [31] Huang MT, Ho CT, Wang ZY, Ferraro T, Lou YR, Stauber K, Ma W, Georgiadis C, Laskin JD, Conney AH, *Cancer Res.*, **1994**, 54(3):701-8 (in Eng.).
- [32] Ngo S.N., Williams D.B., Head R.J. *Crit Rev Food Sci Nutr.*, **2011**, 51(10):946-54 (in Eng.).
- [33] López-Jiménez A., García-Caballero M., Medina M.Á., Quesada A.R. *Eur J Nutr.*, **2013**, 52(1):85-95 (in Eng.).
- [34] Moran A.E., Carothers A.M., Weyant M.J., Redston M., Bertagnolli M.M. *Cancer Res.*, **2005**, 65(3):1097-104 (in Eng.).
- [35] Visanji J.M., Thompson D.G., Padfield P.J. *Cancer Lett.*, **2006**, 237(1):130-6 (in Eng.).
- [36] Li P.M., Li Y.L., Liu B., Wang W.J., Wang Y.Z., Li Z. *Asian Pac J Cancer Prev.*, **2014**, 15(5):2329-34 (in Eng.).
- [37] Wu P.P., Kuo S.C., Huang W.W., Yang J.S., Lai K.C., Chen H.J., Lin K.L., Chiu Y.J., Huang L.J., Chung J.G. *Anticancer Res.*, **2009**, 29(4):1435-42 (in Eng.).
- [38] Chang Z., Xing J., Yu X. *Tumour Biol.*, **2014**, 35(1):753-8 (in Eng.).
- [39] Chung M.Y., Lim T.G., Lee K.W. *World J Gastroenterol.*, **2013**, 19(7):984-93 (in Eng.).
- [40] Chen D., Wan S.B., Yang H., Yuan J., Chan T.H., Dou Q.P. *Adv Clin Chem.*, **2011**, 53:155-77 (in Eng.).
- [41] Gupta S., Hussain T., Mukhtar H. *Arch Biochem Biophys.*, **2003**, 410(1):177-85 (in Eng.).
- [42] D'Archivio M., Filesi C., Vari R., Scaccocchio B., Masella R. *Int J Mol Sci.*, **2010**, 11(4):1321-42 (in Eng.).
- [43] Ireson C., Orr S., Jones D.J., et al. *Cancer Res.*, **2001**, 61(3):1058-64 (in Eng.).
- [44] Pan M.H., Huang T.M., Lin J.K. *Drug Metab Dispos.*, **1999**, 27(4):486-94 (in Eng.).
- [45] Anand P., Kunnumakkara A.B., Newman R., Aggarwal B.B. *Mol. Pharm.*, **2007**, 4(6): 807–18 (in Eng.).
- [46] Doolaege E.H., Raes K., De Vos F., Verhé R., De Smet S. *Plant Foods Hum Nutr.*, **2011**, 66(2):196-202 (in Eng.).
- [47] Yan H., Wang L., Li X., Yu C., Zhang K., Jiang Y., Wu L., Lu W., Tu P. *Biomed Chromatogr.*, **2009**, 23(7):776-81 (in Eng.).

## ПРОТИВООПУХОЛЕВЫЕ ЭФФЕКТЫ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИФЕНОЛОВ

Г.Т. Жаманбаева, М.К. Мурзахметова, С.Т. Тулеуханов, Н.И. Жапаркулова

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

**Ключевые слова:** растительные полифенолы, растительные экстракты, опухолевые заболевания, пролиферация, апоптоз

Рак – заболевание, появляющиеся в результате различных генетических нарушений внутриклеточных сигнальных путей, клеточной пролиферации, апоптоза, дифференциации, а также и других физиологических процессов. Одним из путей повышения устойчивости клеток в организме является использование лекарственных растений. Основная деятельность растительных флавоноидов – участие в процессах дыхания, размножения, роста и окислительно-восстановительных реакциях, путем нейтрализации свободных радикалов защищают организм растений от различных патогенов. Полифенолы, в больших количествах синтезирующиеся в растениях, обладают противораковым, противомикробным, противовирусным, противовоспалительным, иммуностимулирующим свойством и очень полезны для здоровья человека. Полифенолы, оказывая влияние на различные пути канцерогенеза, играют большую роль в подавлении роста опухолевых клеток. Однако применение полифенолов в качестве противоракового агента ограничиваются их плохой биодоступностью; полифенолы плохо абсорбируются и плохо подвергаются биологическому разложению, но быстро подвергаются метаболизму и довольно быстро выводятся из организма человека. Условия биологической доступности оказывает влияние на доставку оптимального количества полифенолов к опухолевым клеткам. Для предотвращения такого недостатка применение полифенолов в комбинации является более эффективной. В статье также обсуждается противоопухолевое действие полифенолов на различные раковые клетки, а также ингибирующее действие их комбинаций на процесс пролиферации и индуцирование каспаза-зависимого апоптоза клеток острой миелоидной лейкемии.

Поступила 16.05.2016 г.

**RS1128503 AND RS1045642 VARIABLE POLYMORPHIC LOCI OF  
MULTIPLE DRUG RESISTANCE (MDR1) GENE IN BREAST CANCER  
PATIENTS OF KAZAKHSTAN POPULATION'S ETHNIC GROUPS**

**V.G. Nigmatova, I.A. Litus, D.D. Mukushkina, T.N. Miroshnik, A.K.Khanseitova, N.A. Omarbaeva,  
Sh.Zh. Talaeva, T.C. Balmukhanov, N.A. Aitkhozhina**

M. A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry,  
86, Dosmukhamedov str., Almaty, 050012, Kazakhstan,

**Key words:** breast cancer, *MDR1* gene, population, polymorphisms.

**Abstract.** The search of association in polymorphic loci rs1128503, rs1045642 of *MDR1* gene and breast cancer risk in two basic ethnic groups (Kazakh and Russian) of Kazakhstan Republic was conducted. No significant differences were shown in allele frequencies and genotypes distribution using “case-control” method in all loci under investigation. The distribution of genotype frequencies corresponded to the Hardy-Weinberg equilibrium in all investigated groups. Interethnic differences were discovered for polymorphic variant rs1045642 of *MDR1* gene in allele distribution frequencies ( $\chi^2=18.18$ ;  $p=0.00002$ ) and genotypes ( $\chi^2=18.00$ ;  $p=0.0001$ ). Interethnic differences hadn't revealed for rs1128503.

УДК 577.21:577.2

**ВАРИАБЕЛЬНЫЕ ПОЛИМОРФНЫЕ ЛОКУСЫ RS1128503  
И RS1045642 ГЕНА МНОЖЕСТВЕННОЙ ЛЕКАРСТВЕННОЙ  
УСТОЙЧИВОСТИ (*MDR1*) СРЕДИ ПАЦИЕНТОВ С ДИАГНОЗОМ  
РАК МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ В ЭТНИЧЕСКИХ ГРУППАХ  
КАЗАХСТАНА**

**В.Г. Нигматова, И.А. Литус, Д.Д. Мукушкина, Т.Н. Мирошник,  
А.К. Хансеитова, Н.А. Омарбаева, Ш.Ж. Талаева, Т.С. Балмуханов, Н.А. Айтхожина**

РГП «Институт молекулярной биологии и биохимии  
им. М.А.Айтхожина» КН МОН РК, г.Алматы

**Ключевые слова:** рак молочной железы, ген *MDR1*, популяция, полиморфизмы.

**Аннотация.** Проведен поиск ассоциаций между полиморфными локусами rs1128503, rs1045642 гена *MDR1* и риском развития рака молочной железы (РМЖ) в двух основных (казахской и русской) этнических группах населения республики Казахстан. Не выявлено достоверных различий в распределении частот аллелей и генотипов во всех исследованных локусах методом «случай-контроль». Распределение наблюдаемых частот генотипов во всех исследованных группах соответствовало уравнению Харди-Вайнберга. Межэтнические различия обнаружены для полиморфного варианта rs1045642 гена *MDR1* по частотам распределения аллелей ( $\chi^2=18.18$ ;  $p=0.00002$ ) и генотипов ( $\chi^2=18.00$ ;  $p=0.0001$ ). Для варианта rs1128503 межэтнических различий не выявлено.

Поиск полиморфных маркеров в генах-кандидатах и выявление их ассоциации с генопосредованными заболеваниями является одним из перспективных и проверенных на практике методов исследований. Установление ассоциации гена с заболеванием и последующая оценка индивидуального генетического риска имеют важное значение для разработки предиктивной индивидуализированной диагностики, а также дифференцированного подхода к

профилактике и лечению данной патологии и её осложнений в зависимости от наследственной предрасположенности конкретного больного, региона проживания, этнических особенностей.

Ген *MDR1* участвует в развитии множественной лекарственной устойчивости опухолевых клеток к химиотерапевтическим препаратам, однако исследования последних лет указывают на взаимосвязь между экспрессией гена *MDR1* и риском развития онкологических заболеваний.

Так, показана связь полиморфизма локуса *rs 1128503* гена *MDR1* и увеличения риска развития лимфобластной и миелоидной лейкемии, в результате чего данный полиморфизм рассматривается в качестве геномного маркера риска развития данного заболевания. Помимо этого, генотип ТТ локуса *rs 1128503* был ассоциирован с ингибированием прогрессии развития рака желудка [1].

Целью настоящей работы был поиск ассоциации полиморфных участков *rs1128503* и *rs1045642* гена *MDR1* с риском развития РМЖ в казахской и русской этнических группах республики Казахстан, с тем, чтобы оценить возможность использования этих участков в качестве молекулярно-генетических маркеров предрасположенности к РМЖ в нашем регионе.

### Материалы методы

В качестве объекта использованы образцы венозной крови пациенток с клинически подтвержденным диагнозом РМЖ и практически здоровых женщин без онкологических заболеваний по семейному анамнезу казахской и русской национальностей. Забор крови производится у пациентов Казахского НИИ онкологии и радиологии МЗ РК, г. Алматы и Алматинского онкологического диспансера, при информированном согласии больных. Забор образцов крови здоровых доноров проводился в Городском центре крови, г. Алматы. Исследование осуществлялось на добровольной основе с соблюдением анонимности информированных о целях исследования участников, подтвержденных собственноручной подписью. При формировании контрольной группы производился подбор лиц, максимально приближенный по возрасту лицам опытной группы (элемент метода “matched pairs”), что приводит к ограничению в количестве соответствующих контрольных образцов. Группа пациенток РМЖ состояла из 365 образцов казашек и 254 русских. Контрольная группа сформирована из 370 лиц казахской национальности и 293 – русской национальности. Средний возраст больных РМЖ в казахской и русской этнических группах составлял 50,16±8,93 и 54,86±9,51 соответственно. Средний возраст контрольной группы составляет 49,28±4,96 для казашек и 49,76±5,94 для русских женщин.

Выделение геномной ДНК из лейкоцитов крови проводили с использованием наборов фирм «Qiagen» и «Ахуген» (США) в соответствии с рекомендуемыми протоколами. Использованы TaqDNA-полимераза, ферменты рестрикции и маркер молекулярной массы ДНК pUC19/MspI производства «СибЭнзим», Россия.

Таблица 1 - Анализируемые сайты гена *MDR1*, последовательности праймеров, условия амплификации, рестриктазы

АНАЛИЗИРУЕМЫЕ САЙТЫ	ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПРАЙМЕРОВ	УСЛОВИЯ АМПЛИФИКАЦИИ	ЭНДОНУКЛЕАЗЫ РЕСТРИКЦИИ
<i>MDR1</i>			
RS1128503	F 5'- TTCACCTCAGTTACCCATCTCG - 3' R 5'- CTGCCCACTCTGCACCTT - 3'	95 <sup>0</sup> С – 3 МИН, 15 ЦИКЛОВ С ПОНИЖЕНИЕМ Т ОТЖИГА НА 1 <sup>0</sup> С (95 <sup>0</sup> С – 30 С, 65-51 <sup>0</sup> С – 40 С, 72 <sup>0</sup> С – 30 С), 15 ЦИКЛОВ (94 <sup>0</sup> С – 30 С, 50 <sup>0</sup> С – 30 С, 72 <sup>0</sup> С – 30 С), 72 <sup>0</sup> С – 5 МИН	HAEP1
RS1045642	F 5' - TGTTTTCAGCTGCTTGATGG - 3' R 5' - GCATGTATGTTGGCCTCCTT - 3'	94 <sup>0</sup> С – 3 МИН, 34 ЦИКЛОВ (94 <sup>0</sup> С – 30 С, 59,8 <sup>0</sup> С – 30 С, 72 <sup>0</sup> С – 40 С), 72 <sup>0</sup> С – 5 МИН	KZO91

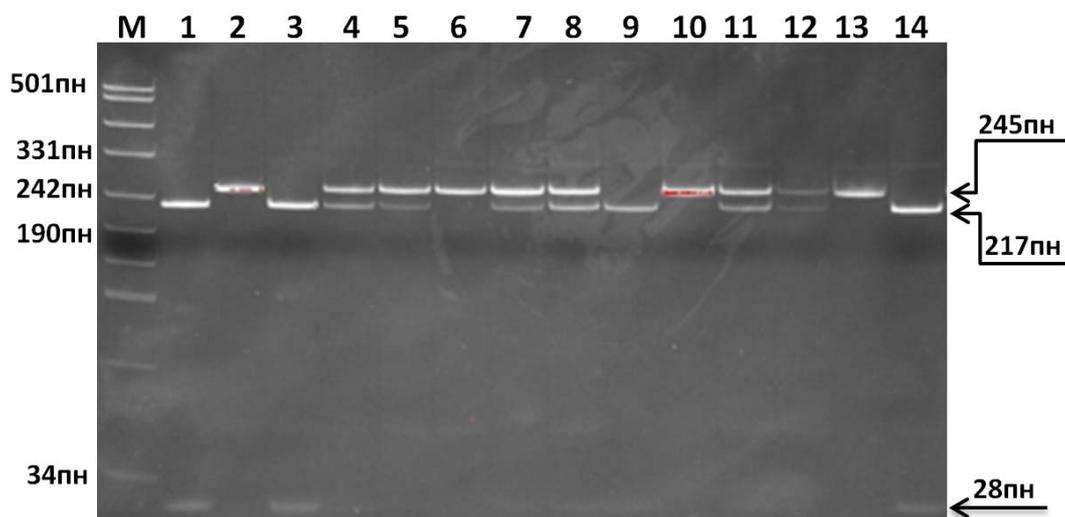
Полиморфные локусы гена *MDR1* исследовали методом ПЦР-ПДРФ с праймерами, эндонуклеазами рестрикции и температурными режимами, приведенными в таблице 1.

Достоверность различий оценивали с помощью критерия Пирсона ( $\chi^2$ ) и значения вероятности

(P), распределение генотипов в выборках проверяли на соответствие уравнению Харди-Вайнберга (HWE). В качестве индикатора степени связи между наблюдаемыми значениями аллелей и генотипов использовали отношение шансов (odds ratio - OR) и доверительный интервал (confidence interval – CI). Для разработки праймеров использована программа Primer3 (v. 0.4.0) (<http://bioinfo.ut.ee/primer3-0.4.0/>), при статистической обработке данных применяли программы Microsoft Excel и Statistica 2007.

### Результаты и обсуждение

В работе были исследованы полиморфные варианты rs1128503 и rs1045642 гена *MDR1*. Продуктом амплификации полиморфного локуса rs1128503 гена *MDR1* является фрагмент размером 245 пн. В случае наличия в полиморфном локусе аллеля С, образуется специфический сайт рестрикции для рестриктазы *HaeIII*, которая расщепляет амплифицированный участок ДНК на 2 фрагмента размером 217 и 28 пн. Таким образом, в результате электрофореза на полиакриламидном геле наблюдали следующие размеры фрагментов и их сочетания, характеризующие генотипы: ТТ генотип – 245 пн, СС генотип - 217 пн. и 28 пн., СТ генотип – 245, 217 и 28 пн. (рисунок 1).



М – маркер молекулярной массы; дорожки 1,3,9,14 – гомозиготы по аллелю С (генотип С/С); дорожки 4,5,7,8,11,12 – гетерозиготы (генотип С/Т); дорожки 2,6,10,13 – гомозиготы по аллелю Т (генотип Т/Т)  
Рисунок 1 – Электрофореграмма продуктов амплификации и рестрикции полиморфного локуса *rs 1128503* гена *MDR1*

Статистическая обработка полученных данных по полиморфному локусу rs1128503 гена *MDR1* показала отсутствие достоверных различий в распределении генотипов и частоте встречаемости аллелей между здоровыми и пациентами в казахской группе. Встречаемость аллеля С в группе пациентов и контроле составила 43,1% и 45,4%, аллеля Т - 56,9% у пациентов и 54,6% в контроле (таблица 2). Статистический анализ данных, полученных в русской этнической группе, так же не показал достоверных различий в распределении генотипов и частоте встречаемости аллелей между группами пациентов и контроля. Аллель С встречался с частотой 53% у пациентов и 53,8% в контрольной группе, частота аллеля Т составляла 47% у пациентов и 46,2% в контрольной группе (таблица 2).

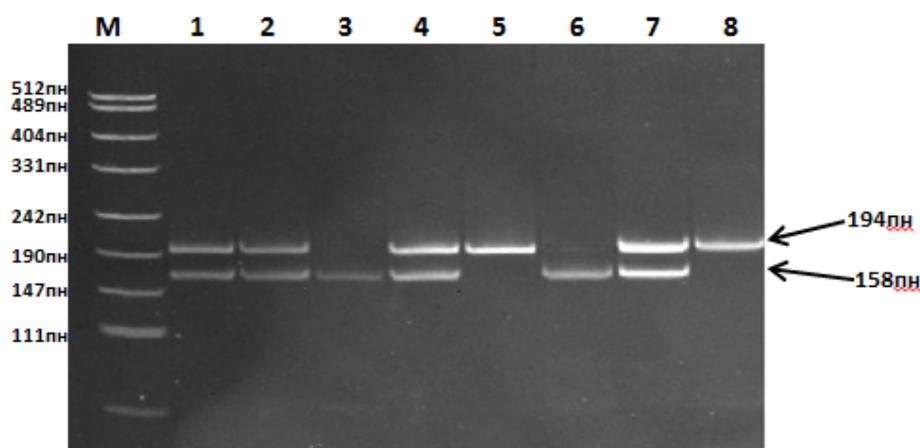
При обработке результатов использовали различные модели обсчета данных - общую, аддитивную, доминантную и рецессивную. По всем названным моделям ассоциации не было обнаружено. В таблицах представлены значения, полученные в общей модели обработки данных. Во всех изученных группах не наблюдалось отклонения в распределении частот генотипов от равновесия Харди-Вайнберга.

Таблица 2 – Частоты аллелей и распределение генотипов полиморфного сайта rs1128503 гена *MDR1* в двух этнических группах

Аллели, Генотипы	РМЖ n = 346	Контроль n = 370	$\chi^2$	p	OR	95% CI
<b>Казахи</b>						
С	297 (0.429)	336 (0.454)	0.90	0.34	0.90	0.73 – 1.11
Т	395 (0.571)	404 (0.546)			1.11	0.90 – 1.36
СС	70 (0.202)	74 (0.200)	2.63	0.27	1.01	0.70 – 1.46
СТ	157 (0.454)	188 (0.508)			0.80	0.60 – 1.08
ТТ	119 (0.344)	108 (0.292)			1.27	0.93 – 1.74
<b>Русские</b>						
Аллели, Генотипы	РМЖ n = 234	Контроль n = 293	$\chi^2$	p	OR	95% CI
С	247 (0.528)	315 (0.538)	0.10	0.75	0.96	0.75 – 1.23
Т	221 (0.472)	271 (0.462)			1.04	0.82 – 1.33
СС	61 (0.261)	80 (0.273)	0.11	0.94	0.94	0.64 – 1.39
СТ	125 (0.534)	155 (0.529)			1.02	0.72 – 1.44
ТТ	48 (0.205)	58 (0.198)			1.05	0.68 – 1.60

Примечание:  $\chi^2$  – стандартный критерий Пирсона; p – достоверность различий; OR – отношение шансов, отражающее относительный риск развития заболевания при определенном генотипе по сравнению со здоровыми донорами с 95% доверительным интервалом.

Вторым вариантом, включенным нами в исследование, был rs1045642 гена *MDR1*, обозначаемый так же, как С3435Т. Полиморфный вариант rs1045642 гена *MDR1* амплифицировали со специфическими праймерами, в результате реакции образуется фрагмент длиной 194 пн. После обработки фрагмента эндонуклеазой рестрикции *Kzo9I* в случае наличия аллеля Т сайт рестрикции отсутствует, а при замене нуклеотида Т на С формируется. Результатом этого является расщепление фрагмента 194 пн после рестрикции на 158 пн и 36 пн. Проведение электрофоретического разделения фрагментов и визуализации в УФ позволяет наблюдать присутствие аллеля С по наличию в геле фрагментов 158 пн и 36 пн, аллель Т по присутствию фрагмента 194 пн. Генотип ТТ представлен на геле-электрофорезе фрагментом 194 пн, гетерозиготный СТ генотип фрагментами 194, 158 и 36 пн, гомозиготный СС генотип фрагментами 158 и 36 пн (рисунок 2).



М – маркер молекулярной массы; дорожки: 1,2,4,7 – генотип СТ;  
3,6 – генотип СС; 5,8 – генотип ТТ.

Рисунок 2 – Электрофореграмма продуктов амплификации и рестрикции полиморфного локуса rs1045642 гена *MDR1*

Результаты типирования локуса rs1045642 образцов пациентов РМЖ, контроля из русской и казахской этнических групп, статистической обработки данных представлены в таблице 3. Не было обнаружено достоверных различий в распределении аллелей и генотипов по полиморфному сайту rs1045642 гена *MDR1* между пациентами РМЖ и контролем в двух этнических группах, включенных в исследование.

Таблица 3 – Частоты аллелей и распределение генотипов полиморфного сайта rs1045642 гена *MDR1* в казахской и русской этнических группах

Аллели, Генотипы	PMЖ n = 365	Контроль n = 332	$\chi^2$	p	OR	95% CI
<b>Казахи</b>						
C	409 (0.560)	367 (0.553)	0.08	0.78	1.03	0.83 – 1.27
T	321 (0.440)	297 (0.447)			0.97	0.78 – 1.20
CC	117 (0.321)	101 (0.304)	0.26	0.88	1.08	0.78 – 1.49
CT	175 (0.479)	165 (0.497)			0.93	0.69 – 1.26
TT	73 (0.200)	66 (0.199)			1.01	0.69 – 1.46
<b>Русские</b>						
Аллели, Генотипы	n = 254	n = 240	$\chi^2$	p	OR	95% CI
C	238 (0.469)	204 (0.425)	1.89	0.17	1.19	0.93 – 1.53
T	270 (0.531)	276 (0.575)			0.84	0.65 – 1.08
CC	52 (0.205)	45 (0.188)	2.86	0.24	1.12	0.71 – 1.74
CT	134 (0.528)	114 (0.475)			1.23	0.87 – 1.76
TT	68 (0.268)	81 (0.338)			0.72	0.49 – 1.06

Рассмотренные нами в данной работе полиморфизмы, rs1045642 (C3435T) и rs1128503 (C1236T) широко исследуются во всем мире как кандидатные варианты для определения риска развития РМЖ, возможные предиктивные маркеры протекания заболевания и возможного ответа на химиотерапию. Несмотря на то, что замены C1236T и C3435T гена *ABCBI* (*MDR1*) не приводят к изменениям в аминокислотной последовательности, они генерируют конформационные изменения в мРНК, приводящим к ее нестабильности, что может влиять на продолжительность существования белка. Такие изменения могут влиять на метаболизм и удаление некоторых токсичных или канцерогенных веществ, допуская межклеточную аккумуляцию метаболитов, приводящих к повреждениям клетки, апоптозным изменениям, иммунным дефектам или развитию рака [2].

В недавнем мета-исследовании [3] показано, что C1236T (rs1128503) полиморфизм ассоциирован с ответом опухоли на химиотерапию как при использовании доминантной модели (OR=1.72, 95% CI=1.09-2.73, P=0.177), так и при использовании аддитивной модели (OR=1.99, 95% CI=1.39-2.85, P=0.222). Кроме того, показана значимая ассоциация данного полиморфизма и РМЖ в азиатской группе (OR=2.15, 95% CI=1.22-3.77, P=0.210, доминантная модель). Сходные данные были получены ранее [4], например, индивидуумы с *MDR1* 3435TT генотипом имели повышенный риск развития рака по сравнению с таковыми с CC генотипом (OR = 1.29, 95% CI: 1.10-1.51) или CC/CT генотипом (OR = 1.18, 95% CI: 1.04-1.34). Показано, что риск был наиболее выражен для гематологических патологий, рака молочной железы, рака почки. Аналогичный вывод был получен в мета-исследовании [5], рассмотревшем ассоциацию полиморфизма rs1045642 с риском рака молочной железы. К сожалению, гипотеза, что rs1045642 (C3435T) и rs1128503 (C1236T) гена *MDR1* ассоциированы с РМЖ, в нашем исследовании не подтвердилась как для русской, так и для казахской этнических групп. Однако, в исследовании китайской этнической группы [6] было показано, что гаплотип 3435T-1236T-2677T значительно увеличивает риск возникновения карциномы молочной железы. Также для носителей данного гаплотипа был отмечен значительный терапевтический эффект неоадьювантной химиотерапии на базе препаратов группы антрациклинов.

Существование популяционных различий в распределении частот аллелей и генотипов по различным полиморфным вариантам отмечаются в работах зарубежных авторов в мировых популяциях при проведении популяционно-генетических и молекулярно-биологических исследований. Результаты проведенного нами сравнительного анализа частот распределения аллелей и генотипов полиморфных вариантов rs1128503 и rs1045642 в группах здоровых доноров из казахской и русской этнических групп приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Межэтнические различия по исследованным локусам в группах здоровых.

Аллели, Генотипы	Казахи n = 365	Русские n = 240	$\chi^2$	p	OR	95% CI
rs1128503						
Аллели, Генотипы	Казахи n = 346	Русские n = 370	$\chi^2$	p	OR	95% CI
C	0.429	0.454	0.90	0.34	0.90	0.73 – 1.11
T	0.571	0.546			1.11	0.90 – 1.36
CC	0.202	0.200	2.63	0.27	1.01	0.70 – 1.46
CT	0.454	0.508			0.80	0.60 – 1.08
TT	0.344	0.292			1.27	0.93 – 1.74
rs1045642						
C	0.553	0.425	18.18	0.00002	1.67	1.32 – 2.12
T	0.447	0.575			0.60	0.47 – 0.76
CC	0.304	0.188	18.00	0.0001	1.89	1.27 – 2.83
CT	0.497	0.475			1.09	0.78 – 1.52
TT	0.199	0.338			0.49	0.33 – 0.71

Как следует из полученных нами данных, значительные межэтнические различия отмечаются при рассмотрении полиморфного варианта rs1045642. Различия в частоте аллелей обусловлены тем, что аллель C встречается чаще в группе казахов, а в группе русских преобладает аллель T. Это приводит к высокодостоверным статистическим различиям ( $\chi^2=18.18$ ;  $p=0.00002$ ). Различия в распределении генотипов также были отмечены, хотя были на порядок ниже, но также статистически высокодостоверные ( $\chi^2=18.00$ ;  $p=0.0001$ ). Интересно, что различия в распределении частот генотипов обусловлены частотами гомозиготных генотипов, в то время как гетерозиготные варианты имеют одинаковую частоту в обеих этнических группах.

Вариант rs1128503 не показал отличий в распределении частот аллелей ( $\chi^2=0.9$ ;  $p=0.34$ ) и генотипов ( $\chi^2=2.63$ ;  $p=0.27$ ) между казахами и русскими (таблица 4).

Таблица 5 - Распределение частот аллелей и генотипов изученных полиморфизмов гена *MDR1* в мировых популяциях и в данном исследовании.

rs1128503, ген <i>MDR1</i>					
Популяция	C/C	C/T	T/T	C	T
НарМар-CEU (European)	0.265	0.566	0.168	0.549	0.451
НарМар-HCB (Chinese)	0.093	0.395	0.512	0.291	0.709
НарМар-JPT (Japanese)	0.174	0.477	0.349	0.413	0.587
Казахи (Казахстан)	0.202	0.454	0.344	0.429	0.571
Русские (Казахстан)	0.200	0.508	0.292	0.454	0.546
rs1045642, ген <i>MDR1</i>					
Популяция	C/C	C/T	T/T	C	T
НарМар-CEU (European)	0.150	0.558	0.292	0.429	0.571
НарМар-HCB (Chinese)	0.381	0.405	0.214	0.583	0.417
НарМар-JPT (Japanese)	0.256	0.570	0.174	0.541	0.459
Казахи (Казахстан)	0.304	0.497	0.199	0.553	0.447
Русские (Казахстан)	0.188	0.475	0.338	0.425	0.575

Примечание. CEU – популяция центральной Европы; HCB – популяция народности Хань, Пекин, Китай; JPT – популяция Токио, Япония

В таблице 5 показано распределение частот аллелей и генотипов в различных этнических группах (по данным НарМар) в сравнении с нашими группами. Интересно отметить, что распределение частот аллелей и генотипов по rs1128503 гена *MDR1* у русских и казахов совпадает с японской популяцией, но значительно отличается от европейской, китайской популяций. По локусу rs1045642 гена *MDR1* в распределении аллелей казахская этническая группа максимально приближена к значениям частот аллелей у японцев и китайцев. А в группе русских по этому варианту отмечается такое же распределение аллелей, как в популяции европейцев.

Исследование полиморфных вариантов в сравнительном контексте с данными из других

популяций помогает прояснить наблюдаемые неоднозначные результаты по их ассоциации с РМЖ. Кроме этого, различия в активности самого Р-гликопротеина обусловленные взаимодействием однонуклеотидных полиморфизмов друг с другом в составе гапоблоков могут оказывать влияние на получаемые в разных популяциях результаты.

Резюмируя изложенные факты, следует отметить, что полученные нами данные не позволяют рассматривать варианты rs1128503 и rs 1045642 гена *MDR1* в качестве маркеров риска развития РМЖ в казахской и русской этнических группах, но они представляют интерес для исследований по фармакогеномике.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ieiri I., Takane H., Otsubo K. The MDR1 (ABCB1) gene polymorphism and its clinical implications // Clin Pharmacokinet. – 2004. – V. 43(9). – P. 553-576.
- [2] S.A.Gutierrez-Rubio, A.Quintero-Ramos, A.Durán-Cárdenas, R.A.Franco-Topete, J.M.Castro-Cervantes et al. 1236 C/T and 3435 C/T polymorphisms of the ABCB1 gene in Mexican breast cancer patients // Genetics and Molecular Research. – 2015. – V. 14 (1). – P. 1250-1259.
- [3] Zhou Z., Chen Q., Zuo D., Wang H., Hua Y., Cai Z. ABCB1 (rs1128503) polymorphism and response to chemotherapy in patients with malignant tumors-evidences from a meta-analysis // Int. J. Clin. Exp. Med. – 2015. – V. 15. – P. 265-272.
- [4] Sheng X, Zhang L., Tong N., Luo D., Wang M., Xu M., Zhang Z. MDR1 C3435T polymorphism and cancer risk: a meta-analysis based on 39 case-control studies // Mol. Biol. Rep. – 2012. – V. - 39(7) – P. 7237-7249.
- [5] Wang Z., Wang T., Bian J. Association between MDR1 C3435T polymorphism and risk of breast cancer // Gene. – 2013. – V. 532(1). – P.94-99.
- [6] Wu H., Kang H., Liu Y., Tong W., Liu D. et al. Roles of ABCB1 gene polymorphisms and haplotype in susceptibility to breast carcinoma risk and clinical outcomes // J. Cancer Res. Clin. Oncol. – 2012. – V. 138(9). – P. 1449-1462.

#### REFERENCES

- [1] Ieiri I., Takane H., Otsubo K. The MDR1 (ABCB1) gene polymorphism and its clinical implications // Clin Pharmacokinet. – 2004. – V. 43(9). – P. 553-576.
- [2] S.A.Gutierrez-Rubio, A.Quintero-Ramos, A.Durán-Cárdenas, R.A.Franco-Topete, J.M.Castro-Cervantes et al. 1236 C/T and 3435 C/T polymorphisms of the ABCB1 gene in Mexican breast cancer patients. Genetics and Molecular Research. **2015**. V. 14 (1). P. 1250-1259.
- [3] Zhou Z., Chen Q., Zuo D., Wang H., Hua Y., Cai Z. ABCB1 (rs1128503) polymorphism and response to chemotherapy in patients with malignant tumors-evidences from a meta-analysis. Int. J. Clin. Exp. Med. **2015**. V. 15. P. 265-272.
- [4] Sheng X, Zhang L., Tong N., Luo D., Wang M., Xu M., Zhang Z. MDR1 C3435T polymorphism and cancer risk: a meta-analysis based on 39 case-control studies. Mol. Biol. Rep. **2012**. V. 39(7). P. 7237-7249.
- [5] Wang Z., Wang T., Bian J. Association between MDR1 C3435T polymorphism and risk of breast cancer. Gene. **2013**. V. 532(1). P.94-99.
- [6] Wu H., Kang H., Liu Y., Tong W., Liu D. et al. Roles of ABCB1 gene polymorphisms and haplotype in susceptibility to breast carcinoma risk and clinical outcomes. J. Cancer Res. Clin. Oncol. **2012**. V. 138(9). P. 1449-1462.

#### ҚАЗАҚСТАН ПОПУЛЯЦИЯСЫНДАҒЫ ЭТНИКАЛЫҚ ТОПТАРДАҒЫ СҮТ БЕЗІ ІСІГІ ДИАГНОЗЫМЕН ПАЦИЕНТТЕР АРАСЫНДА КӨП ДӘРІГЕ ТҰРАҚТЫЛЫҚ (*MDR1*) ГЕНІНІҢ rs1128503 И rs1045642 ВАРИАБЕЛЬДІ ПОЛИМОРФТЫ ЛОКУСТАРЫ

В.Г. Нигматова, И.А. Литус, Д.Д. Мукушкина, Т.Н. Мирошник, А.К. Хансеитова, Н.А. Омарбаева,  
Ш.Ж. Талаева, Т.С. Балмуханов, Н.А. Айтхожина

РМК ҚР БҒМ ҒК «М.Ә. Айтхожин атындағы Молекулярлық биология және биохимия институты», Алматы қ., 050012

**Түйін сөздер:** сүт безі ісігі, *MDR1* гені, популяция, полиморфизмдер.

**Аннотация.** Қазақстан Республикасының негізгі екі этникалық (қазақ және орыс) топтарында сүт безі ісігінің (СБІ) даму қауіпімен *MDR1* генінің rs1128503, rs1045642 полиморфты локустары арасында ассоциацияларына іздеу жүргізілді. «Жағдай-бақылау» әдісімен зерттелінген барлық локустарда генотиптердің және аллельдердің таралу жиілігінде нақты айырмашылықтар анықталмады. Зерттелінген барлық топтардағы генотиптер жиілігінің таралуы Харди-Вайнберг теңдеуіне сәйкес. *MDR1* генінің rs1045642 полиморфты нұсқасында аллельдердің ( $\chi^2=18.18$ ;  $p=0.00002$ ) және генотиптердің ( $\chi^2=18.00$ ;  $p=0.0001$ ) таралу жиілігі бойынша этноаралық айырмашылықтар анықталды. rs1128503 нұсқасы үшін этноаралық айырмашылықтар анықталмады.

Поступила 16.05.2016 г.

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

Volume 3, Number 307 (2016), 123 – 133

## SOME MATERIALS ON THE FINANCIAL SYSTEM OF THE KAZAKH KHANATE

N.A. Atygaev

Ch.Ch. Valikhanov Institute of History and Ethnology, Almaty, Kazakhstan,  
Candidate of Historical Sciences, Associate Professor, Deputy Director for Science  
nuratygaev@mail.ru

**Keywords:** Kazakh Khanate, finances, taxes, yassak, numismatics, money, coins, tenge tiyn, cities.

**Abstract.** This article considers some materials on the financial system of the Kazakh Khanate (based on the materials of the Kazakh folklore, information of medieval Muslim historians, published Russian documents and relevant research literature). At the end of the article the author makes the following conclusion: in the historical sources of different nature there are materials witnessing about the taxes and various tributes collected by the Kazakh Khanate's rulers from the subject population (some part of these taxes and tributes were of monetary nature), as well as about the usage of money in the Khanate as means of payment. The proof of the monetary policy of the Kazakh Khans is the coins of Tauekel-Khan and Tursun-Mukhamed-Khan. Thus, we can talk about the presence of some elements of financial system, an essential attribute of the state, in the Kazakh Khanate. However, the author deems that this issue requires further research involving new historical sources and the critical analysis of known materials.

УДК 94 (574).02/.08

## НЕКОТОРЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ФИНАНСОВОЙ СИСТЕМЕ КАЗАХСКОГО ХАНСТВА

Н.А. Атыгаев

Заместитель директора Института истории и этнологии им. Ч.Ч. Валиханова, к.и.н., доцент.

**Ключевые слова:** Казахское ханство, финансы, налоги, ясак, нумизматика, деньги, монета, тенге, тиын, города.

**Аннотация.** В данной статье на основе материалов казахского фольклора, сведений средневековых восточных мусульманских историков, опубликованных русских архивных документов и соответствующей исследовательской литературы рассматриваются некоторые материалы по финансовой системе Казахского ханства. В заключении работы автор приходит к следующему выводу: в исторических источниках различного характера имеются материалы о сборе правителями Казахского ханства с подвластного населения налогов и различной подати, часть которых носила денежный характер, а также об использовании в ханстве денег как средства платежа. Доказательством монетарной политики казахских ханов являются выявленные исследователями монеты Тауекель-хана и Турсун-Мухаммед-хана. Тем самым можно говорить о наличии в Казахском ханстве некоторых элементов финансовой системы, важнейшего атрибута государства. Вместе с тем автор считает, что данная проблема требует дальнейших исследований с привлечением новых исторических источников и критическим анализом известных материалов.

Финансовая система Казахского ханства остается одной из слабоизученных проблем его истории. Вместе с тем, ее изучение очень важно как для оценки уровня политической организации Казахского ханства, так и для исследования эволюции государственности Казахстана. Финансовая система является одной из структур государства по управлению обществом и поэтому специалисты вполне обоснованно выделяют ее в качестве важнейшего атрибута государства.

В настоящей работе мы хотим остановиться на некоторых материалах по финансовой системе Казахского ханства, выявленных нами в исторических источниках и специальных исследованиях.

Прежде всего, считаем необходимым обратить внимание на важное экономическое и военно-политическое значение городов и оседло-земледельческих поселений для Казахского ханства. Особую роль в его истории сыграли города присырдарьинского региона (Туркестана). Туркестан, согласно сведениям хорошо информированного историка начала XVI в. Фазлаллаха б. Рузбихана Исфакхани, состоял из 30 крепостей-городов □, расположенных вдоль берега реки Сырдарья (в тексте Сейхун) [1, с. 73]. Наиболее крупными из них были города Сыгнак, Йасы (позднее город стал называться Туркестаном), Сузак, Сауран, Отпар и др.

Городам Туркестана и их роли в истории Казахского ханства посвящены работы К.А. Пищулиной и М. Кожы [2, с. 5-49; 3, с. 621-642], что позволяет нам не рассматривать специально данную проблему. Для нас важно, что с 70-80-х гг. XV в. некоторые из этих городов находились в составе казахского государства [4, с. 111-123]. Следует отметить также, что ранее, в XIV - начале XV в., эти города были под властью предков казахских правителей – Урус-хана и Барак-хана [5, с. 199, 245]. Помимо городов Туркестана временами в состав Казахского ханства входили города-крепости и в других регионах Восточного Дашт-и Кыпчака и Жетысу. В начале XVI в., как следует из сведений «Тарих-и Рашиди» Мирзы Мухаммед Хайдара Дуглата (дулата), в то время когда Бурундук-хан правил в Сарайчике (Западный Казахстан), ставка Касым-хана находилась в Аспаре (Жетысу, остатки древнего городища Аспара находятся на территории Меркенского района Жамбылской области) [6, с. 324]. О сооружении в 30-х годах XVI в. в Жетысу крепости Джатан (Чатан, Хатан, Чаин) казахским ханом Тахиром сообщается в «Бадаи ал-вакаи» Зайн ад-Дина Васифи [7, ص. 1316]. Археологические и палеоэтнологические исследования показали, что в этот период на территории Жетысу существовали оседло-земледельческие поселения [8, с. 85, 94-96; 9, 46 б.; 10, 26 б.; 11, с. 48]. Поэтому неудивительно, что в труде «Михман-наме-йи Бухара» Фазлаллаха б. Рузбихана Исфакхани говорится об узбекских и казахских городах □ □ [1, с. 75].

На рубеже XVI-XVII вв. в состав Казахского ханства вошла территория не только всего Туркестана, но также город Ташкент с округами и город Фергана (временно) [13, с. 93]. По большей части эти города оставались в их власти на протяжении почти полутора столетий, в XVII – XVIII в. являлись местом пребывания казахских ханов и политическими центрами ханства [14, с. 91].

В позднесредневековых исторических источниках сохранились сведения о том, что правители Казахского ханства взимали налоги с подвластного населения городов, поселений, а также с кочевников-скотоводов. Так, например, историкам хорошо известно сообщение автора персоязычного сочинения «Имамкули-хан-наме» Сухайла о том, что правитель Казахского ханства первой половины XVII в. Турсун-Мухаммед-хан собирал с населения «бадж и харадж», т.е. налоги [15, с. 315].

В 1902 г. В.В. Бартольдом были обнаружены несколько грамот, созданных в присырдарьинском регионе (Туркестане) в XV-XVI вв. Три из них относятся, как отметил В.П. Юдин, к периоду «когда на сырдарьинские города, в том числе и на Сыгнак, распространялась власть казахских ханов» [15, с. 314]. «Сыгнак в эту эпоху находился, по всей вероятности, в руках казацких ханов, история которых нам мало известна», – писал до него В.В. Бартольд [16, с. 200].

В этих документах содержится ряд терминов, обозначающих различные налоги, подати и повинности: «харадж» – поземельная подать, «харджи»-«хараджат» – налоги, сборы, «алык ва салык» – налоги, подати, «мал-джихад» – деньги на войну за веру (по В.В. Бартольду) или «малваджихат – поземельная подать (по В.П. Юдину), зякет – подать с торговли и недвижимого имущества, «тагар» – сбор для снабжения войск продовольствием [17, с. 532-533].

В середине XVIII в. П.И. Рычковым со слов башкирского старшины К. Мулакаева было записано предание, которое некоторые исследователи связывают с будущим казахским ханом Хакк-Назаром. В нем говорится, что Акиазар-султан «... учинившись ханом в великое усиление

пришел, и владел не только одними теми нагайцами и Башкирией; но сверх того Казанское, Сибирское и Астраханское царства, Бухарию, Хиву, Ташкент и другие многие города под власть свою покорил, и дань с них собирал ...» [18, с. 69]. Здесь, несомненно, явное преувеличение могущества Хакк-Назар-хана, однако очевидно, что с подвластного населения он вполне мог взимать дань.

В архивных русских документах имеются данные о сборе казахским ханом Тауке с подвластного населения такого вида налога (дани) как ясак (йасак). В 1691 г. джунгарские посланцы говорили иркутскому воеводе Л. Кислянскому: «От Ямышева де озера да Ясу города живут кочевые иноземцы, называют де их харахалбаки, а ясаку де не платят никому, живут в захребетье, а сказывают они, будто платят ясак казачью владельцу Тюукэ хану» [19, с. 398].

В этом документе также сообщается, что жители Ташкента, который, согласно утверждению самих джунгарских посланцев, входил ранее в состав Казахского ханства, попав в зависимость от джунгар стали платить им ясак: «...Ташкент остался в целости для того, что де учинились они, того городка люди, Бушухту хану их в подданстве и дали с себя ясак» [19, с. 397].

Русский дипломат А.И. Тевкелев, ссылаясь на сообщение батыра Букенбая от в 1731 г., писал: «У них, киргис-кайсаков, прежде были города, а имянно: Ташкент, Тюркустан, Сейрам с принадлежащими ко оным городками и деревнями, и оными владели киргис-кайсацкие ханы и старшина. В тех городех живут сарты, то есть посацкие мужики, с которых брали они дань» [20, с. 62]. В 1735 г. житель Ташкента Нурмухаммед Алимов, посланный к русским чиновникам, говорил им: «Ханы кайсацкие и их ближние люди, кто котором городом пожалованы, ясак берут с сартов, живущих в городах и уездах, деньгами и товарами, ... токмо в уезде от хлеба пятую, а инде и десятую долю и скот – коров и овец» [21, с. 29]. Кроме того он, перечислив несколько городов (Чалек, Хандолек, Сайрам и др.), сообщал: «И с тех, со всех городов, Жолбарыс хан (казахский хан – авт.) берет ясак...» [7, с. 28].

В связи с этим исследователи указывали, что на рубеже XVII-XVIII вв. «Жители таких городов как Ташкент, Сыгнак. Сайрам, Сузак, Аккурган, Отрар, Карнак, Икан, Сауран и др. платили в пользу казахских правителей ежегодную подать деньгами и товарами, а с сельского земледельческого населения взимался ясачный сбор с наличного поголовья коров и овец и хлебная пошлина в размере 1/5, либо 1/10 собранного урожая» [22, с. 97]. Б.А. Ахмедов пишет о том, что в Ханстве Абу-л-Хайра с оседлого населения взималась десятина (иначе ушр, или одна десятая) [23, с. 95]. Вероятно, в Казахском ханстве такой налог также назывался ушур (ушр). В Ханстве Абу-л-Хайра в военное время собирался также продовольственный налог «ашлиг» [23, с. 95], и вполне возможно он взимался и казахскими ханами.

Исследуя монетное дело городов Южного Казахстана, известный и фактически единственный отечественный специалист по нумизматике Р.З. Бурнашева приходит к следующему заключению: «Исходя из данных местных кладов, где наряду с основным номиналом встречаются и его кратные, мы считаем, что в крупных городских центрах Южного Казахстана существовали налоги, носившие денежный характер. Это положение касается города и его сельской округи, взаимно связанных тесными торговыми и хозяйственными отношениями. У кочевого населения юга Казахстана налоги носили натуральный характер» [24, с. 171].

Налогообложение кочевников скотоводов в пользу правящей элиты Казахского ханства было утверждено законодательно. Одна из статей казахского свода законов «Жеты Жаргы» гласила: «Чтобы всякий, могущий носить оружие, кроме султанов, платил хану и правителям народным в подать 20-ю часть своего имущества, ежегодно» [25, с. 482]. Вероятно, данное положение было заимствованно из предыдущих законодательных актов казахских ханов Касыма и Есима, известных как «Ясный путь Касым-хана» («Қасым ханның қасқа жолы») и «Древний путь Есим-хана» («Есім ханның ескі жолы»).

В Ханстве Абу-л-Хайра, по мнению Б.А. Ахмедова, основанного на материалах более позднего времени, такой налог со скота «именовался «сава' им закат» (закат с пасущихся [стад], ар.-тюрк.), его платили в размере 1/40 или 2.5 процента, общего числа скота» [23, с. 95]. Как видим, в разные периоды истории размеры подати с кочевников-скотоводов были различны.

Конкретные механизмы взимания налогов требует специального исследования. К сожалению, относительно этого сейчас у нас очень мало материалов. У вышеназванного Нурмухаммеда

Алимова имеется следующее сообщение: «А к тем сборам определяют кайсаки своих сборщиков, а ташкентский магистрат, также и туркестанский дают от себя во все города старшин, чтоб при них собирали и никаких обид не делали, однако же кайсаки многих побивают до смерти, но на то несмотря, права своего не теряют, новых выбирая, посылают...» [21, с. 29]. Как известно, в Золотой Орде, Крымском ханстве, Ханстве Абу-л-Хайра сбор налогов входил в функции баскаков и даруги [26, с. 93; 23, с. 94]. Возможно, в Казахском ханстве также были специальные сборщики налогов.

Собственная денежная единица является важнейшей составляющей финансовой системы государства. Чеканка монет в мусульманских государствах была одним из внешних атрибутов государственной власти, символом политической власти.

Вопрос о денежном обращении в Казахском ханстве привлекал, в основном, внимание археологов и нумизматов, однако исследований в этом направлении крайне мало.

Прежде всего, при исследовании истории Казахского ханства и оценки различных аспектов его существования следует учитывать его преемственную связь с политическими объединениями более раннего периода и, прежде всего, джучидской государственностью. В связи с этим, важно отметить, что выпускали свои монеты предки казахских ханов – Урус-хан и Барак-хан [5, с. 170, 210-214; 27, с. 87-89; 28]. Поэтому чеканка казахскими ханами своих монет и использование их в качестве средства платежа не должны восприниматься как нечто сверхестественное.

Кроме этого нужно учитывать, что хозяйство основной части населения Казахского ханства было основано на кочевом скотоводстве, которое требовало постоянного торгового обмена с носителями оседло-земледельческого типа хозяйства. У кочевников всегда существовала потребность в торговле, сбыте продуктов скотоводческого хозяйства и получении необходимых предметов, товаров земледельческого и ремесленного производства [29, с. 108]. Торговля осуществлялась как посредством натурального обмена, так и посредством денег.

До недавнего времени единственным свидетельством монетарной политики казахских ханов было сообщение аштарханидского историка-поэта Сухайла, на которое обратил свое внимание В.П. Юдин еще в 1969 г. В своем сочинении «Имамкули-хан-наме» Сухайла писал, что казахский правитель Турсун-Мухаммед-хан в начале XVII в. чеканил от своего имени монеты в Ташкенте, который тогда находился в составе Казахского ханства [15, с. 315].

Вместе с тем в исторических источниках различного характера имеются и другие сведения относительно денежного обращения в Казахском ханстве. Прежде всего следует обратить внимание на материалы казахского фольклора, в которых встречаются многочисленные упоминания о деньгах и использовании их в качестве эквивалента стоимости товара. В них фигурируют разные названия денег: тенге, тьын, тилля (дилда), сом, пул, алтын □ □ □. Деньги таких номиналов имели хождение в Средней Азии в период позднего средневековья и в Новое время (См.: [30; 31]).

Так, например, в историческом эпосе «Есім хан» (Есим-хан) □ □ □ □ □ □ говорится:

«Патшаның бағы тайса, соры қайнап,  
Тьынға жарамайды алтын тағы» [32, 298 б.].  
«Если счастье изменить царю,  
Тьын (грош, копейка) цена его золотому трону».  
(Здесь и далее подстрочный перевод автора).

В другом посвященном этому же правителю Казахского ханства историческом эпосе «Еңсегей бойлы ер Есім» встречаются такие строки:

«Тіллага тартып аламын...» [32, 127 б.].  
«За тилля отниму».  
«Теңгені дәлдеп ...» [32, 137 б.].  
«Целясь в тенге».  
«Үстіне тіллә дабыл тастаушы еді...  
Тіллә дабыл үстіне» [32, 212 б.].  
«Тилля кидал на барабан...  
Тилля на барабан».  
«Пәлен алтын, тілләдан сатар еді...» [32, 230 б.].  
«Продад бы за алтын, тилля».  
«Тіллә дабыл төңкеріп...» [32, 231 б.].

«Тилля на барабан перевернув...».  
 «Тиын пара жеместен...» [32, 287 б.]  
 «Не брал тиын, взятки...».

В историческом эпосе «**Абылай хан... Ақ атан**» говорится:

«*Батырлармен ордада*  
*Ақыл қосып Абылай.*  
*Шалга берді мың ділдә...*» [33, 359 б.]  
 «*Посоветавшись с батырами в ставке,*  
*Абылай дал старику тысячу дилда...*».

В другом историческом эпосе «Төле бидің тарихы» (История Толе-бия) встречаются многочисленные упоминания разных денег:

«*Тиын-пара жемеді...*» [33, 12 б.]  
 «Не брал тиын-взятки...».  
 «*Теңге түссе қолына,*  
*Баллардың бәрі соңында...*» [33, 24 б.]  
 «Если в руки попадется *тенге,*  
 Дети бегут вслед...».  
 «Дәуірге саудаласты аздап *пұлы.*  
 Ол сарттың ашуы кеп лақтырды,  
*Теңге деп бердің бе деп маған мұны...*» [33, 79 б.]  
 «С немногими *пулами* торговался,  
 Тот сарт со злости швырнул,  
 «Это мне даешь, за *тенге* это принимаешь».  
 «Сатып түйіп *теңгесін...*» [33, 89 б.]  
 «Продав, завязал *тенге...*».  
 «... Он *тілләні* санады...  
*Теңгесін* алып болады» [33, 89 б.]  
 «Десять *тилля* посчитал...  
 Взял свое *тенге*».  
 «Он *ділләсін* береді...  
*Теңгесін* айтты алып боп» [33, 90 б.]  
 «Десять *тилля* дает...  
 Взял свое *тенге...*».

Согласно этому эпосу правитель Ташкента конца XVIII в. Юнус-ходжа, бывший в юности личным секретарем и соратником Толе бия и со временем ставший независимым правителем, чеканил монету номиналом 5 тенге, центр которого был пустотелым («... сомдаған бес теңгелік Жүніс қожа шығарыпты. Ортасы тесік ...») [33, 137 б.].

В историческом эпосе «Мырқы батыр» имеются следующие строки:

«Дүниеңмен бес *тындық* жұмысы жоқ...» [34, 215 б.]  
 «Нет дела и в пять тиын до твоего имущества...».

В другом историческом эпосе «Бердіқожа батыр» говорится:

«Екі сырғаң, шырағым, үш жүз *ділда,*  
 Білезіктің екеуі – бір мың ділда...  
 Мінеки, екі мың *сом* алтын алқа» [35, 306 б.]  
 «Мой светоч, две твои серьги триста дилда (тилля),  
 Пара браслетов – тысяча дилда (тилля)...  
 Вот золотое ожерелье в две тысячи *сом*».

В историческом эпосе «Арқалық батыр» (вариант Е. Кулсариева) встречаем следующие строки:

«Білмейсің ер қадірін екі *тиын...*  
 Өлігі кемпір-шалдың екі *тиын,*  
 Тірліктен екі *тиын* үмітім жоқ...» [36, 388, 389, 401 бб.]  
 «Два тиына не знаешь цену молодца...»

Два тыина трупы старика и старухи...

Два тыина нет у меня надежды на жизнь...».

В историческом эпосе «Жанқожа батырдың толғауы» (вариант Мусабай-жырау) встречаем следующие:

«Қызбады арба толған *тілләсына*» [37, 12 б.].

«Не заинтересовала телега толная *тилля...*».

В героическом эпосе «Қозы Көрпеш – Баян сұлу» (вариант М. Нукина) говорится:

«Қыз берген күміс *теңге...*» [38, 279 б.].

«Данная девушкой серебряная *тенге...*».

М. Тынышпаев приводит «Предание о казакском хане Тауке и батыре его Алдыяре», в котором говорится, что один казахский батыр за золотые монеты помог бежать каракалпакскому хану [39, с. 221].

Многочислены упоминания денег в казахских пословицах и поговорках. Они являются важнейшим, однако еще слабооценным историческим источником, ведь в них отражается история и мировоззрение создавшего их народа. У казахов, например, встречаются нижеследующие пословицы и поговорки:

«Пайдасыз мың *теңгеден*,  
Пайдалы бір *теңге* артық» [40, 56 б.].

«Полезная одна *тенге* лучше  
бесполезной тысячи *тенге*».

«Батырдың сөзі мың *теңгелік*» [40, 246 б.].

«Слова батыра стоят тысячу тенге».

«*Теңге – тиыннан*,  
Ынтымақ – ұйымнан» [40, 337 б.].

«*Тенге от тиына*,  
Согласие от организации».

В письменных исторических источниках наиболее раннее свидетельство о знакомстве казахских правителей с деньгами встречается в персоязычном сочинении «Алам-ара-йи шах Исмаил». В нем сообщается о заключенном договоре между казахским правителем первой половины XVI в. Касым-ханом и узбекским правителем Мухаммедом Шейбани. Согласно договору Шибанид обещал Касым-хану, что взамен его военной помощи будет чеканить монету на его имя □ □ □ □ □□ [41, с. 76] (سکه شمایا به نام او باشد) [42, с. 286].

Помимо этого, в русских архивных документах также содержится ряд сведений о денежном обращении в городах Казахского ханства.

Например, в 1693 г. тобольский служилый татарин Теуш-мерген, побывавший в Казахском ханстве в составе посольства Андрея Неприпасова, сообщал: «А до посольства (аудиенции у Тауке-хана – авт.) де корму Андрею не давано, а после посольства давано ему, Андерю, корму 4-м человекам по грошу в день...» [19, с. 404]. Далее он указывает, что в Туркестане «... на базаре продают пансыри добрые рублев по 12 и по 13, а пищали против тобольской цены» [19, с. 405].

В 1696 г. русский посол В. Кобяков, рассказывая о своем пребывании у Тауке-хана, сообщал: «... И они де ему, Тевки хану, били челом о корму. И Тевки хан приказал им давать четверем человеком по осми копеек на день» [5, с. 426].

По утверждению послов Русского государства, побывавших в 1697 г. в Казахском ханстве, «продают в городах вьюк прутнику мелочи полтину» [19, с. 383].

Вышеупомянутый Нурмухаммед Алимов свидетельствовал: «В Ташкенте деньги изстари одни ходят, подобно здешним пятикопеечникам, только потоне, в них половине меди, а другая – серебра, кованы при прежних ханах, под именами их, а как военныя времена с калмыками зачались, с того времени деньгу куют, да и нужды в них им мало, что меняют товар на товар. Золотой монеты у них не бывало» [21, с. 27]. Нужно учесть, что данное его заявление относится уже к XVIII в., т.е. ко времени заката здесь традиции государственности.

В своем путевом журнале поручик Пензенского гарнизонного пехотного полка Карл Миллер, ездивший в 1738 г. в Ташкент, пишет: «... Хожинберди и Каза (из рода алтай из казахского

Среднего жуза – авт.) с протчимы, говорили, что они за платеж, по две кожи красных с верблюда, провозать не хотят, а просили, чтоб дать им каждого человека по тысяче тенков ташкентских (рускими деньгами учинить – около пятидесяти рублей или более)» [21, с. 33]. Он пишет далее: «Каза и Хоженберди сказали Койгелдею, ежели ж вы нам дадите сверх раздеду то, что рядили с купцами, а именно десят тысяч тенков ташкентских ..., то-де мы готовы (разграбить караван – авт.)» [21, с. 33]. Учитывая, что в эти годы Ташкентом владел казахский хан Жолбарыс [43, с. 111] можно говорить об этих тенгах (тенках) как о казахских деньгах.

Археологические открытия подтвердили достоверность сообщения Сухайла о чеканке в Ташкенте казахским ханом Турсун-Мухаммедом своих монет. Сегодня нумизматам известно о существовании нескольких монет (таньга, тенге) с надписью на лицевой стороне «Турсун-Мухаммад-бахадур-хан» [44], хранящихся в различных музейных фондах и в частных коллекциях. Так в отделе нумизматики Государственного Эрмитажа РФ в разделе «Ханы Ташкентские» имеются две недатированные медные монеты, отчеканенные при Турсун-Мухаммед-хане с его именем [24, с. 154]. Часть его монет хранится в фондах Узбекистана [44]. Можно предположить, что и другие казахские ханы чеканили свои монеты, которые могут быть выявлены в будущем. Так, например, в обнаруженном в 1986 г. в Отраре кладе монет имеются 3 медные монеты, которые, по мнению Р.З. Бурнашевой, были отчеканены в Ташкенте казахским ханом Тауекелем (Таваккуль). Несмотря на их плохую сохранность, она читает надпись на их лицевой стороне – «Таваккуль-Али-Аллахи». Предполагается, что монеты были выпущены Тауекел-ханом в конце XVI в., когда он установил свою власть в ряде городов Средней Азии, в том числе и Ташкенте. Р.З. Бурнашева считает, что часть известных нумизматам монет Саурана конца XVI в. также может принадлежать этому хану. Исследователь отмечает, что чеканка монет была своего рода политическим актом, заявлявшим о принадлежности города казахам [24, с. 46, 153].

Специалистами установлено, что кроме Ташкента в XV-XVI в. монетные дворы функционировали в Туркестане (Ясы), Сайраме, Саурани, Сыгнаке и Дженте [24, с. 171].

В ходе археологических работ и случайных находок на территории Южного Казахстана и в Ташкентской области обнаружены многочисленные анэпиграфные монеты. Они выпускались в XVII-XVIII вв. без легенды с различными изображениями родовых тамг, животных и птиц. Р.З. Бурнашева считает их местной продукцией, «продукцией Туркестана и Ташкента XVII в.». По ее мнению, выявленные в кладах Туркестана, Отрара, Саурана медные монеты с изображением хищника были отчеканены по приказу Есим-хана, в самом конце XVI в., после того как он сделал Ясы своей столицей и переименовал его в Туркестан [24, с. 47, 172-173]. А.И. Исин также считает, что некоторые обнаруженные анэпиграфные монеты выпускались казахскими ханами [45, 43 б.]. Безымянный чекан городов был предназначен только для обеспечения рыночной торговли [17, с. 506].

Интересно указание Р.З. Бурнашевой о том, что в последней четверти XVII в. в денежном обращении Присырдарьинских городов наблюдается появление русских копеек, выпущенных царем Алексеем Михайловичем в период с 1655 г. по 1663 г. Она же отмечает, что наряду с медными монетами, выпущенными в Туркестане и Ташкенте, в обращении находились серебряные тамги Аштарханидов (Джанидов). Аштарханидские тамги обнаружены на раскопках ряда городов Южного Казахстана. Отмечается также чеканка мелких медных монет – пулов, часть которых имела знаки, схожие с тамгами казахских родов [24, с. 171].

Здесь следует отметить, что в позднесредневековых городах Туркестана помимо сартов жили и казахи, которые также были втянуты в товарно-денежные отношения. Казахи упоминаются среди жителей города в Сыгнакской грамоте 1634 г. [15, с. 314] В 1697 г. Андрей Нарышкин, основываясь на отчетах Ф. Скибина и других лиц, сообщал Петру I о том, что в городах Туркестана «... живут бухарцы, а казаков мало» [19, с. 383]. В 1693 г. тобольский служилый татарин Теуш-мерген, побывавший в Казахском ханстве в составе посольства Андрея Неприпасова, говорил: «Да казаков живет в том городе с Тевки ханом (Тауке-ханом – авт.) мужеска полу и женска человек с 1000» [19, с. 405]. В 1740 г. Нияз-батыр, глава рода аргын, назван «житель туркестанской» [20, с. 164]. Одним из показателей проживания казахов в городах, по мнению академика К.М. Байпакова и некоторых его коллег, является наличие знаков-тамги казахских племен на керамике позднесредневековых городов Туркестана [46, с. 360].

Таким образом, в исторических источниках различного характера имеются материалы о сборе правителями Казахского ханства с подвластного населения налогов и различной подати, часть которых носила денежный характер, а также об использовании в ханстве денег как средства платежа. Доказательством монетарной политики казахских ханов являются выявленные исследователями монеты Тауекель-хана и Турсун-Мухаммед-хана. Тем самым можно говорить о наличии в Казахском ханстве некоторых элементов финансовой системы, важнейшего атрибута государства. Вместе с тем считаем, что данная проблема требует дальнейших исследований с привлечением новых исторических источников и критическим анализом известных материалов.

P.S.

Считаем, что правительство Казахстана должно предпринять меры для возврата в страну монет Турсун-Мухаммед-хана как исторического достояния республики и казахского народа.

## ПРИМЕЧАНИЯ

- Археологические раскопки выявили большее количество городов.
- □ В обоих списках (ташкентском и стамбульском) сочинения говорится о походе Мухаммеде Шейбани-хана на узбекские и казахские города (بلاد اوزبک و قزاق) [1, с. 93; 12, ص. 88], однако из контекста ясно, что автор имел ввиду города узбек-казахов. Поэтому должно быть: بلاد اوزبک قزاق
- □ □ Интересно, что нам не встретилось в казахском фольклоре упоминание динара, самой распространенной в позднесредневековой Средней Азии мелкой медной монеты.
- □ □ □ Выражаю большую благодарность сотруднику Института литературы и искусствоведения им. М.О. Ауэзова КН МОН РК Е. Нуржума за оказанную помощь при работе с многотомным изданием «Бабалар сөзі».
- □ □ □ □ Известны две денежные реформы Мухаммеда Шейбани-хана. Впервые серебряные монеты с (танга) с его именем были отчеканены в 907 г.х. /1501-02 г. в Самарканде. Вторая реформа им была проведена после захвата Герата в 912 г.х./1507-1508 г. Новые серебряные монеты (танга-тангача) с именем и титулатурой Мухаммеда Шейбани-хана заменили тимуридские танга [30, с. 199, 223].

## Приложение

Монеты правителя Казахского ханства Турсун-Мухаммед-хана (танга), чеканенные в Ташкенте. // <http://www.zeno.ru/showphoto.php?photo=33135>



## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Фазлаллах ибн Рузбихан Исфাহани. Михман-наме-йи Бухара (Записки Бухарского гостя). Перевод, предисловие и примечания Р.П. Джалиловой. Под редакцией А.К. Арендса. – Москва: Издательство «Наука», 1976. – 186+338 с.
- [2] Пищулина К. А. Присырдарьинские города и их значение в истории казахских ханств в XV–XVII веках // Казахстан в XV–XVIII веках (Вопросы социально-политической истории). – Алма-Ата: «Наука», 1969. – 203 с. с илл. – С. 5-49.
- [3] Кожа М.Б. Города и аграрные селения казахских ханств. Последняя четверть XVII–XVIII вв. / Эпистолярное наследие казахской правящей элиты 1675-1821 годов. Сборник исторических документов в 2-х томах / Автор проекта, введения, биографий ханов, научных комментариев, составитель и ответственный редактор И.В. Ерофеева. – Алматы: «АБДИ-Компани», 2014. – 696 с. + вкл. 44 с. – Т. 1. Письма казахских правителей. 1675–1780 гг. – С. 621-642

- [4] Пищулина К. А. Казахское ханство во взаимоотношениях с Могулистаном и Шайбанидами в последней трети XV века // Казахстан в эпоху феодализма (проблемы этнополитической истории). – Алма-Ата, Наука, 1981. – 192 с. – С. 96-123.
- [5] К. Ускенбай. Восточный Дашт-и Кыпчак в XIII – начале XV века. Проблемы этнополитической истории Улуса Джучи / Ред. И.М. Миргалеев. – Казань: Изд-во «Фэн» АН РТ, 2013. – 288 с.
- [6] Мухаммед Хайдар Дулати. «Тарих-и Рашиди». Перевод с персидского языка А. Урунбаева, Р.П. Джалиловой, Л.М. Епифановой, 2-е издание дополненное. А., 1999. – 656 с.
- [7] Зайн ад-Дин Васифи. Бадаи ал-вакаи. Критический текст, введение и указатели А.Н. Болдырева. Т. II. – Москва, 1961. – С. 683-1377.
- [8] Ерзакович Л.Б. О позднесредневековом городище Аспара // Новое в археологии Казахстана. – Алма-Ата, 1968. – С. 85-97.
- [9] С. Жолдасбайұлы. Жетісу тарихы. (XVI-XVIII ғғ.). (Тарихи және палеоэтнологиялық зерттеу). – Алматы, 1996. – 300 б.
- [10] Жолдасбаев С. Жетісу аймағындағы елді-мекендер мен тұрақ жайлардың даму тарихы және олардың экономикалық тиімділігі (XVI-XVIII ғғ.): Автореф. дисс.... д.и.н. – Алматы, 1997. – 48 б.
- [11] Байпаков К.М. Города Южного Казахстана и Семиречья в XIII-XVI вв. в сочинении Мирзы Мухаммед Хайдара «Тарих-и Рашиди» // Материалы Международной научно-теоретической конференции, посвященной известному ученому-историку Мухаммед Хайдар Дулати (1499–1551). – Тараз, 1997. – С. 40-50.
- [12] ی بخارا (تاریخ پادشاهی محمد شیبانی). تالیف فضل الله بن روزبهان خنجی. با اهتمام دکتر منوچهر ستوده. چاپ دوم. تهران 2535 شاهشاهی ناممههمان 402. 1976/ص.
- [13] Абусейтова М.Х. Казахское ханство во второй половине XVI в. – Алма-Ата: Наука, 1985. – 104 с.
- [14] Султанов Т. И. Кочевые племена Приаралья в XV-XVII вв. (вопросы этнической и социальной истории). – Москва, 1982. – 134 с.
- [15] Материалы по истории Казахских ханств XV-XVIII вв. (извлечения из персидских и тюркских сочинений). Составители: С.К. Ибрагимов, Н.Н. Мингулов, К.А. Пищулина, В.П. Юдин. – Алма-Ата: Наука, 1969. – 652 с.
- [16] Бартольд В. В. Отчет о командировке в Туркестан / Бартольд В.В. Сочинения. Т. VIII. – Москва: Восточная литература. Наука, 1973. – 726 с. – С. 119-210.
- [17] История Казахстана (с древнейших времен до наших дней). В пяти томах. Т. 2. – Алматы: «Атамұра», 1997. – 624 с., ил.
- [18] Рычков П.И. История Оренбургская (1730–1750). – Оренбург: Типо-литография Ив. Евфимовскаго-Мировицкаго, 1896 г. – 95 с.
- [19] История Казахстана в русских источниках. Том I. – Алматы: Дайк-Пресс, 2005. – 704 с. + 16 с. вкл.
- [20] Казахско-русские отношения в XVI–XVIII веках (Сборник документов и материалов). – А-Ата: Изд-во АН КазССР, 1961. – 740 с.
- [21] История Казахстана в русских источниках XVI-XX веков. Том VI. – Алматы, Дайк-Пресс», 2007. – 516 с. + 8 с. вкл.
- [22] История Казахстана (с древнейших времен до наших дней). В пяти томах. – Т. 3. – Алматы: «Атамұра», 2010. – 768 с., ил., карты.
- [23] Ахмедов Б.А. Государство кочевых узбеков. – М. Изд-во «Наука», 1965. – 196 с.
- [24] Бурнашева Р.З. Денежное обращение в городах Южного Казахстана в XV-XVIII вв.: (историко-нумизматическое исследование). – Туркестан: Типография Международного казахско-турецкого университета им. А. Ясави, 2006. – 256 с.
- [25] Қазақтың ата заңдары: Құжаттар, деректі және зерттеулер: 10 томдық [Текст] = Древний мир права казахов. Материалы, документы и исследования / Бағдарлама жетекшісі: С.З. Зиманов. – Алматы: Жеті жарғы, 2005. 4-ші том. – 552 б.
- [26] Федоров-Давыдов Г.А. Общественный строй Золотой Орды. – М: МГУ, 1973. –180 с.
- [27] Пачкалов А.В. Нумизматика Сыгнака // Десятая Всеросс. нумизмат. конфр. Тезисы докл. и сооб. – М., 2002.
- [28] Рева Р.Ю. Мухаммад Барак и его время. Обзор нумизматических и летописных сведений / Электронный ресурс <http://www.history-state.kz/ru/kazakh-handyyg-article4.php> (дата обращения 10.02.2016 г.)
- [29] Хазанов А.М. Кочевники и внешний мир. Издание 3-е, дополненное. – Алматы, 2000. – 604 с.
- [30] Давидович Е.А. История денежного обращения средневековой Средней Азии (медные монеты XV - первой четверти XVI в. в Мавераннахре). – М.: Изд-во «Наука», 1983. – 360 с.
- [31] Давидович Е. А. История монетного дела Средней Азии XVII-XVIII вв. (Золотые и серебряные монеты Джанидов). – Душанбе, Изд-во АН Таджикской ССР, 1964. – 318 стр. + вкл.
- [32] Бабалар сөзі: Жүзтомдық. – Астана: «Фолиант», 2009. – Т. 56: Тарихи жырлар. – 408 бет.
- [33] Бабалар сөзі: Жүзтомдық. – Астана: «Фолиант», 2010. – Т. 57: Тарихи жырлар. – 408 бет.
- [34] Бабалар сөзі: Жүзтомдық. – Астана: «Фолиант», 2010. – Т. 59: Тарихи жырлар. – 400 б.
- [35] Бабалар сөзі: Жүзтомдық. – Астана: «Фолиант», 2010. – Т. 60: Тарихи жырлар. – 448 бет.
- [36] Бабалар сөзі: Жүзтомдық. – Астана: «Фолиант», 2010. – Т. 61: Тарихи жырлар. – 448 б.
- [37] Бабалар сөзі: Жүзтомдық. – Астана: «Фолиант», 2010. – Т. 62: Тарихи жырлар. – 376 бет.
- [38] Бабалар сөзі: Жүзтомдық. – Астана: «Фолиант», 2009. – Т. 55: Батырлар жыры. - 330 бет.
- [39] Тынышпаев М. История казахского народа. Составители и авторы предисловия проф. Такенов А.С. и Байғалиев Б. – Алма-Ата, 1993. – 224 с.
- [40] Бабалар сөзі: Жүзтомдық. – Астана: «Фолиант», 2010. – Т. 65: Қазақ мақал-мәтелдері. – 488 бет.

- [41] Атыгаев Н.А., Джандосова З.А. Новый источник по истории Казахстана XVI века: предварительные результаты изучения «Алам-ара-и шах Исмаил» // Отан тарихы-Отечественная история. – 2013. – №2. – С. 73-84
- [42] 1384 – ملاء ىارا ماشد ليعامسا / اب بمقدم و جحصت و قيلعت رغصا رظنته بحاص – بپاچ جود / نرهد - ص. 704
- [43] Ерофеева И.В. Казахские ханы и ханские династии в XVIII – середине XIX вв. // Культура и история Центральной Азии и Казахстана: проблемы и перспективы исследования / Материалы к Летнему Университету по истории и культуре Центральной Азии и Казахстана (4-23 августа 1997 г., г. Алматы). – Алматы: Издание Института философии МН-АН РК, 1997. – 160 с.
- [44] Электронный ресурс <http://www.zeno.ru/showgallery.php?cat=4784> (дата обращения 10.02.2016 г.)
- [45] Исин А. Көне астананың мыс ақшалары // Абай. – 1998. – №2. – 42-45 бб.
- [46] Байпаков К.М. Урбанизация Казахского ханства во второй половине 15-18 в. / Древняя и средневековая урбанизация Казахстана (по материалам исследований Южно-Казахстанской комплексной археологической экспедиции). Книга III. Часть 2. – Алматы, 2014. – 534 с., ил.

## REFERENCES

- [1] Fazlallah ibn Ruzbihan Isfahani. Mihman-name-ji Buhara (Zapiski Buharskogo gostja). Pervod, predislavie i primechanija R.P. Dzhhalilovoj. Pod redakciej A.K. Arenda. – Moskva: Izdatel'stvo «Nauka», 1976. – 186+338 s.
- [2] Pishhulina K. A. Prisyrdar'inskie goroda i ih znachenie v istorii kazahskih hanstv v HV –HVII vekah // Kazahstan v HV-HVIII vekah (Voprosy social'no-politicheskoj istorii). – Alma-Ata: «Nauka», 1969. – 203 s. s ill. – S. 5-49.
- [3] Kozha M.B. Goroda i agrarnye selenija kazahskih hanstv. Poslednjaja chetvert' XVII-XVIII vv. / Jepistoljarnoe nasledie kazahskoj pravjashhej jelity 1675-1821 godov. Sbornik istoricheskikh dokumentov v 2-h tomah / Avtor proekta, vvodenija, biografij hanov, nauchnyh kommentariev, sostavitel' i otvetstvennyj redaktor I.V. Erofeeva. – Almaty: «ABDI-Kompanii», 2014. – 696 s. + vkl. 44 s. – T. 1. Pis'ma kazahskih pravitelej. 1675–1780 gg. – S. 621-642
- [4] Pishhulina K. A. Kazahskoe hanstvo vo vzaimootnoshenijah s Mogulistanom i Shajbanidami v poslednej treti HV veka // Kazahstan v jepohu feodalizma (problemy jetnopoliticheskoj istorii). – Alma-Ata, Nauka, 1981. – 192 s. – S. 96-123.
- [5] K. Uskenbaj. Vostochnyj Dasht-i Kypchak v XIII – nachale XV veka. Problemy jetnopoliticheskoj istorii Ulusa Dzhuchi / Red. I.M. Mirgaleev. – Kazan': Izd-vo «Fjen» AN RT, 2013. – 288 s.
- [6] Muhammed Hajdar Dulati. «Tarih-i Rashidi». Pervod s persidskogo jazyka A. Urumbaeva, R.P. Dzhhalilovoj, L.M. Epifanovoj, 2-e izdanie dopolnennoe. A., 1999. – 656 s.
- [7] Zajn ad-Din Vasifi. Badai al-vakai. Kriticheskij tekst, vvedenie i ukazateli A.N. Boldyreva. T. II. – Moskva, 1961. – S. 683-1377.
- [8] Erzakovich L.B. O pozdnesrednevekovom gorodishhe Aspara // Novoe v arheologii Kazahstana. – Alma-Ata, 1968. – S. 85-97.
- [9] S. Zholdasbajly. Zhetisu tarihy. (XVI-XVIII ff.). (Tarihi zhane paleojetnologijalyk zertteu). – Almaty, 1996. – 300 b.
- [10] Zholdasbaev S. Zhetisu ajmaryndary eldi-mekender men tyrak zhajlardyñ damu tarihy zhane olardyñ jekonomikalık tiimdiligi (XVI-XVIII ff.): Avtoref. diss.... d.i.n. – Almaty, 1997. – 48 b.
- [11] Bajpakov K.M. Goroda Juzhnogo Kazahstana i Semirech'ja v XIII-XVI vv. v sochinenii Mirzy Muhammed Hajdara «Tarih-i Rashidi» // Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-teoreticheskoj konferencii, posvjashhennoj izvestnomu uchenomu-istoriku Muhammed Hajdar Dulati (1499–1551). – Taraz, 1997. – S. 40-50.
- [12] هدوتسرهچونم رتكد مامته اب. ىچنخ نامبوزور نب لىلا لىضف فىلىات. (ىنابىش دمحم ىهاشداپ خىرات) اراخب ىهمان نامم. جود بپاچ 1976. / ىهاشدهاش 2535 نارمت. ص. 402
- [13] Abuseitova M.H. Kazahskoe hanstvo vo vtoroj polovine XVI v. – Alma-Ata: Nauka, 1985. – 104 s.
- [14] Sultanov T. I. Kochevye plemena Priaral'ja v XV-XVII vv. (voprosy jetnicheskoj i social'noj istorii). – Moskva, 1982. – 134 s.
- [15] Materialy po istorii Kazahskih hanstv XV-XVIII vv. (izvlechenija iz persidskih i tjurkskih sochinenij). Sostaviteli: S.K. Ibragimov, N.N. Mingulov, K.A. Pishhulina, V.P. Judin. – Alma-Ata: Nauka, 1969. – 652 s.
- [16] Bartol'd V. V. Otchet o komandirovke v Turkestan / Bartol'd V.V. Sochinenija. T. VIII. – Moskva: Vostochnaja literatura. Nauka, 1973. – 726 s. – S. 119-210.
- [17] Istorija Kazahstana (s drevnejshih vremen do nashih dnei). V pjati tomah. T. 2. – Almaty: «Atamıra», 1997. – 624 s., il.
- [18] Rychkov P.I. Istorija Orenburgskaja (1730–1750). – Orenburg#: Tipo-litografija Iv. Evfimovskago-Mirovickago, 1896 g. – 95 s.
- [19] Istorija Kazahstana v russkikh istochnikah. Tom I. – Almaty: Dajk-Press, 2005. – 704 s. + 16 s. vkl.
- [20] Kazahsko-russkie otnoshenija v XVI–XVIII vekah (Sbornik dokumentov i materialov). – A-Ata: Izd-vo AN KazSSR, 1961. – 740 s.
- [21] Istorija Kazahstana v russkikh istochnikah XVI-XX vekov. Tom VI. – Almaty, Dajk-Press», 2007. – 516 s. + 8 s. vkl.
- [22] Istorija Kazahstana (s drevnejshih vremen do nashih dnei). V pjati tomah. – T. 3. – Almaty: «Atamıra», 2010. – 768 s., il., karty.
- [23] Ahmedov B.A. Gosudarstvo kochevyh uzbekov. – M. Izd-vo «Nauka», 1965. – 196 s.
- [24] Burnasheva R.Z. Denezhnoe obrashhenie v gorodah Juzhnogo Kazahstana v XV-XVIII vv.: (istoriko-numizmaticheskoe issledovanie). – Turkestan: Tipografija Mezhdunarodnogo kazahsko-tureckogo universiteta im. A. Jasavi, 2006. – 256 s.
- [25] Қазақтұң ата заңдары: Қызhattar, derekti zhane zertteuler: 10 tomдық [Tekst] = Drevnij mir prava kazahov. Materialy, dokumenty i issledovanija / Bardarlama zhetekshisi: S.Z. Zimanov. – Almaty: Zheti zharıy, 2005. 4-shi tom. – 552 b.
- [26] Fedorov-Davydov G.A. Obshhestvennyj stroj Zolotoj Ordy. – M: MGU, 1973. – 180 s.

- [27] Pachkalov A.V. Numizmatika Sygnaka // Desjataja Vseross. numizmat. konfr. Tezisy dokl. i soob. – M., 2002.
- [28] Reva R.Ju. Muhammad Barak i ego vremja. Obzor numizmaticheskikh i letopisnyh svedenij / Jelektronnyj resurs <http://www.history-state.kz/ru/kazakh-handgyv-article4.php> (data obrashhenija 10.02.2016 g.)
- [29] Hazanov A.M. Kochevniki i vneshnij mir. Izdanie 3-e, dopolnennoe. – Almaty, 2000. – 604 s.
- [30] Davidovich E.A. Istorija denezhnogo obrashhenija srednevekovoj Srednej Azii (mednye monety XV - pervoj четврти XVI v. v Maverannahre). – M.: Izd-vo «Nauka», 1983. – 360 s.
- [31] Davidovich E. A. Istorija monetnogo dela Srednej Azii HVII-HVIII vv. (Zolotyje i serebrjanye monety Džhanidov). – Dushanbe, Izd-vo AN Tadžikskoj SSR, 1964. – 318 str. + vkl.
- [32] Babalar sözi: Zhyztomdyk. – Astana: «Foliant», 2009. – T. 56: Tarihi zhyrlar. – 408 bet.
- [33] Babalar sözi: Zhyztomdyk. – Astana: «Foliant», 2010. – T. 57: Tarihi zhyrlar. – 408 bet.
- [34] Babalar sözi: Zhyztomdyk. – Astana: «Foliant», 2010. – T. 59: Tarihi zhyrlar. – 400 b.
- [35] Babalar sözi: Zhyztomdyk. – Astana: «Foliant», 2010. – T. 60: Tarihi zhyrlar. – 448 bet.
- [36] Babalar sözi: Zhyztomdyk. – Astana: «Foliant», 2010. – T. 61: Tarihi zhyrlar. – 448 b.
- [37] Babalar sözi: Zhyztomdyk. – Astana: «Foliant», 2010. – T. 62: Tarihi zhyrlar. – 376 bet.
- [38] Babalar sözi: Zhyztomdyk. – Astana: «Foliant», 2009. – T. 55: Batyrlar zhyry. - 330 bet.
- [39] Tynyspaev M. Istorija kazahskogo naroda. Sostaviteli i avtory predislovija prof. Takenov A.S. i Bajgaliev B. – Alma-Ata, 1993. – 224 s.
- [40] Babalar sözi: Zhyztomdyk. – Astana: «Foliant», 2010. – T. 65: Қазақ мақал-мәтелдері. – 488 bet.
- [41] Atygaev N.A., Dzhandosova Z.A. Novyj istochnik po istorii Kazahstana XVI veka: predvaritel'nye rezul'taty izuchenija «Alam-ara-ji shah Ismail» // Otan tarihy-Otechestvennaja istorija. – 2013. – №2. – S. 73-84
- [42] 1384 – تهرن / چاپ دوم – صاحب – تعلیق اصغر منتظر صاحب / با مقدمه و تصحیح و تصحیح و تصحیح / عالم ارای شاه اسماعیل / ص. 704
- [43] 704. ص.
- [44] Erofeeva I.V. Kazahskie hany i hanskie dinastii v XVIII – seredine XIX vv. // Kul'tura i istorija Central'noj Azii i Kazahstana: problemy i perspektivy issledovanija / Materialy k Letnemu Universitetu po istorii i kul'ture Central'noj Azii i Kazahstana (4-23 avgusta 1997 g., g. Almaty). – Almaty: Izdanie Instituta filosofii MN-AN RK, 1997. – 160 s.
- [45] Jelektronnyj resurs <http://www.zeno.ru/showgallery.php?cat=4784> (data obrashhenija 10.02.2016 g.)
- [46] Isin A. Kөne astananuң mys aқshalary // Abaj. – 1998. – №2. – 42-45 bb.
- [47] Bajpakov K.M. Urbanizacija Kazahskogo hanstva vo vtoroj polovine 15-18 v. / Drevnjaja i srednevekovaja urbanizacija Kazahstana (po materialam issledovanij Juzhno-Kazahstanskoj kompleksnoj arheologičeskoj jekspedicii). Kniga III. Chast' 2. – Almaty, 2014. – 534 s., il.

## ҚАЗАҚ ХАНДЫҒЫНЫҢ ҚАРЖЫ ЖҮЙЕСІ ТУРАЛЫ КЕЙБІР ҚҰЖАТТАР

Н.Ә. Атығаев

Ш.Ш. Уәлиханов атындағы Тарих және этнология институты директорының орынбасары, т.ғ.к., доцент

**Түйін сөздер:** Қазақ хандығы, қаржы, салық, йасак, нумизматика, ақша, монета, теңге, тиын, қалалар.

**Аннотация.** Мақалада қазақ ауыз әдебиетінің, ортағасырлық шығыстың мұсылман тарихшыларының мәліметтері, жарияланған мұрағат құжаттары мен арнайы зерттеулер негізінде Қазақ хандығының қаржы жүйесі туралы кейбір материалдар қарастырылады. Жұмыс барысында автор келесі қорытындыға келеді: түрлі тарихи дереккөздерде Қазақ хандығы билеушілерінің бағынышты халықтан түрлі алым-салықтар жинағаны, соның ішінде ақшалай да, және ақшаның төлеу құралы ретінде пайдаланылғаны туралы материалдар сақталған. Зерттеушілер анықтаған Тәуекел хан мен Тұрсын-Мұхаммед ханның ақшалары қазақ хандарының ақша шығарғанын дәлелдейді. Осыған орай мемлекеттің маңызды нышандарының бірі болып табылатын қаржы жүйесінің кейбір элементтері Қазақ хандығында болды деуге негіз бар. Сонымен қатар, автордың пікірінше, бұл мәселе бойынша жаңа деректердің негізінде, бұрыннан белгілі материалдарды сын тұрғысынан қарау арқылы зерттеуді жалғастыру қажет.

*Поступила 16.05.2016 г.*

**REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 2224-5227

Volume 3, Number 307 (2016), 134 – 139

UDC 371.215 = 512.122

**THE ANALYSIS OF A LESSON ORIENTED TO A RESULT**

**K.V.Ushakova, S.S. Kasimova, A.S. Seisenova**

Karaganda state technical university, Karaganda, Kazakhstan

saule.saken2010.kasimova@mail.ru

**Key words:** analysis, lesson, educational activity, result, learning methods, personality, education, cartogram, pedagogical experience.

**Abstract.** A new trend's analysis is given in this article, the analysis in modernization of school education to form the personal qualities of pupil. So, there is an accent onto that the aim and task of a teacher is not to give studying material, but in the skill to analyze the material deeply, to gain the main aim efficiency of educational process does not depend on only changing of methods, ways and lesson teaching, so on definitely innovative approach of teacher to a student.

The result of many years pedagogical activity is the cartogram of teacher and pupil activity's value, the efficiency of this cartogram is that teacher does not plan his/her activity during lesson, so he/she obligates himself/herself to develop the personal qualities of pupil. Experience proves, that the result of intimate pedagogical activity analysis is changing the personal qualities not only of a pupil, so of teacher too.

ӘӨЖ 371.215 = 512.122

**САБАҚ ТАЛДАУДЫҢ НӘТИЖЕГЕ БАҒЫТТАЛУЫ**

**С.С. Касимова, К.В. Ушакова, А.С. Сейсенова**

Қарағанды Мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды қаласы

**Түйін сөздер:** талдау, сабақ, оқу әрекеті, нәтиже, оқыту әдістері, тұлға, білім беру, картограмма, педагогикалық тәжірибе.

**Аннотация.** Білім беру жүйесіндегі жаңа талап оқушының тұлғалық сапаларын дамытуды, өздігінен білім алу арқылы дамуын қойып отырғандықтан мақалада білім беруді жаңғыртудағы жаңаша әдістерге талдау жасалған. Әр педагогтың мақсаты мен міндеті тек сабақты өткізіп қана қоймай, көздеген мақсатқа қол жеткізу үшін өзінің сабағына терең педагогикалық талдау жасай білу әдістемесін меңгеруі қажеттігінің өзектілігі қарастырылған. Сабақ талдаудың кездейсоқ емес мақсатты болуы, ол үшін бақылау бағдарламасының жасалуының маңыздылығы айтылған. Оқу үрдісінің тиімділігі сабақты өткізудің әдіс-тәсілдері мен формаларының өзгеруіне ғана емес, олардың оқушының қабілеті мен жеке ерекшелігіне сай іріктеліп алынуына, мұғалімнің оқушыға қарым-қатынасының жаңаша қойылуына байланысты екендігі көрсетілген.

Көпжылдық педагогикалық тәжірибенің нәтижесі мұғалім мен оқушы іс-әрекетін бағалау картограммасының жасалуы болып табылады. Ұсынылған картограмманың тиімділігі мұғалімнің сабаққа дайындалу, өткізу барысында тек өзінің іс-әрекеттерін жоспарлап қана қоймай, сонымен қатар оқушының міндеттерін анық біліп, оның тұлғалық сапаларын дамытуды өзіне міндеттеуінде. Сабақты педагогикалық талдаудың тереңдігінің, нақтылығының, іскерлігінің көрінісі – бұл мұғалімнің және оқушының тұлғалық сапаларының өзгеруі екендігі өзіндік тәжірибе арқылы дәлелденген.

Қоғамның жаңаруы, экономиканы дамытудағы жаңа стратегиялық бағыттар, қоғамның ашықтығы, оның жедел ақпараттануы мен қарқынды дамуы білім беруге қойылатын талаптарды түбегейлі өзгертті. Білім беру жүйесі білім берудің мақсаты, мазмұны мен технологияларын оның нәтижесіне қарап бағалайтын болды. Білім берудің негізгі мақсаты білім алып, білік пен дағды-

машыққа қол жеткізу ғана емес, солардың негізінде дербес, әлеуметтік және кәсіби біліктілікке, ақпаратты өзі іздеп табу, талдау және ұтымды пайдалану, жылдам өзгеріп жатқан қоғамда лайықты өмір сүру мен еңбек ету болып отыр. Аталған мақсаттар қазіргі мектеп мұғаліміне үлкен міндеттер жүктейді.

Сабақ беру әдістемесін игерумен қатар оны жан-жақты талдай білудің маңызы зор. Сабақ талдау мақсатты іс-әрекет: мұғалімдердің іс-тәжірибесін зерттеп, озық тәжірибе таратуға, оқыту, тәрбиелеу ісінің сапасын анықтауға, кемшіліктерді жоюдың жолдарын көруге мүмкіншілік береді. «Сабақ – оқу-тәрбие процесінің «тірі клеткасы», оқушы үшін ең маңызды, ең бастылардың бәрі сабақта жүзеге асады. Егер де мектеп директоры, оның орынбасары мұғалімге, сынып өміріне етене кіріспесе, сабақты терең зерттемесе, оған атүсті, мақсатсыз қатыса салса, онда мұндай басшылардың істеген істерінің мәнісі жоғалады. Сабақ тек мұғалімнің ғана шығармашылық лабораториясы, ал кабинеті сол сабақтарды бақылау кезінде туындаған ойларды жүйелеп, өрнектейтін орын» – дейді Ю.А. Конаржевский [1, 4 б.].

Мектеп басқару ісін ғылыми негізде жүргізу үшін бүгінде оқу-тәрбие процесінің «тірі клеткасын» терең зерттеу қажет. Тек сабақта ғана мектеп басшылары, оның орынбасарлары төмендегідей мағлұмат ала алады:

- сабақтағы мұғалім мен оқушының өзара ынтымақтастығы, қарым-қатынасы;
- мұғалім өз пәнін терең әлде үстірт қана біле ме?
- оқушыларды танымдық әрекетке жұмылдыра ала ма?
- мұғалім кім? Ақпарат беруші ме, әлде оқушылардың оқу процесін ұйымдастырушы ма?
- мұғалім сапалы білім мен білік, дағдыны қамтамасыз ете ала ма?
- мұғалім оқушылардың пән бойынша алған білімдерін оларды дамыту мен тәрбиелеуге пайдалана ала ма?

Мектеп практикасында сабақ талдауда көптеген кемшіліктер кездеседі. Ең басты кемшілік бұл – сабаққа қатысу, талдау мақсатының айқындалмауы.

Екінші кемшілік – мақсат қойылғанымен, бақылау мен талдау бағдарламасының болмауы, яғни, жасалмауы. Мақсаттың болуы соңғы нәтижені ғана көрсетеді, бірақ оны іске асырудың жолдары көрсетілмейді. Бағдарламаның болмауы айтарлықтай қиындықтар тудырады, сабақ талдаудың алдына қойылған мақсат пен сол мақсатты іске асырудың арасында, мақсатқа ұмтылу мен мақсаттың жүзеге асуының арасында алшақтық тудырады.

Көптеген жағдайларда мектеп басшылары мен оның орынбасарлары және жалпы мұғалімдер сабақ талдауды өз көзқарасы тұрғысынан жүргізеді. Яғни сабақ процесінен өзіне таныс әдістер мен формаларды іздейді де «маған ұнады» немесе «ұнамады» – деген қорытынды жасайды.

Келесі бір кемшілік – сабаққа қатысушылардың сабақ талдағанда сабақтың барысын баяндап шығуы, өздерінің көргендерін тізбектеп шығады. Мұндай талдау мұғалімнің құлағына жаққанымен, пайдасыз. Мұғалімнің әдістемелік шеберлігін арттыруға түк қосары жоқ.

Сабақ талдаудағы тағы бір кемшілік – ұсақ-түйекті тізбектей беру, ең басты талдаудың мақсатын естен шығару.

Сабақ талдауға байланысты сан алуан схемалардың пайда болуының өзі де мәселенің өзектілігін, күрделілігін көрсетеді. Сабақ сияқты шығармашылық құбылысты схемаға салып талдауға болмайды. Оқу-тәрбие процесіне жасалатын талдаудың қандайы болмасын нәтижеге бағытталатыны белгілі. Әйтсе де қоғамдағы рухани мәдениет пен жеке адамның мәдениетін байланыстырушы құндылықтардың өзгеруі оқу-тәрбие процесі нәтижесін бағалауда қарама-қайшылықтар туғызып отыр.

Оқу орнының нәтижесі мектеп бітірушінің:

- қоғамдағы процестерге араласып кете алуын;
- тұжырымдамалық түсінігінің болуын;
- жаңа жағдайда шығармашылықпен қызмет ете алуын, яғни, жаңа тұлға құзырлығының

дамуын көздейтін болса, онда оқу-тәрбие процесін ұйымдастырушылар: мектеп басшылары мен мұғалімдер тұлғаның әдеби сауаттылығына, математикалық сауаттылығына және ғылыми-жаратылыстану сауаттылығына жауапты [2, 95 б.].

Қазіргі кезде құзырлыққа әкелетін оқушының тұлғалық сапаларының дамуын сабақ процесінде сабақтың айқындалған мақсаты мен нақты, қол жеткен нәтижесін салыстыру арқылы айқындау қажет.

Мәселеге назар аудартқан алғашқы факт – мектеп мұғалімдерінің 60%-ның сабақ нәтижесінде көздейтіндері оқушылардың пәндік білімі, білік дағдыларын игеруі сияқты сапалармен қанағаттанатыны, ал осы білім, білік, дағдыны жаңа ақпарат алуға, оны талдауға, сыни ойлауға, өз пікірін қорғауға, кәсіби білім алуға пайдаланудың тәсілдерін іздеудің, қолданудың аздық етуі болды. Мұғалім оқушылардың тұлғалық сапаларының қаншалықты, қайтіп дамуына жағдай жасауды өзіне міндеттемейді. Нәтижесінде білімнің жеке тұлға тағдырындағы мәнділігі төмендейді.

Сондықтан оқу-тәрбиелеу іс-әрекетінің нәтижесіне талдау жасауды жүйелік теория тұрғысынан зерделей отырып, қайта қарау, әр сабақтың мақсатын «неге?», «не үшін оқытамын?» деген сұрақтардың жауабы негізінде ойластыру барысында мұғалімнің сабақтағы өз іс-әрекетін ұйымдастыру міндеттерін қоюмен қатар оқушының белсенді іс-әрекет иесі ретінде өзінің іс-әрекетін жоспарлауға, реттеуге үйрену қажеттілігі туындап отыр.

Қазіргі кезде басқарушының сабақ талдаудағы мақсаты мұғалімнің сабағына айқын мақсатпен, үлкен дайындықпен барып, талдау барысында мұғалімді жаңаша дайындау, қазіргі заманғы мектеп мұғалімін жасау. Сабақ талдау – басқарушы мен мұғалімнің мақсат пен нәтиже арасындағы айырманың болу себептерін көру арқылы процесті дамыту, түзету үшін бір мақсатты көздейтін әңгіме-сұхбаты.

Мектеп басқарушының сабаққа қатысуға және талдауға дайындығы 4 компоненттен тұрады [3, Б. 57-58.]:

1. Мақсат қою және бақылау бағдарламасын әзірлеу;
2. Мұғалім жұмысына және оқушылардың сабақтағы іс-әрекетіне барлау-бақылау, яғни, сабақтан ақпарат алу;
3. Оқытушымен сұхбатқа дайындық.

Бұл:

- сабақ талдаудың морфологиялық аспектісі.
- сабақ талдаудың құрылымдық аспектісі.
- сабақ талдаудың функционалдық аспектісі.
- сабақ талдаудың генетикалық аспектісі.

4. Сабақтың талдауы.

Сабақ талдау барысында бұл төрт компонент органикалық бірлікте жүзеге асады: бұл – жүйедегі екінші және төртінші элементтердің шарықтау кезеңі болып табылады. Дегенмен, талдаудың пәрменді болуы оның бірінші және үшінші компоненттерінің іске асу сапасына, былайша айтқанда басшының сабаққа қатысуға немесе мұғаліммен сұхбатқа қалай дайындалғанына тәуелді болып шығады. Ал басқарудың күнделікті практикасында дәл осы аталған компоненттерге мән берілмей басқа екеуі орындалғандай болатыны өкінішті.

Сабақ талдау мақсаты деген – сол сабақты талдау барысында қол жетуге тиісті нәтиженің бейнесі.

Ол мақсат мектептің биік парызына сәйкес, оқу-тәрбие процесі нәтижелерінің даму деңгейін бағалаушы қорытынды көрсеткіштерден бастама алады. Педагогикалық іс-әрекеттердің жағдайын және мүмкіншіліктерін талдау мынадай сұрақтарға жауап береді. Неліктен осы немесе басқа мақсаттар алға шығады, мұғалімнің жұмысын қадағалауда ең бірінші маңызды мәселе не болып табылады? Осы жағдай үшін бақылаудың қандай түрі оңтайлы болып табылады? Қай уақытта

сабаққа қатысу керек?

Талдау мақсатының түзілу процесіне мектеп басқарушы қажеттілік арқылы келеді: байқау, әдістемелік көмек беру, анықтау, зерттеу, оқушылардың білім сапасы және мұғалімнің біліктілік дәрежесінің осы және басқа сапаларын тексеру.

Басқарушы талдау мақсатын ойластырып, ұйымдастырғаннан кейін оны декомпозициялауға кіріседі, яғни бақылау бағдарламасының негізін құратын логикалық элементтеріне бөледі. Бұл жерде мақсатты нақтылау жүреді, мақсат, міндет бөлінеді.

Сондықтан сабаққа қатысу мен оны талдаудың қалай ісек асатыны туралы және қолдану жолдарын көрсету барысында алдымен мақсат қойып, содан кейін бағдарламасын құрып алу абзал.

### 1 – мысал.

**Талдау мақсаты:** «Мұғалімнің үлгермеушілікті болдырмаудағы жұмысын тексеру» болғанда бақылау бағдарламасы келесідей болады:

- Үлгерімі төмен оқушыларға ұсынылған тапсырмалар деңгейінің оқушы қабілетіне сәйкестігін анықтау.

- Мұғалім тарапынан оқушылардың оқу әрекетіне жасалған бақылау түрлерінің олардың жетістіктеріне әсерін айқындау.

- Оқушылардың біліміндегі типтік қателерді, оның себептерін айқындау жолдарын зерделеу.

- Жіберілген қателермен жұмысқа басқа оқушылар қайталамайтындай зейінін аударта алуы.

- Өзін-өзі тексеру мен бірін-бірі тексерудің ұйымдастырылуын анықтау.

### 2 – мысал.

**Талдау мақсаты:** Мұғалімнің оқушыларды ойлау әрекетіне бесендірудегі жұмысын талдау.

Бақылау бағдарламасы:

- Мұғалімнің үй тапсырмасын тексеруде оқушыларды өз жауаптарын дәлелдеп, түсіндіріп беруге машықтандырудағы жұмыс түрлерін анықтау.

- Алынған білімді жаңа білімді меңгеруде тірек ете алу дағдыларын айқындау.

- Жаңа білімді өздігінен игеруде оқушыларды талдауға, салыстыруға, ажырата білуге үйрету жолдарын айқындау.

- Негізгі идеяны бөліп алып, дәлелді түсіндіре білу жолдарын анықтау.

- Бекіту кезінде жаңа ұғымға байланысты сұрақтарды жинақтап, қысқаша қорытуға дағдыландыруын айқындау.

### 3 – мысал.

«Оқушылардың өздігінен ойлай білуін, өзінің оқу-әрекетіне талдау жасау біліктілігін тексеру» мақсатын жүзеге асыру болғанда, бақылау бағдарламасы төмендегідей түзілді:

- Оқушылар сабақта білімді игерудің мақсаты мен міндетін, орындау әдісін өздері анықтай ала ма?

- Материалды талдап ұсыныстар жасаудағы, бір-бірінің жауабын түзетіп толықтырудағы белсенділік деңгейі қандай?

- Тапсырмалар орындауда шығармашылық ізденушіліктері қаншалықты?

- Алған мәліметтерді басқа нәтижелермен салыстырып айыру жолдары қандай?

- Кеткен қателерді анықтап жоюға талпыну байқалды ма?

- Өздерінің іс-әрекеттерін бағалау біліктілігі қаншалықты қалыптасқан?

Мұғалім сабақтағы өз әрекеттерінің міндеттерін көруімен бірге оқушы міндеттерін анық білуі тиіс. Оқушылар тұрғысынан ол міндеттер саналы қабылданған қажеттілікке айналады. Ол үшін Петр Иванович Третьяков ұсынған картограмманы негізге алуға болады. Үлгіні жанарту арқылы гуманитарлық бағыттағы пәндерге қатысу барысында мұғалім мен оқушының іскерлігін бағалаудың үш блоктан тұратын картограммасы жасалды [3, Б. 61-63.].

**I блок. Өзі мен оқушының іс-әрекетін жоспарлау және мақсат қою шеберлігі**

мұғалім	оқушы
1.Сабақ жоспарлау кезінде мақсат қою	I деңгей. Сабақтың мақсатын түсіну, соған сәйкес өз алдына мақсат қою. II деңгей. Сабақтың іс-әрекет мақсатына сай міндеттерін құрастыру, күтілетін нәтиже туралы түсінігін қалыптастыру. III деңгей. Проблеманы мұғалімнің көмегімен құрастыру, қол жеткен және өлшенетін мақсаттар қою.
2.Оқушының психологикалық ерекшеліктеріне сәйкес сабаққа мазмұн таңдау (қажет мәлімет бойынша)	I деңгей. Оқушының өткенді еске түсіруі, материал мазмұнын түсінуі. II деңгей. Ұсынылған ақпаратпен жұмыс жасауды қабылдау. III деңгей. Проблеманың туу себептерін айту, сабақтың негізгі бөлімін қабылдауға даярлығын білдіру.
3.Оқу материалдарын қисындығы, күрделілігіне қарай деңгейге сәйкестендіре ұсыну.	I деңгей.Өз мүмкіндігіне сай деңгейін анықтай алуы. II деңгей.Өз деңгейі негізінде ұсынылған материалдарды алу. III деңгей. Тапсырма мазмұнымен танысу, қабылдау.
4. Мақсат, міндетке сәйкес оқу материалдарының мазмұнын (ОММ), танымдық әрекетті ұйымдастыру формасын (ТҰФ), оқыту әдістерін (ОӘ) жоспарлау	I деңгей. Сабақ мазмұны мен мақсатына сай өз іс-әрекетін жоспарлау, аралық мақсаттарды нақтылау. II деңгей.Мақсатқа қол жеткізу тәсілдерін ұсыну. III деңгей. Оқушының проблеманы шеше алатындығын нақтылауы, шешу мүмкін болатын тәсілдерді іріктеу.

**II блок. Өзі мен оқушының іс-әрекетін тиімді ұйымдастыру шеберлігі**

мұғалім	оқушы
5.Өз деңгейіне сай мүмкіндігін анықтай алуы. Оқушының өз деңгейіне сәйкес іс-әрекетін ұйымдастыруын қамтамасыз ету.	I деңгей. Деңгейіне сәйкес өз іс-әрекетіне қажет болатын уақытты белгілеу; тапсырмамен жұмыс істеуі және іс-әрекет барысында мұғалім ұсынған материал, ақпарат көздерінен мәлімет алып айтуы, сұрақтар қоюы; өзі білмейтін сұрақтарды қарастыру үшін белгілеп алуы. II деңгей. Оқушының проблемаға сәйкес қосымша ақпаратпен жұмыс істеуі, қажет мәліметтерді іздеуі, сұрыптауы, жүйелеуі; проблемаға алынған түрлі жауаптарды жинақтап, жүйелеу тәсілін ұсынуы; келесі деңгейге өту қабілетін көрсетуі. III деңгей. Алынған жауаптардың өзара байланысын айқындау, нақтылап жүйелеу тәсілдерін қолдануы; карама-қайшылықтарды шешуі, талдап бір қорытындыға келуі.

**III блок. Өзі мен оқушының іс-әрекетін реттеу, бағалау, талдау жасау іскерлігі**

мұғалім	оқушы
6. Өзі оқушы іс-әрекетіне талдау және бағалау жүргізу; оқушылардың материалды игергені туралы түсініктерін анықтау;	I деңгей. Материалды талдап түсіндіру, мүмкін болса сызба құру; II деңгей. Талқылау барысында өзара бақылау және басқалардың іс-әрекетін бағалау; талқылауда ойын білдіруде сөйлеу нормаларын сақтау; материалды түсінуде қосымша ақпаратты, сызба, кестелерді сауатты қолдана білу арқылы басқалармен бірге өзара әрекет нәтижесін алу; III деңгей. Талқылау негізінде бірлесе отырып, ортақ тұжырымға келу; мұғалім ұсынған проблеманы шешу;
7. Оқушылардың өзара жұмысы барысында талқылаудан мақсатқа қарай бағыттау.	I деңгей. Өзін-өзі бақылауда іс-әрекетін реттеу; Алынған нәтижені көзделген мақсатпен салыстыру; II деңгей. Материал туралы алған білімді бағалау үшін өлшемдер ұсынуы; III деңгей. Өзінің әрі қарайғы іс-әрекет жобасын ұсынуы, көрсетуі, бөлісуі

Сабақты педагогикалық талдаудың тереңдігінің, нақтылығының, іскерлігінің көрінісі – бұл мұғалімнің және оқушының тұлғалық сапаларының өзгеруі.

**ӘДЕБИЕТ**

- [1] Конаржевский Ю.А. Анализ урока. М., 2000.
- [2] Нәтижеге бағдарланған білім беруде оқушыларды әлеуметтендіру мен тәрбие жүйесінің даму болашағы, бағыттары мен проблемалары (облыстық ғылыми-практикалық конференция материалдары). Қарағанды. 2005.
- [3] Бедесова С.Б., Қасымова С.С. Жүйе және жүйелік талдау: Әдістемелік құрал. Қарағанды. 2006.
- [4] Горская Г.Л. Организация учебно-воспитательного процесса в школе. М., 1988.
- [5] Турбовской Я. Управление: от схемы к жизни / Народное образование. №8. 1991.

## REFERENCES

- [1] Konarzhevskij Yu.A. Analiz uroka. M., 2000.  
[2] Nätizhege bardarlanğan bilim berude oқushylardy әleumettendiru men tәрбие zhүjesiniң damu bolashary, baғыttary men problemalary (oblystyk ғылыми-praktikalық konferenciya materialdary). Karagandy. 2005.  
[3] Bөdesova S.B., Kasymova S.S. Zhүje zhәне zhүjelik taldaу: әdistemelik kыral. Karagandy. 2006.  
[4] Gorskaya G.L. Organizaciya uchebno-vospitatelnogo processa v shkole. M., 1988.  
[5] Turbovsxoj Ya. Upravlenie: ot sxemy k zhizni. Narodnoe obrazovanie. №8. 1991.

## АНАЛИЗ УРОКА, ОРИЕНТИРОВАННЫЙ НА РЕЗУЛЬТАТ

С.С. Касимова, К.В. Ушакова, А.С. Сейсенова

Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Казахстан

**Ключевые слова:** анализ, урок, учебная деятельность, результат, методы обучения, личность, образование, картограмма, педагогический опыт.

**Аннотация.** В статье дан анализ нового подхода в модернизации школьного образования к формированию личностных качеств ученика. Также делается акцент на то, что цель и задача педагога должна заключаться не только в передаче изучаемого материала, но и в умении глубоко анализировать этот материал, чтобы достичь желаемой цели. Эффективность учебного процесса зависит не только от изменения методов, способов и форм проведения урока, но и от определённого инновационного подхода учителя к ученику.

Результатом многолетней педагогической деятельности является картограмма оценки деятельности учителя и ученика, эффективность этой картограммы в том, что учитель во время урока не только планирует свою деятельность, но и обязует себя развивать личностные качества ученика. На опыте доказано, что результатом глубокого анализа своей педагогической деятельности является изменение личностных качеств не только ученика, но и самого учителя.

*Поступила 16.05.2016 г.*

**REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 2224-5227

Volume 3, Number 307 (2016), 140 – 149

UDC 32

**POLITICAL AND ECONOMIC PARTNERSHIP  
OF KAZAKHSTAN WITH WORLD ACTORS**

**D. Ismailova<sup>1</sup>, N. Shamuratova<sup>2</sup>, A. Nurgaliyeva<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>LTD «Academy of Imageology», Astana  
[Idt12@mail.ru](mailto:Idt12@mail.ru); [nurgaliyeva\\_as@mail.ru](mailto:nurgaliyeva_as@mail.ru)

<sup>2</sup>«Centre for Financial Violations Research» Accounts Committee, Astana  
[naza\\_1@mail.ru](mailto:naza_1@mail.ru)

**Key words:** Globalization, energy diplomacy, political and economic situation, energy, renewable, sustainable development

**Abstract.** This article is a fragmentary analysis of significant changes in the system of modern international relations associated with the processes of globalization, which has led to a reassessment of the role and place of energy diplomacy of the Republic of Kazakhstan in determining the content and prospects of global energy security. Along with the global economic crisis, there is intensification of integration processes, the expansion of markets, competition, innovation space boundaries, strengthening the international position of regional unions are creating new conditions for economic cooperation of Kazakhstan with the developed countries. That in turn determines the value for the country's participation in the international division of labor has declared Kazakhstan a strategic course for accelerated industrialization and innovative development. In such circumstances, it is important to assess the factors of external economic policy and choose the direction and format of international economic cooperation. Also it should be noted separately using specific sociological method, under which the selection was made, collection, processing and analysis of legal information: laws, agreements on the two- and multilateral cooperation, concepts and other normative-legal acts. The world economic crisis clearly demonstrates that, do not provide a balance between the three pillars of sustainable development : economic, social , environmental .

УДК 32

**ПОЛИТИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ПАРТНЁРСТВО КАЗАХСТАНА  
С МИРОВЫМИ ФАКТОРАМИ**

**Д.Исмаилова<sup>1</sup>, Н.Шамуратова<sup>2</sup>, А. Нурғалиева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ТОО «Академия Имиджелогии», Астана;  
<sup>2</sup>РГП ЦИФН Счётного Комитета РК, Астана;

**Ключевые слова:** глобализация, энергетическая дипломатия, политико-экономическая ситуация, энергоресурсы, возобновляемые источники, устойчивое развитие

**Аннотация.** В предлагаемой статье приведен фрагментарный анализ значительных изменений в системе современных международных отношений, связанных с процессами глобализации, которые привели к переоценке роли и места энергетической дипломатии Республики Казахстан в определении содержания и перспектив развития мировой энергетической безопасности. Наряду с глобальным экономическим кризисом, идет активизация интеграционных процессов, расширение рынков, конкуренции, границ инновационного пространства, усиление международных позиций региональных союзов создают новые условия для экономического сотрудничества Казахстана с развитыми странами. Что в свою очередь определяет значение для участия страны в международном разделении труда, имеет провозглашенный Казахстаном стратегический курс на форсированную индустриализацию и инновационное развитие. В таких условиях важно правильно оценить факторы формирования внешнеэкономической политики и выбрать направление и формат международного экономического взаимодействия. Также отдельно необходимо отметить

использование конкретно-социологического метода, в рамках которого были произведены отбор, накопление, обработка и анализ юридической информации: законов, соглашений о двух-и многостороннем сотрудничестве, концепций и иных нормативно-правовых актов. Мировые экономические кризисы отчетливо демонстрируют, что не обеспечивают баланса трех составляющих устойчивого развития: экономики, социальной сферы, экологии.

### **Введение**

Одним из приоритетов модернизации внешней политики Главой государства в Стратегии «Казахстан-2050» названо продвижение экономической и торговой дипломатии. Президент Республики Казахстан Н. Назарбаев отметил, что приоритеты внешней политики Казахстана за последние два десятилетия останутся неизменными, будут продолжены партнерские отношения с Россией, Китаем и государствами Центральной Азии, а также США, ЕС и странами Азиатско-тихоокеанского региона» [3].

Как сказано в предвыборной программе Нурсултана Назарбаева, для решения всех задач Новой экономической политики "Нурлы жол" и достижения главной цели стратегии "Казахстан-2050" необходимо последовательное проведение пяти институциональных реформ. Речь идет о реформах, озвученных Главой государства 11 марта 2014 г. в ходе выступления на XVI съезде партии "Нур Отан".

Глобальный экономический кризис, активизация интеграционных процессов, расширение рынков, конкуренции, границ инновационного пространства, усиление международных позиций региональных союзов создают новые условия для экономического сотрудничества Казахстана с развитыми странами. Определяющее значение для участия страны в международном разделении труда имеет провозглашенный Казахстаном стратегический курс на форсированную индустриализацию и инновационное развитие. В этих условиях важно правильно оценить факторы формирования внешнеэкономической политики и выбрать направление и формат международного экономического взаимодействия [13]

**Методологической основой исследования** данной темы являются принципы и методы политического анализа международных отношений, а также общие принципы научности, объективности, единства логического и исторического подходов в исследовании международных отношений и внешней политики государств; метод сравнительного анализа, позволяющий адекватно отразить наиболее специфические черты объекта изучения; метод контекстуального анализа научных, исторических, статистических, юридических, экономических источников, формально-логический анализ отдельных аспектов исследуемой проблемы. В статье применяются и используемые политической наукой общенаучные методы: синтез, индукция, дедукция, аналогия, сравнение, описание, обобщение, типологизация. Отдельно необходимо отметить использование конкретно-социологического метода, в рамках которого были произведены отбор, накопление, обработка и анализ юридической информации: законов, соглашений о двух-и многостороннем сотрудничестве, концепций и иных нормативно-правовых актов.

**Результаты исследования** определяются наиболее существенными результатами, полученными в ходе исследования:

1. Энергетическая дипломатия является одним из основных инструментов внешней политики Казахстана, и период активного развития дипломатических отношений Казахстана с США в энергетическом аспекте совпадает с периодом повышения роли Казахстана в планетарной политике. Составной частью внешней политики США является экономическая помощь новым независимым государствам на двусторонней основе, привлечение развитых западных стран и международных финансовых институтов к оказанию ими подобной помощи и поощрение американского частного сектора к инвестированию в экономику этих государств.

2. На протяжении 20-ти лет независимости Казахстана одним из приоритетов многовекторной внешней политики являются отношения с США. Как отмечал в своих выступлениях президент Республики Казахстан Н. Назарбаев, Соединенные Штаты Америки - это страна, которая в числе первых признала независимость Казахстана и сыграла значительную роль в успешном развитии Республики.

3. Казахстан все более активно интегрируется в мировой энергетический рынок. Внешнеполитический курс Казахстана является отражением состояния современных

международных отношений. С периодом обретения суверенитета, независимости, отхода от монополии коммунистической идеологии Казахстан выдвинул ряд внешнеполитических принципов, а вместе с ними действий и инициатив[7].

4. Принимая во внимание геополитический вес США в современном мире, развитие отношений с этой страной представляет для Казахстана огромную важность. В целях укрепления независимости и суверенитета, а также продвижения своих национальных интересов, сотрудничество с США для Казахстана имеет принципиально важное значение.

5. Сегодня США являются страной с самым большим ВВП в мире, порядка 8,5 трлн. долл., производя 27% мировой продукции, обеспечивая 18% мировой торговли и контролируя 40-60% мировых финансовых потоков.

Такие факторы, как внутривнутриполитическая стабильность и последовательный курс рыночных и демократических преобразований в Казахстане, сыграли и продолжают играть ключевую роль в масштабном притоке американских инвестиций в различные отрасли казахстанской экономики.

#### **Многовекторность партнёрства мировых стран-энергоносителей и Казахстана**

В рамках диверсификации экономики в Казахстане успешно реализуется Государственная программа форсированного индустриально-инновационного развития. Одним из основных ее приоритетов является привлечение крупных иностранных инвесторов с капиталом, компетенциями и технологиями. Принят Национальный план по инвестициям, определены 20 приоритетных стран-инвесторов и 136 технологических лидеров, ведется сфокусированная работа по более чем 270 меморандумам и соглашениям на сумму свыше 60 млрд. долларов. В результате всех этих мер Казахстан занимает сегодня лидирующую позицию в СНГ по инвестиционной привлекательности. За 2,5 года приток прямых инвестиций в обрабатывающий сектор вырос на 59%, а в добывающей отрасли сократился на 17%, что свидетельствует об изменении структуры инновационных потоков.

В своем ежегодном Послании народу Казахстана «Новый Казахстан в новом мире» Глава государства обозначил 30 важнейших направлений внутренней и внешней политики страны. Одним из ключевых направлений казахстанской внешней политики на современном этапе Президент выделил развитие взаимовыгодного сотрудничества с ведущими глобальными и региональными игроками. В частности, в Послании Главой государства была отмечена дальнейшая приверженность проведению политики многовекторности, что «выражается в добрососедских взаимоотношениях с Россией и Китаем, которые являются приоритетными, а также в нашей заинтересованности и практических шагах по развитию стратегического партнерства с США и многостороннего сотрудничества со странами Европейского Союза»[5].

Участившиеся в последние годы мировые экономические кризисы отчетливо демонстрируют, что принятые ранее меры, в том числе финансового характера, не обеспечивают баланса трех составляющих устойчивого развития: экономики, социальной сферы, экологии. Необходимо сформировать доступную каждой стране ресурсную базу устойчивого развития, в которую входят биологические, водные, земельные, минеральные и энергетические ресурсы.

Энергетика, с одной стороны, является фундаментальной составляющей ресурсной базы для всех областей человеческой деятельности и, с другой стороны, представляет собой мощный сектор экономики, создающий основу для интеграции экономической, социальной и экологической составляющих устойчивого развития.

Казахстан с валовым продуктом на душу населения 12 тыс. \$ по ППС и потреблением электроэнергии 5300 кВт.ч. на душу населения в год занимает срединное положение по потреблению электроэнергии и является одним из лидеров по валовому продукту на душу населения[9].

При этом Казахстан экспортирует около 1,4 % мирового потребления нефти при доле населения 0,24% от населения Земли, для сравнения: экспорт нефти из России, другого гаранта поставок энергоресурсов на евразийском пространстве, в 2014 году превышал чистый экспорт из Казахстана в 3,6 раза, при большей численности населения, в 8,56 раз.

Это говорит, с одной стороны, о значимости Казахстана в мировой энергетике, а, с другой, о сильной зависимости экономики от экспорта нефти.

Для качественного понимания значимости Казахстана следует отметить, что экспорт нефти из страны соответствует среднему по миру потреблению нефти для 94 млн. человек.

То, что у половины населения Земли присутствует низкое потребление электроэнергии на душу населения с соответствующими последствиями для экономики и социальной сферы стало основным побудительным мотивом Инициативы Генерального секретаря ООН Пан Ги Муна «Устойчивая энергетика для всех» и целого ряда других крупных мировых инициатив. Общей мотивацией этой Инициативы стало то, что 1,3 млрд. человек не имеют доступа к электричеству, а 2,7 млрд. человек не обладают энергетическими возможностями для обеспечения элементарных удобств. Авторы Инициативы считают, что она направлена на *объединение трех основ* устойчивого развития (экономика, экология, социальная сфера).

Инициатива «Устойчивая энергетика для всех» имеет существенное значение для обоснования и реализации «Стратегия устойчивой энергетики будущего Казахстана до 2050 года»[8]. Для «Стратегии устойчивой энергетики будущего Казахстана до 2050 года» важно, чтобы она стала катализатором не только более широкого социального и экономического развития, но и обеспечивала более высокое качество жизни, а также переход к новому технологическому укладу.

Следует отметить, что «Стратегия устойчивой энергетики будущего Казахстана до 2050 года» должна обеспечить полноценное выполнение целей «Устойчивой энергетики для всех», которые более конкретно выглядят таким образом:

1. Обеспечение всеобщего доступа к современным энергетическим услугам;
2. Удвоение глобальных темпов в области энергоэффективности (до 3,6 % к 2030 году);
3. Удвоение доли возобновляемых источников энергии в мировом энергетическом балансе (на возобновляемые источники энергии приходится 16-17% мирового энергетического баланса, по «Устойчивой энергетике для всех» к 2030 году повышение этой доли до 30%).

В настоящее время основной тенденцией во внутренней политике развитых и развивающихся стран стало обеспечение энергетической безопасности. При этом можно утверждать, что в последние годы содержание самого понятия «энергетическая безопасность» изменилось[6]. Поиск более эффективных способов использования стандартного для прошлых лет набора источников – нефть, газ, уголь, уран, значительно расширился. Понимание национальной энергетической безопасности зависит от обеспеченности той или иной страны собственными топливно-энергетическими ресурсами.

То, что в мире сложилась формула «экономика равна энергетике» по различиям между группами стран в классификации Мирового банка по валовому продукту на душу населения и суммарному потреблению электроэнергии убедительно свидетельствует об этом[17]. Эти различия одинаковы с точностью 15%. Следовательно, равны и позиции групп стран, по степени их экономической развитости и энергетической обеспеченности.

Таким образом, существуют вполне вероятные ограничения на темпы роста экономики развивающихся стран вследствие роста цен на традиционные энергоносители. Это, с одной стороны, еще раз подчеркивает тесную связь Глобальной стратегии развития мира в целом и Глобальной энергоэкологической стратегии, а, с другой, является серьезным вызовом для преодоления межстрановых социально-экономических различий.

#### **Политико-экономический вектор сотрудничества Казахстана и США**

В настоящий момент США являются одним из решающих мировых акторов, оказывающих существенное влияние на ход глобальных процессов, происходящих в политике и экономике. Как отметил казахстанский эксперт М. Ашимбаев: «Многогранное сотрудничество США со странами региона является важным фактором развития Центральной Азии и обеспечения региональной безопасности, в том числе в области противодействия современным угрозам и вызовам. Вашингтон совместно с различными международными финансовыми организациями не только поддерживает усилия центрально-азиатских государств в сфере региональной интеграции, но и выступает в качестве инициатора различных программ по углублению регионального взаимодействия в области торговли, транспорта, энергетики и т.д.»[2].

Американская сторона подтвердила Казахстану преемственность внешнеполитического курса, и выразила готовность активизировать двустороннее сотрудничество. Совместно были обозначены приоритетные направления углубления стратегического партнерства между Республикой Казахстан и США, в том числе по председательству Казахстана в ОБСЕ, стабилизации Афганистана и вопросам нераспространения оружия массового уничтожения. Сегодня можно

говорить об углублении подхода США к формату двустороннего сотрудничества с Казахстаном и не в ущерб другим стратегическим приоритетам внешней политики, Казахстан рассматривает США тоже как стратегического партнера, с которым налажены плодотворные политические, инвестиционные и торговые отношения[12].

Казахстанские экономисты на сегодняшний день работают над диверсификацией структуры партнерства с привлечением финансовых и технических ресурсов Соединенных Штатов в несырьевые отрасли казахстанской экономики. Энергетика также относится к одному из наиболее важных элементов двустороннего сотрудничества. Между странами действуют механизмы по стимулированию двусторонних отношений, такие, как совместная комиссия по энергетическому партнерству и Государственно-частное экономическое партнерство[1].

Уровень активности Соединенных Штатов в Центральноазиатском регионе стабилен. Администрация США находится в стадии разногласий своей внешней политики, и в этом плане Казахстан и Центральная Азия приобретают все большее значение, особенно на фоне усилий международного сообщества по стабилизации ситуации в Афганистане, обеспечению энергетической безопасности и борьбе с новыми угрозами современности.

Одной из наиболее перспективных сфер сотрудничества остается энергетический сектор, особенно с учетом возрастающей роли энергетики во внешней политике администрации США. Одновременно с этим транспортно-коммуникационный сектор является другой важной составляющей двустороннего сотрудничества между Казахстаном и США. Об этом свидетельствуют совместные проекты в Казахстане таких американских флагманов отрасли, как "General Electric", "FedEx", "IBM", "Cisco", "Motorola" и др. Набирает обороты региональное экономическое сотрудничество.

Оценочный объем добычи нефти в 2014 году в Казахстане составил более 73 милл. тонн, обеспечена стабильность поставок ГСМ на внутренний рынок, преодолены скачкообразные изменения в динамике цен, были обеспечены дешевым топливом посевные и уборочные работы, Министерством нефти и газа Республики Казахстан разработана программа по реконструкции и модернизации перерабатывающих заводов, которая предполагает активную реализацию многих высокотехнологичных мега проектов в республике.

В результате чего можно:

1. увеличить суммарную мощность нефтеперерабатывающих заводов РК по переработки нефти до 17 млн. тонн в год;
2. обеспечить полную потребность Республики Казахстан высококачественными нефтепродуктами, соответствующих требованиям стандартов ЕВРО;
3. снизить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, улучшить экологию;
4. создать механизм государственного регулирования цен на социально-чувствительные нефтепродукты, исключить непрогнозируемые колебания цен на ГСМ;
5. вывести с рынка нефтепродуктов «посреднические структуры», негативно влияющие на развитие конкуренции на данном рынке.

Особый интерес в этом плане для американской стороны представляет район Каспийского бассейна, который считается зоной политических и экономических интересов[14].

Именно в качестве источника углеводородного сырья Вашингтон относит Каспийский регион к разряду стратегически важных внешнеполитических вопросов, поэтому США с особым вниманием отслеживают политику в этой зоне всех прикаспийских государств. Казахстана в этом плане рассматривается как ключевой "юрок". При этом американская сторона демонстрирует понимание того, что подходы Казахстана, например, к взаимодействию с иностранными недропользователями и проведению трубопроводной политики обусловлены исключительно стремлением гарантировать соблюдение национальных экономических интересов, а также соображениями обеспечения экономической безопасности страны. Особо следует отметить сходство взглядов Казахстана и США на важность диверсификации экспортных энергетических маршрутов для обеспечения глобальной энергетической безопасности[10].

Говоря о преимуществах сотрудничества с США для Казахстана, необходимо помнить, что американские компании инвестировали более 11 млрд. в экономику Казахстана, закрепив за собой статус крупнейшего инвестора и внося, таким образом, значительный вклад в развитие страны. Соперничество за установление контроля над ресурсами региона имеет огромное влияние на

геополитический ландшафт Евразии, в том числе и эволюцию внешнеполитических курсов ключевых государств[5].

В настоящее время большая часть спроса на нефть и нефтепродукты приходится на промышленно развитые страны. В то же время разрыв в объемах нефтепотребления между промышленно развитыми и развивающимися странами все больше сокращается. Указанный процесс, как ожидается, будет лишь усиливаться в предстоящие два десятилетия. По прогнозам ОПЕК, к 2030 г. страны ОЭСР в 2030г. будут потреблять 51,5 млн. барр. нефти в сутки, развивающиеся — 56,2 млн./3/.

Сегодня Казахстан входит в группу государств, обладающих огромным запасом углеводородов, которые оказывают существенное влияние на формирование и состояние мирового энергетического рынка. На территории республики открыто 208 месторождений углеводородов, из них половина - нефтяные, треть - нефтегазовые, остальные - газовые и газо-конденсатные. Из этого числа в настоящее время промышленно разрабатывается более 70 месторождений. Суммарные прогнозные запасы углеводородов сырья в Казахстане с учетом потенциала Каспийского шельфа составляли 13 млрд.т. нефти и конденсата и 7,1 трлн. кубометров природного газа[11].

Основные постулаты сотрудничества Казахстана и США:

1. Сохранение американских инвестиций; наращивание экспорта нефти, в том числе через поддерживаемые США Грузию и Азербайджан; поддержка Северной транспортной сети в Афганистан и вложение части средств в Афганистан; формальное соблюдение демократических процессов.

2. Выделение Казахстана как регионального политического лидера; гарантии стабильности действующего режима: одобрение некоторых важнейших политических проектов (Банк ядерного топлива и т.д.).

3. У США с Россией по Казахстану есть определенный консенсус - обе страны готовы гарантировать инвестиции другой страны в Казахстан; согласны на то, чтобы не допустить слишком большого влияния Китая; заинтересованы в сохранении стабильности страны без ее распада или раскола[4].

Усиление энергетической составляющей в мировой политике способствует формированию энергетической политики государства, направленной на разработку и использование политических механизмов и инструментов для эффективного обеспечения экономики страны энергоресурсами и укрепления ее геополитических позиций. На современном этапе успех в решении этих задач зависит от выбора государством модели энергетической политики, в центре которой либо использование традиционных углеводородов, либо возобновляемых источников энергии.

Энергетические ресурсы являются инструментом политики, с помощью которого одни политические субъекты влияют на другие. На современном этапе в зависимости от используемых энергетических ресурсов (возобновляемых/невозобновляемых) рассматриваются две модели энергетической политики государства - традиционная и альтернативная.

Энергетическая дипломатия как вид экономической дипломатии является чрезвычайно важным как для Республики Казахстан в целом, так и для казахстанско-американских отношений.

Вопросы энергетики в современном мире играют существенную роль при определении внешнеполитических стратегий во взаимоотношениях государств. Одним из основных средств реализации таких стратегий является энергетическая дипломатия. Геополитика при этом играет роль координатора направления дипломатических средств и методов с целью установления взаимовыгодного сотрудничества между государствами в энергетической сфере[15].

Энергетическая дипломатия и геополитика Республики Казахстан и США входят в состав вопросов по внешней энергетической политике, непосредственно характеризующих развитие международного энергетического права наряду с энергетической безопасностью, международными институтами энергетического права (универсальные и региональные организации), энергетическими рынками, отраслями энергопромышленности и инфраструктурой, экологией мировой энергетики. В последние десятилетия XX века внешняя энергетическая политика РК и США сформировалась как самостоятельное функциональное направление. Ее построение непосредственно связано с такими факторами, как внешнеэкономические интересы и геополитика государства.

В качестве механизмов реализации целей в процессе взаимоотношений используются традиционные организационные формы и общепринятые в международной практике разновидности политических и правовых документов. А именно на двусторонней основе распространены в качестве рабочих органов межправительственные комиссии по экономическому и научно-техническому сотрудничеству, в рамках которых созданы специализированные комитеты или постоянные рабочие группы по сотрудничеству в ТЭК.

В практике энергетической дипломатии распространены традиционные формы переговорных механизмов, включая дипломатические конференции. Для фиксирования достигнутых в ходе переговоров договоренностей в практике энергетической дипломатии используются традиционные документы политического характера: декларации, меморандумы, заявления, коммюнике, международные договоры и их разновидности[16].

### **Заключение**

В Казахстане основными перспективными направлениями стратегического экономического партнерства являются сотрудничество в условиях региональных международных союзов и интеграция в мировые рынки. Первое направление связано с расширением двустороннего экономического сотрудничества и сотрудничества в формате международных организаций. Второе - с участием в международном разделении труда, углублением сотрудничества в рамках уже освоенных мировых и региональных рынков и открытием новых экономических рынков. Что касается первого направления, то оно в основном характеризуется расширением географической структуры экспорта. Усиливающиеся процессы глобализации энергетической отрасли, а также энергетической взаимозависимости стран всё более подтверждают тезис о невозможности даже отдельно взятой крупной и экономически могущественной страны обеспечить самостоятельно свою национальную энергетическую безопасность. Поэтому стираются различия между внутренними и внешними средствами обеспечения национальных интересов и безопасности, из-за чего наблюдается устойчивая тенденция к усилению взаимосвязи политического и энергетического факторов. На передний план международного энергетического сотрудничества всё больше выдвигается проблема обеспечения международной энергетической безопасности на региональном и глобальном уровнях г.

При таких условиях внешняя политика становится одним из ключевых инструментов развития страны, обеспечения её ведущей роли и конкурентоспособности в мире. В условиях процесса глобализации мировой системы, энергетический фактор стал носить глобальный характер, а проблемы в сфере энергетики становятся всё более политизированными[7].

### **ЛИТЕРАТУРА**

- [1] Ахатов А.Г., Ильинский А.А. Ресурсы нефти и газа России на рубеже веков. М: Недра, 1998.
- [2] Данные с сайта Министерства иностранных дел Республики Казахстан // <http://www.mfa.kz/official/press.html>.
- [3] Евразийский центр политических исследований & Агентство социальных технологий "Эпицентр". «Группы влияния» во властно-политической системе республики Казахстан. Интернет-газета «Навигатор». 2005, 29 ноября <http://zonakz.net/articles>.
- [4] Ертысбаев Е.К. Демократизация в Казахстане: 1990-2000 годы. -Алматы: Атамур, 2000. -352 с.
- [5] Жизнин С. З. Российская энергетическая дипломатия и международная энергетическая безопасность (геополитика и экономика) // Вестник Росс.гос. Университета им. И Канта. №1, 2010; Rahrssland gibt Gas. München: Hanser-Wirtschaft, 2008; Umbach F. GlobaleEnergiesicherheit. Strategische Herausforderungen für die europäische und deutsche Außenpolitik. - München: Oldenbourg-Verlag, 2003.
- [6] Ж. Омаров. Бразилия далекая и близкая // Казахстанская правда. – Алматы, 10 октября 2007.
- [7] Идрисов Е. МИД - не торговый дом (О новом качестве казахстанской дипломатии) статья Министра иностранных дел РК Е. Идрисова.// "Республика", 26 апреля 2001 г.
- [8] Интервью с заместителем директора Института Латинской Америки Российской академии наук Н.В. Клашиковым. Латинская Америка – новый театр или конфронтации? // Дипломатический Вестник. – М., 2008.
- [9] Каррон де ла Каррьер Г. Экономическая дипломатия: дипломат и рынок /МГИМО (У) МИД России. - М.: РОССПЭН, 2003. – с. 295.
- [10] Концепция развития урановой промышленности и атомной энергетики Республики Казахстан на 2002-2030 годы.
- [11] Нигматуллин М. Привлекая западные капиталы. // Финансы Казахстана. 1997. №8, стр. 63.
- [12] Политика и интересы мировых держав в Казахстане. – Алматы, 2002.
- [13] Программа развития урановой промышленности РК на 2004-2015 годы. Утверждена Постановлением Правительства Республики Казахстан №78 от 23 января 2004 года.//mgm.gov.kz.

- [14] Рабкин Ф.С., Филиппов Г.П. и др. Научные обоснования эффективных направлений нефтегазопроисловых работ в Южном Тургае //Известия АН КазССР, серия Геологическая №2 1998г, стр. 23-24.
- [15] Робертсон Дж. "Партнерство во имя мира", статья Генерального Секретаря НАТО Дж.Робертсона (газета "Казахстанская правда", 4 июля 2000 г.)
- [16] Сыздыков М.З. Современная система международных отношений: попытка аналитического прочтения. //Республика, №17, 2001 г.
- [17] Н. А. Назарбаев. Казахстан - 2030. Процветание, безопасность и улучшение благосостояния всех казахстанцев. Послание Президента страны народу Казахстана, Алматы. Дипломатический курьер. 1997, №4, 117 стр.
- [18] Н. Назарбаев. Послание Президента страны народу Казахстана. Октябрь, 2000 г. К свободному, эффективному и безопасному обществу. // "Казахстанская правда", 21 Октября, 2000 г.
- [19] Пресс-релиз Министерства иностранных дел Республики Казахстан, посвященный предстоящему празднованию 10-летия Независимости Республики Казахстан.
- [20] Nazarbayev outlines priorities of economic development//OilWatch.-Almaty, 2001,N 65,February 1-15.-P.1.- На англ.яз. Назарбаев уделяет внимание приоритетному развитию экономики Казахстана. Время нефти. Алматы, 1-15 февраля 2001 г., №65, с. 1.
- [21] Kazakstan's New oil policy places new burdens on foreign firms//Oil watch.- Almaty,2001, february 16 - 28.- P.11-12.- На англ.яз. Иностранные фирмы участвуют в разработке нефтяных месторождений в Казахстане. // Время нефти. Алматы, 16-28 февраля2001 г., с. 11-12.
- [22] Послание Президента Республики Казахстан Н.Назарбаева народу Казахстана Стратегия «Казахстан-2030» на новом этапе развития Казахстана. -akorda.kz.
- [23] Абыкаев Нуртай. (Первый Вице-Министр иностранных дел Республики Казахстан.) Казахстан - Европейский союз: партнерство и сотрудничество. // Казахстанская правда, 24 июня 2000 г.
- [24] Идоятова Г. Дела соседские // Литер, 21 августа 2007.
- [25] Создание казахстанско-российского СП на базе Оренбургского газоперерабатывающего завода// <http://www.kazrosgas.org>.
- [26] Стратегия ЕС в Центральной Азии – две стороны вопроса// <http://www.dw-world.de/dw/article/0,4139698,00.html>.
- [27] Стратегическое партнерство Казахстана и Китая в энергетической сфере// <http://www.easttime.ru/analitic/2/3/557.html>.
- [28] BP Statistical Review of World Energy 2011// <http://www.bp.com/liveassets/bp>.
- [29] Итоги стратегического развития нефтегазовой отрасли за 2010 год и планы на 2011 год, отчет Министерства нефти и газа Республики Казахстан// <http://mgm.gov.kz>.
- [30] Концепция развития урановой промышленности и атомной энергетики Республики Казахстан на 2002-2030 годы
- [31] Лаумулин М.Т. Центральная Азия в зарубежной политологии и мировой геополитике. Т. II: Внешняя политика и стратегия США на современном этапе и Центральная Азия. - Алматы: КИСИ при Президенте РК, 2006. - с. 227 Статья опубликована в сборнике материалов «круглого стола» «Послание Президента РК Н.А. Назарбаева «Новый Казахстан в новом мире» - стратегия очередного этапа развития страны». - Алматы: КИСИ при Президенте РК, 2007.
- [32] Идрисов. «Новый шаг к региональной и глобальной безопасности» <http://www.mfa.kz/index.php/ru/blog-ministraublikovana-statya-ministra>.
- [33] Е. Идрисов. «Многовекторная внешняя политика Казахстана в действии», <http://www.mfa.kz/index.php/ru/blog-ministra>.
- [34] Е. Идрисов «Новый шаг к региональной безопасности»//Егемен Казахстан, 13 мая 2014 год.
- [35] Мухамеджанов Б. Г. Синергетический Атлас/Казахстан – 2011. Науч.-попул. изд. - Алматы: “Фонд Первого Президента Республики Казахстан – Лидера Нации”, 2012. – с.400.
- [36] Указ Президента Республики Казахстан от 30 мая 2013 года № 57
- [37] «О Концепции по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике».
- [38] Постановление Правительства Республики Казахстан от 31 июля
- [39] 2013 года № 750 «Об утверждении Плана мероприятий по реализации Концепции по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике» на 2013 – 2020 годы».
- [40] Концепция экологической безопасности Казахстана на 2004-2015гг.;
- [41] Постановление Правительства Республики Казахстан от 25 января 2013 года № 43 "Об утверждении Плана мероприятий по развитию альтернативной и возобновляемой энергетики в Казахстане на 2013 - 2020 годы".
- [42] Концепция перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007-2024 годы.

#### Зарубежные источники

- [1] Foqué R. and Steenbergen J. Regionalism: a constitutional framework for global challenges / Global Politics of regionalism. Theory and practice, edited by M. Farrel, B. Hettne, L-V.Langenhove, Pluto Press, 2005. – p. 54-69.
- [2] Stadtmueller E. Regional dimensions of security//Global Politics of regionalism. Theory and practice, edited by M. Farrel, B. Hettne, L-V.Langenhove, Pluto Press, 2005. – p. 104-120.
- [3] Burgess J. Non-military security challenges//Contemporary security and strategy/ edited by C.A. Snyder. 2008. p. 245.
- [4] Singh S. Energy Security: Concepts and Concerns in India//Literature review of the conceptual framework of energy security in the international and Indian contexts // <http://inpec.in>.
- [5] Nicolas F., Godement F. Yakushiji T. Asia-Europe Cooperation on Energy Security. An Overview of Options and Challenges // <http://www.ifri.org>.
- [6] Tripath D. Energy Security: The Functional Area of Regional Cooperation for South Asia// <http://srch.slav.hokudai.ac.jp>.

[7] Koch J. Advancing South Asia's Energy Security through Efficiency and Regional Cooperation. An Interview with Srinivasan Padmanaban. 2012, March 16.

[8] Stephen Woolcock, Nicholas Bayne the New Economic Diplomacy: Decision-Making and Negotiating in International Economic Relations (G8 & Global Governance S.). – Ashgate Publishing Ltd. – UK 2005, 314 p.

## REFERENCES

- [1] Akhatov A.G., Ilyinsky AA Oil and gas Russia at the turn of the century. Moscow: *Nedra*, **1998**.
- [2] The data from the website of the Ministry of Foreign Affairs of the Republic of Kazakhstan // <http://www.mfa.kz/official/press.html>.
- [3] Eurasian Political Studies Centre & Social Technologies Agency "Epicenter". "Groups of influence" in the government and political system of the Republic of Kazakhstan. "Navigator" Internet newspaper. **2005**, November 29. <http://zonakz.net/articles>.
- [4] Yertysbaev E.K. Democratization in Kazakhstan: 1990-2000 years. - *Almaty: Atamura*, **2000**. -352 p.
- [5] Zhiznin S.Z. Russian energy diplomacy and international energy security (geopolitics and economics) // Herald Ross.gos. University. And Kant. №1, 2010; Rahrssland gibt Gas. München: *Hanser-Wirtschaft*, **2008**; Umbach F. GlobaleEnergiesicherheit. Strategische Herausforderungen für die europäische und deutsche Außenpolitik. - *Münich: Oldenbourg-Verlag*, **2003**
- [6] G. Omarov. Brazil distant and near. *Kazakhstanskaya Pravda*. - *Almaty*, 10 October **2007**.
- [7] E. Idrisov, the Foreign Ministry - not the trading house (a new quality of Kazakhstan's diplomacy) section of the RoK Minister of Foreign Affairs E. Idrisov // *"Republic"*, 26 April **2001**
- [8] Interview with Deputy Director of the Institute of Latin America of the Russian Academy of Sciences N.V. Klashnikovym. Latin America - a new theater or confrontation? *The Diplomatic bulletin*. - *M.*, **2008**.
- [9] Carron de la Carriere G. Economic Diplomacy: Diplomacy and the market. *MGIMO (University) MFA Russia*. - *M.:* *ROSSPEN*, **2003**. - p. 295.
- [10] The concept of the development of the uranium industry and nuclear power industry of the Republic of Kazakhstan for 2002-2030 years.
- [11] M. Nigmatullin attracting Western capital. *Finance of Kazakhstan*. **1997**. №8, p. 63.
- [12] Politics and the interests of the world powers in Kazakhstan. - *Almaty*, **2002**.
- [13] Kazakhstan uranium industry development program for 2004-2015. Approved by Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan №78 from January 23, **2004** // [mgm.gov.kz](http://mgm.gov.kz).
- [14] FS Rabkin, Philip GP et al. Scientific substantiation of effective directions of oil and gas exploration in the South Turgai. *Proceedings of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR, series of geologic № 2*, **1998**, pp. 23-24.
- [15] J. Robertson. "Partnership for Peace", the article George Robertson, NATO Secretary General (*the newspaper "Kazakhstanskaya Pravda"*, on July 4, **2000**)
- [16] MZ Syzdykov The modern system of international relations: an attempt of analytical reading. *Republic*, №17, **2001**
- [17] Nursultan Nazarbayev. Kazakhstan - 2030. Prosperity, security and improvement of welfare of all Kazakhs. Message from the President to the people of Kazakhstan, *Almaty. Diplomatic courier*. **1997**, №4, 117 p.
- [18] N. Nazarbayev. Message from the President to the people of Kazakhstan. October 2000 to the free, effective and safe society. *"Kazakhstanskaya Pravda"*, October 21, **2000**
- [19] Press release of the Ministry of Foreign Affairs of the Republic of Kazakhstan, dedicated to the forthcoming celebration of the 10th anniversary of Independence of the Republic of Kazakhstan.
- [20] Nazarbayev outlines priorities of economic development. *OilWatch.-Almaty*, **2001**, N 65, February 1-15.-P.1.- On ang.yaz. Nazarbayev pays attention to the priority development of the economy of Kazakhstan. *Oil Time. Almaty*, 1-15 February **2001**, № 65, p. 1.
- [21] Kazakhstan's New oil policy places new burdens on foreign firms. *Oil watch.- Almaty*, **2001**, february 16 - 28.- P.11-12.- On angl.yaz Foreign firms are involved in the development of oil fields in Kazakhstan. *Time of oil. Almaty*, 16-28 February. **2001**, p. 11-12.
- [22] Message from the President of the Republic of Kazakhstan Nursultan Nazarbayev to people of Kazakhstan Strategy "Kazakhstan-2030" in the new stage of development of Kazakhstan. -[akorda.kz](http://akorda.kz).
- [23] Nurtai Abykayev. (. First Vice-Minister of Foreign Affairs of the Republic of Kazakhstan) Kazakhstan - European Union: Partnership and cooperation. *Kazakhstanskaya Pravda*, June 24, **2000**
- [24] Idoyatova G. Cases neighborhood. *Liter*, 21 August **2007**.
- [25] Creation of the Kazakh-Russian joint venture on the basis of the Orenburg gas processing plant // <http://www.kazrosgas.org>.
- [26] EU Strategy in Central Asia - the two sides of the issue // <http://www.dw-world.de/dw/article/0,,4139698,00.html>.
- [27] The strategic partnership between Kazakhstan and China in the energy sector // <http://www.easttime.ru/analitic/2/3/557.html>.
- [28] BP Statistical Review of World Energy 2011 // <http://www.bp.com/liveassets/bp>.
- [29] Results of the strategic development of the oil and gas industry for 2010 and plans for 2011, the report of the Ministry of Oil and Gas of the Republic of Kazakhstan // <http://mgm.gov.kz>.
- [30] The concept of development of the uranium industry and nuclear power industry of the Republic of Kazakhstan for 2002-2030 years
- [31] Laumulín MT Central Asia in the foreign political science and world geopolitics. T. II: Foreign policy and strategy of the United States at the present stage, and Central Asia. - *Almaty: KISR under the President of the Republic of Kazakhstan*, **2006**. - p. 227, published in the collection of materials of the "round table" "Message from the President of Kazakhstan NA Nazarbayev "New Kazakhstan in a New World" - the strategy of the next stage of development of the country. " - *Almaty: KISR under RK President*, **2007**.

- [32] Idrisov. "New step towards regional and global security» <http://www.mfa.kz/index.php/ru/blog-ministraublikovana-statya-ministra>.
- [33] E. Idrisov. "Multi-vector foreign policy of Kazakhstan in action», <http://www.mfa.kz/index.php/ru/blog-ministra>.
- [34] E. Idrisov "New step towards regional security". *Egemen Kazakhstan*, May 13, 2014.
- [35] Mukhamedzhanov BG Synergetic Atlas / Kazakhstan - 2011. Nauch.-population. ed. - *Almaty*: "The Foundation of the First President of the Republic of Kazakhstan - Leader of the Nation", 2012. - s.400.
- [36] Decree of the President of the Republic of Kazakhstan from May 30, 2013 № 57
- [37] "On the Concept of transition of the Republic of Kazakhstan to the" green economy. "
- [38] Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated July 31,
- [39] 2013 № 750 "On Approval of the Plan of measures on realization of the Concept of transition of the Republic of Kazakhstan to the" green economy "for 2013 - 2020 years."
- [40] The concept of ecological security of Kazakhstan on 2004-2015 ;
- [41] Resolution of the Republic of Kazakhstan dated January 25, 2013 № 43 "On approval of the Action Plan for the development of alternative and renewable energy in Kazakhstan for 2013 - 2020".
- [42] Concept of Transition of Kazakhstan to sustainable development for the period 2007-2024.

#### Foreign sources

- [1] Foqué R. and Steenbergen J. Regionalism: a constitutional framework for global challenges / Global Politics of regionalism. Theory and practice, edited by M. Farrel, B. Hettne, L-V.Langenhove, *Pluto Press*, 2005. – p. 54-69.
- [2] Stadtmueller E. Regional dimensions of security//Global Politics of regionalism. Theory and practice, edited by M. Farrel, B. Hettne, L-V.Langenhove, *Pluto Press*, 2005. – p. 104-120.
- [3] Burgess J. Non-military security challenges. Contemporary security and strategy, *edited by C.A. Snyder*. 2008. p. 245.
- [4] Singh S. Energy Security: Concepts and Concerns in India//Literature review of the conceptual framework of energy security in the international and Indian contexts // <http://inpec.in>.
- [5] Nicolas F., Godement F. Yakushiji T. Asia-Europe Cooperation on Energy Security. An Overview of Options and Challenges // <http://www.ifri.org>.
- [6] Tripath D. Energy Security: The Functional Area of Regional Cooperation for South Asia// <http://srch.slav.hokudai.ac.jp>.
- [7] Koch J. Advancing South Asia's Energy Security through Efficiency and Regional Cooperation. An Interview with Srinivasan Padmanaban. 2012, March 16.
- [8] Stephen Woolcock, Nicholas Bayne the New Economic Diplomacy: Decision-Making and Negotiating in International Economic Relations (G8 & Global Governance S.). – *Ashgate Publishing Ltd.* – UK 2005, 314 p.

### ҚАЗАҚСТАННЫҢ БАСҚА ӘЛЕМДІК ФАКТОРЛАРЫМЕН САЯСИ-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЫНТЫМАҚТАСТЫҒЫ

Д. Исмаилова<sup>1</sup>, А. Нұрғалиева<sup>1</sup>, Н. Шамуратова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>"Имиджелогия академиясы" ЖШС, Астана

<sup>2</sup>ҚР Есеп комитетінің ҚБЗО РМК, Астана

**Түйін сөздер:** жаһандану, энергетикалық дипломатия, саяси-экономикалық жағдай, энергоресурстар, қайта қалыпқа келетін қайнар көздер, тұрақты даму.

**Аннотация.** Берілген мақалада қазіргі таңдағы жаңашыл жаһандану жағдайындағы халықаралық қатынастардың жағдайы баяндалады. Бұл қатынастар өз алдына Қазақстан Республикасының энергетикалық дипломатия қатынастарының орны мен рөлін айқындауға негізделген. Және де ол өз кезегінде әлемдік энергетикалық қауіпсіздік жағдайын нығайтуға көмектеседі. Әлемдік экономикалық дағдарыспен қатар, интеграциялық процестерді жандандыру, нарықты кеңейту, бәсекелестік, инновациялық ғарыштық шекаралары, облыстық бірлестіктерінің халықаралық ұстанымын нығайтып дамыған елдермен Қазақстанның экономикалық ынтымақтастықтығына жаңа жағдай жасап жатырмыз. Өз кезегінде, бұл халықаралық еңбек бөлінісінде елдің қатысу үшін мәнін анықтайды, ол Қазақстанның үдемелі индустрияландыру мен инновациялық даму жөніндегі стратегиялық курсын жариялады. Мұндай жағдайларда, бұл сыртқы экономикалық саясаттың факторларын бағалау және халықаралық экономикалық ынтымақтастық бағыты мен өлшемін таңдау маңызды болып саналады. Әлемдік экономикалық дағдарыс айқын тұрақты дамудың үш тағанын (экономикалық, әлеуметтік, экологиялық) тепе-теңдікті қамтамасыз емес екенін көрсетеді.

*Поступила 16.05.2016 г.*

**REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 2224-5227

Volume 3, Number 307 (2016), 150 – 155

**THE REPORT ON EXPEDITION WORK IN ZHAMBYL  
AND PAVLODAR AREAS IN 2015**

**Z.T. Tastanova, K.U. Torlanbayeva**

Kazakh national agrarian university;  
Institute of History and Ethnology named after Ch. Valikhanov  
[ztastanova@mail.ru](mailto:ztastanova@mail.ru), [torlanbayeva@mail.ru](mailto:torlanbayeva@mail.ru)

**Keywords:** Kazakhstan, the Pavlodar area, Zhambyl area, religious processes, Islam, archives, culture.

**Abstract.** Publication overall objective is the report on forwarding work in the Zhambyl and Pavlodar areas spent in 2015 for realization of the scientific project.

Methodological basis of research are the interviewing, questioning, work with data of official bodies and sites, and also work in archives in the regional centres in Taraz and Pavlodar.

The results of the expeditions are recommendations for the further understanding of religious processes in areas, founding of archival materials concerning religions in different years, the analysis of data of official bodies and sites, comparative studying of statistical data.

УДК 2:001.12: 94(574)

**ОТЧЕТ ПО ЭКСПЕДИЦИОННОЙ РАБОТЕ  
В ЖАМБЫЛСКУЮ И ПАВЛОДАРСКУЮ ОБЛАСТИ В 2015 Г.**

**З.Т. Тастанова, К.У. Торланбаева**

Казахский Национальный аграрный университет;  
Институт истории и этнологии им. Ч.Ч. Валиханова КН МОН РК

**Ключевые слова:** Казахстан, Павлодарская область, Жамбылская область, религиозные процессы, ислам, архивы, культура.

**Аннотация.** Главной целью публикации является отчет по экспедиционной работе в Жамбылской и Павлодарской областях, проведенных в 2015 г. в рамках реализации научного проекта.

Методологической основой исследования стало проведение интервьюирование, анкетирования, работа с данными официальных органов и сайтами, а также работа в архивах в областных центрах г. Тараз и Павлодар.

Результатом экспедиций стали накопление архивных материалов по вопросам религий в разные годы, анализ сведений официальных органов и сайтов, сравнительное изучение статистических данных, рекомендации для дальнейшего понимания религиозных процессов в областях.

Полученные результаты могут быть использованы в ходе аналитических работ по истории Казахстана, современной религиозной ситуации государственными органами и научно-исследовательскими центрами. Областью применения результатов является религиоведение, история, культура.

В целях реализации проекта в 2015 г. были проведены этнографические экспедиции для сбора архивных материалов, работы в городских архивах и проведения исследований проблем современных религиозных процессов в Жамбылской и Павлодарской областях.

В ходе командировки в Жамбылскую область в период с 10 по 20 июля 2015 г. проводилась работа в Областном Государственном архиве Жамбылской области, целью которой был сбор архивных материалов досоветского и советского периодов по вопросам религий населения области. Этот материал в будущем году послужит основой для реконструкции религиозного положения в регионе в эти периоды. В целях получения информации о современных религиозных

процессах в Жамбылской области и ознакомления с понимаем ситуации официальных государственных органов состоялась беседа с представителем Центра по исследованию проблем религии Управления по делам религий акимата Жамбылской области Г.К. Кузембаевым. Также была проведена обработка официальных статистических данных, которая показала, что в области на 2014 г. зарегистрировано 325 религиозных объединений и филиалов, 4 конфессии и 12 деноминаций. В том числе 281 филиал ДУМК (Духовного управления мусульман Казахстана), 44 христианской направленности (8 православных церквей и Представительство русской православной церкви, 1 католическая церковь, 34 протестантских церквей) [1, с. 60].

В 2011 г. религиозные объединения, действующие в регионе, состояли из пяти конфессий и 20 деноминаций. Официально зарегистрированы в Департаменте юстиции области 389 религиозных объединений, из которых 319 мусульманские, 10 православные, одно католическое, 56 протестантские, два объединения бахаи и один православный фонд милосердия [2, с. 52-53].

В Жамбылской области в 2000 году действовали основные конфессии - ислам (1169 религиозных объединений и более 20000 последователей), христианство (58 объединений и более 8000 последователей), нетрадиционные (3 объединения и 200 последователей). В органах юстиции г. Тараза в 2000 году были зарегистрированы 41 мусульманское, 48 христианских и 2 нетрадиционных объединения [3].

Динамика численности религиозных объединений с 2000 по 2015 гг. показывает их увеличение с 2000 по 2011 гг. по всем основным конфессиям и небольшое уменьшение к 2015 году. Это может быть связано с вступлением в силу нового Закона Республики Казахстан «О религиозной деятельности и религиозных объединениях» от 25 октября 2011 года, а также усиления контроля за религиозными организациями со стороны правоохранительных органов. На основе работы религиоведов-экспертов Центра в настоящее время предложена новая классификация религиозных объединений, сократившая число конфессий и деноминаций с 46 до 18.

В ходе этнографической экспедиции в Павлодарскую область в период с 27 июля по 10 августа 2015 г. была проведена следующая работа:

- 1) проведен сбор материалов в Павлодарском областном историко-краеведческом музее им. Г. Н. Потанина;
- 2) проведена экспедиция в Баянаульский район с целью посещения святых мест, связанных с религиозными деятелями и выдающимися личностями этой области;
- 3) было осуществлено посещение мавзольного комплекса Машхур Жусуп Копеева, его музея в местности Ескелды, проведено интервьюирование потомков семьи Копеева;
- 4) проведен анализ сведений официальной статистики Комитета по делам религий Павлодарской области.

Согласно сведениям официального сайта Комитета по делам религий в регионе представлены такие конфессии, как: 1) ислам, динамика населения области относящих себя к мусульманам показывает нестабильность в рамках увеличения и уменьшения в период 2011-2015 гг., официально действует 88 мечетей в различных районах области; 2) православие; 3) католичество; 4) баптисты; 5) пресвитерианство; 6) свидетели Иегова; 5) лютеранство; 6) Новоапостольская церковь; 7) бахаи; 8) иудаизм; 9) буддизм [4].

Большинство казахов и других тюркоязычных народов Жамбылской и Павлодарской областей считают себя мусульманами. Как пояснила в своем исследовании Н.Д. Нуртазина: «Необходимо высоко оценить ханафитско-матуридическую интерпретацию исламской религии, в том числе самого акта обращения в ислам. Согласно этому мазхабу для вхождения в мусульманскую общину достаточно веры («иман»)–декларация веры, т.е. признание Единства Аллаха и пророчества Мухаммада через произнесение формулы «Ля илляха илля Аллах Мухаммад расул Аллах»). Невыполнение пятикратного намаза и других фарзов, хотя и порицается, но все же не лишает человека статуса мусульманина, что было связано с диалектическим пониманием взаимосвязи «иман» (веры) и «амал» (деяний)» [5, с. 68]. Но знания большинства «мусульман» об исламе ограничиваются выполнением ряда обрядов. Как показывает

исследование по Жамбылской области, особенно это относится к людям более старшего поколения, которые обрели интерес к исламу в связи с отклонением от атеистической идеологии советского прошлого. Люди начали открывать для себя религию не только как часть их общего исторического и культурного прошлого, но и в качестве живого источника нравственного и духовного возрождения.

В настоящее время, по словам представителей Управления по делам религий, основную долю практикующихся верующих составляют лица среднего возраста и более молодые люди. Именно представители данной группы в основном посещают места богослужений и соблюдают религиозные обряды. Также в двух областях фиксируется появление категорий молодых людей, критически относящихся к местному традиционному исламу, они игнорируют традиции и обряды, отрицают почитание святых в локальной религиозной пратике казахского народа и других тюркоязычных народов. По Павлодарской и Жамбылской областям святых культовых мест достаточно. В Жамбылской области по отношению к активно верующим наблюдается сдержанно-осторожное отношение населения, особенно взрослого. Такое отношение общества проявляется в связи с ухудшением религиозной обстановки в мире, угроз терроризма и проявления радикальных религиозных идей, особенно у молодежи. Что интересно, если раньше считалось, что религия это удел взрослого поколения, то на сегодняшний день возраст верующих молодеет. Такое явление должно насторожить казахстанское общество, потому что глобальное идеологическое влияние различных геополитических сил в Центральной Азии возросло и молодежь становится главной движущей силой в вербовках различных религиозных объединений. При чем как показывает обследование официальной информации по религиозной ситуации это касается не только ислама, но и каталитизма, различных течений в православии и пришедших извне религиозных сект.

По словам Г.К. Кузембаева, в Жамбылской области не выявляются факты распространения радикальных идей ислама для мелких сельских округов, где присутствует позиция акимов, сельских аксакалов и где традиционные основы «народного ислама» сильны. И в то же время в крупных населенных пунктах, городах существует угроза негативных тенденций. В аулах и селах люди всегда отличались укорененными традициями, возможно это и является особым иммунитетом против радикализации населения.

Радикальные идеи расходятся с традиционными религиозными традициями казаского оющества. Причинами, способствующими формированию данной ситуации, являются нерешенные проблемы в сфере религиозных отношений: это и низкий социальный уровень, маргинализация молодежи, религиозная безграмотность, низкий уровень образованности, низкий социально-экономический уровень и многое другое. Немаловажна роль ДУМК и муфтиатов. Муфтиат как политическая организационная структура пропагандирует в основном догматический ислам, забывая говорить об истории распространения ислама в Казахстане, о двенадцати веках существования ислама на этой территории (со времени проникновения арабов, с Атлахской битвы 751 г.). Более того отсутствуют представления о том, что утверждению ислама в тюркский и послемонгольский периоды способствовала гибкость ислама к обычаям, традиционным религиозным представлениям и другим религиям центрально-азиатского региона. В этой связи мы можем рассматривать ислам у казахов как часть культуры и культурного наследия.

Проникновение и распространение ислама в Казахстане имеет свои особенности - это сочетание ислама с духовными традициями доисламских тюркских обществ и формирование тюркских суфийских школ (йасавийа, нахшбандийа, кубравийа). Как показывают письменные источники, в средние века существовали многочисленные мусульманские сочинения, на страницах которых велись дискуссии относительно многих аспектов веры и религии, сохранились нахшбандийские и кубравийские труды, а автором «Хикметов» является, как сообщает традиция, ходжа Ахмед Йасави [6]. Как пишет А.К. Муминов от имени ответственного редактора исследования «Собрание фетв по обоснование зикра джахр и сама»: «...Ходжа Ахмед Йасави учитывал культурное наследие, менталитет и даже особенности мировоззрения тюркского наррда.

Предлагаемые им формы исламизации здешних народов создали уникальные проявления национальной культуры местных тюркоговорящих народов, среди которых казахская культура... И именно суфизм вообрал в себя и бережно относился к той самой древней традиции (по крайней мере, не противоречащего шариату ее компонента), которая до сих пор составляет основу и дух культуры народа. И, между прочим, такая позиция и формы исламизации никак не противоречат сунне Пророка (как это стараются доказать противники суфизма), который в связанных с его высказываниями и действиями преданиях (хадисы) предполагал распространение провозглашенной им религии среди разных народов. Видимо, поэтому ислам охотно вбирал в себя все полезное общине, в том числе и из доисламских традиций» [7, с. 17]. В случае же с местным мусульманским духовенством, с представителями которого происходили беседы во время экспедиции и по рассказам Г.К. Кузембаева, наблюдается отделение религии от культуры, стремление придать «ортодоксальную» сущность современному исламу в Казахстане. В этой связи рекомендуется проведение разъяснительных научных мероприятий совместно и для представителей ДУМК.

В современном религиозном положении в Казахстане наблюдается превращение суфийских идей в сектанские идеи. По словам Г.К. Кузембаева, в Жамбылской области фиксируются случаи, когда в практике «зикра» применяются наркотические вещества, чтобы впасть в транс и достичь экстаза, для единения со Всевышним.

Миссионерская деятельность различных конфессий также является характерной чертой современного Казахстана и в этом отношении ни Павлодарская, ни Жамбылская области не являются исключением.

Помимо ислама с периода обретения независимости в Казахстан проникли различные религии. Среди них возросла позиция протестантизма. Его адепты проводят активную работу по евангелизации населения на территории Республики Казахстан, вербуют людей независимо от этнической принадлежности. На этот же фактор указал и работник акимата, добавив при этом, что для Жамбылской области характерен довольно высокий уровень вовлеченности в нетрадиционные конфессии, т.е. не ислам и не православие. В основном увеличилось количество верующих-казахов, среди протестантских объединений, Иеговистов и нетрадиционных объединений.

Так, для миссионеров «Свидетелей Иеговы» характерен активный прозелитизм (вербовка адептов среди представителей иных конфессий), причем ориентируются они в большинстве случаев на лица коренной национальности, что является причиной недовольства представителей традиционного ислама и предпосылкой к конфликтам на межнациональной и межконфессиональной основе.

Опасность данной секты заключается в том, что участие в ней наносит значительный вред психическому и физическому здоровью граждан. Все иеговисты отрицают любое земное правительство и все, что с ним связано: службу в армии (пацифизм), присягу на государственные праздники, отдавание почестей флагу. Наиболее опасным в деятельности «Свидетелей Иеговы» является отказ от переливания крови, что наносит реальный вред здоровью и жизни людей и является юридической причиной, по которой можно предпринимать меры уголовно-правового характера по отношению к ней (в деятельности секты имеются случаи летального исхода). Указанное религиозное объединение считается одним из самых агрессивных, тоталитарных, не терпящих инакомыслия, члены которой должны отдавать полный и чистосердечный отчет своему руководителю. Не поощряется любое светское образование, ибо оно, по мнению руководства, лишь затуманивает мозги ложным знанием и ослабляет усилия по изучению Священного Писания. Утверждается негативное отношение к любой мирской работе, если она мешает полной отдаче члена секты служению Иегове, которое важнее всего остального, и поэтому для служения должно использоваться все свободное время. Учреждается строгий контроль за тем, чтобы каждый из братьев и сестер настойчиво самосовершенствовался в знании доктрины организации и ее активной пропаганде.

В конце XX века большую активность в областном центре Жамбылской области, в г.Таразе

стали проявлять организации, связанные с «Церковью саентологии». При этом примечателен факт, что как религиозное объединение «саентология» зарегистрированы только в г. Алматы. «Церковь Саентологии» вообще церковью в христианском смысле этого слова не является, так как место бога практически занимает Хаббард и каждый адепт вносит свою лепту в культ его личности.

Саентологи всячески пытаются придать своему учению оттенок научности, их литература насыщена самодельными специальными наукообразными терминами и сокращениями, используются компьютерные методы, тесты, графики. Однако подлинной науки в учении нет. Все сводится к штудированию догматов, изложенных в книгах Хаббарда. Любое устное или письменное слово основателя считается «священным писанием». Реально, саентология - это смесь сведений из психологии, черной магии, оккультизма и научной фантастики, помноженная на беспрекословную веру в непогрешимость и гений отца-основателя Хаббарда и созданной им организации.

В связи с этим огромная работа стоит перед государственной исполнительной властью, призванной не допускать дефференциации социально-экономического уровня населения, поощрять систему образования и науки как основы образованности и единства гражданского общества. А перед Духовным управлением мусульман Казахстана стоит решение целого ряда вопросов, и главный - это консолидация мусульманской общины и оказание методической помощи. Актуальным остается уровень профессионализма мусульманского духовенства. Несмотря на проводимую аттестацию имамов мечетей, уровень и авторитет духовенства остается пока низким. Невыверенные кадровые решения снижают влияние ДУМК в мусульманской среде, провоцируют противоречия и конфликты. Нерешенной остается и проблема по регулированию образовательных учреждений религиозных объединений, которые под видом различных фондов, курсов по изучению религиозных канонов могут пропагандировать радикальные взгляды.

Таким образом, религиозный фактор оказывает доминирующее социально-культурное влияние на формирование личности и является одним из основных критериев самовосприятия для значительной части населения Казахстана. В частности, в настоящее время большинство жителей Жамбылской области идентифицируют себя, прежде всего, как представителей определенной религиозной традиции (мусульманской или христианской (православной)). В то же время, по мнению специалиста Управления по делам религий акимата Жамбылской области, на сегодняшний день большинству жителей свойственна слабая или умеренная религиозность. Особенность ее в том, что религиозные нормы и правила воспринимаются в качестве традиции, а не обязательных предписаний, т.е. исполнение религиозных обрядов, ритуалов в данном случае мотивируется не чувством верования, а сложившейся традиционной нормой, устоями. В то же время, наблюдается постепенное увеличение доли верующих в общей массе населения, что отражает процесс усиления роли религии в разных сферах общественной жизни. Противоречия, он видит в основном между последователями нетрадиционных исламских течений и остальной частью населения, не приемлющей идеи исламского фундаментализма и радикализма.

В целом Жамбылская область представлена различными религиозными конфессиями, однако наиболее распространенной является ислам. Второй по величине религиозной общиной, являются православная.

На выбор людьми той или иной религиозной конфессии определяющее влияние оказывает их национальная принадлежность. В связи с этим национальный состав последователей двух наиболее значимых религий, а именно ислама и православия, значительно различается. В частности, основу мусульманской общины составляют представители казахской национальности, а православной - русские. В целом этноконфессиональные отношения в Жамбылской области стабильны, отношения между представителями разных этносов отличаются толерантностью.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Алина К.Ж. Распространение радикальных религиозных идей и выбор этнической и религиозной принадлежности среди молодежи РК \\\ Материалы семинара-тренинга Центра по изучению проблем религии. – Тараз, 16-17 апреля 2015 г. – Тараз: Центра по изучению проблем религии, 2015. – 268 с.
- [2] Статистический ежегодник по Жамбылской области за 2011 г. - Тараз, 2014.
- [3] Отчет о религиозной ситуации в Жамбылской области за 2000-2014 гг. Центра по исследованию проблем религии Управления по делам религий акимата Жамбылской области. – Тараз, 2014.
- [4] Официальный сайт Департамента по делам религий РК // <http://www.din.gov.kz>
- [5] Нуртазина Н.Д. Новые подходы к изучению религиозной идентичности казахского этноса. – Қазақ хандығының құрылуының 550 жылдығына орай ұйымдастырылған «Қазақ хандығы: тарих, теория және бүгінгі күн» атты халықаралық ғылыми-теориялық конференция материалдары. – Алматы, 2015. – С. 67-70.
- [6] ДеУис Д. Маша' их-и турк и Х<sup>в</sup>аджаган: переосмысление связей между суфийскими традициями Йасавийа и Накшбандийа. – Суфизм в Центральной Азии: зарубежные исследования. – Санкт-Петербург: Восточная литература, 2001. – С. 211-274.
- [7] Собрание фетв по обоснованию зикра джахр и сама`\\Введение, подготовка оригинального текста, приложения и указатели Б.М. Бабаджанов и С.А. Мухаммадаминов. – Алматы, Ташкент: Дайк-Пресс: 2008. – 278 с.

## REFERENCES

- [1] Alina K.Zh. rasprostranenie radikal'nyh religioznyh idej i vybor etnicheskoj i religioznoj prinadlezhnosti sredi molodezhi RK \\\ Materialy seminar-treninga Tzentra po izucheniyu problem religii. - Taraz, 16-17 aprelya 2015 g. - Taraz: Tzentra po izucheniyu problem religiy, 2015. – 268 s.
- [2] Statisticheskij ezhegodnik po Zhambyl'skoj oblasti za 2011 g. - Taraz, 2014.
- [3] Otchet o religioznoj situatzii v Zhambyl'skoj oblasti za 2000-2014 gg. Tzentra po issledovaniyu problem religii Upravleniya po delam religij akimata Zhambyl'skoj oblasti. - Taraz, 2014.
- [4] Ofitsial'nyj sajt Departamenta po delam religij RK // <http://www.din.gov.kz>
- [5] Nurtazina N.D. Novye podhody k izucheniyu religioznoj identichnosti kazahskogo etnosa. - Khazakh handygynyn kurylyunyn 550 zhyldygyna oraj ujymdastyrylgan "Khazakh handygy: tarih, teoriya zhane bugingi kun" atty halyqaralyq gylymi-teoriyalq konferentziya materialdary. – Almaty, 2015. – S. 67-70.
- [6] Dewis D. Masha' ih-i turk i Hvadzhan: pereosmyslenie svyazej mezhd u sufijskimi traditziyami Jasavija i Nakshbandija. - Sufizm v Tzentral'noj Azii: zarubezhnye issledovaniya. - Sankt-Peterburg: Vostochnaya literatura, 2001. - S. 211-274.
- [7] Sobranie fetvpo obosnovanie zikra dzhahr i sama`\\Vvedenie, podgotovka original'nogo teksta, prilozheniya i ukazateli B.M. Babadzhanov i S.A. Muhammadaminov. - Almaty, Tashkent: Dajk-Press: 2008. - 278 s.

**2015 ЖЫЛҒЫ ЖАМБЫЛ ЖӘНЕ ПАВЛОДАР ОБЛЫСЫНДАҒЫ  
ЭКСПЕДИЦИЯЛЫҚ ЖҰМЫС БОЙЫНША ЕСЕП**

**З.Т. Тастанова, К.Ө.Торланбаева**

**Түйін сөздер:** Қазақстан, Павлодар аймағы, Жамбыл аймағы, діни үдерістер, ислам, мұрағаттар, мәдениет.

**Аннотация.** Жарияланымның негізгі мақсаты ғылыми жобаны орындау аясында 2015 ж. Жамбыл және Павлодар облысындағы өткізілген экспедициялық жұмыс бойынша есеп.

Зерттеудің методологиялық негізі сұхбат жүргізу, ресми органдардың мәліметтер және сайттармен жұмыс істеу, және Тараз, Павлодар облыс орталықтарындағы мұрағаттарда жұмыс істеу.

Экспедицияның нәтижесі әр жылдардың діни мәселелері бойынша мұрағаттық материалдарды жинақтау, ресми органдар мен сайттардың деректерін, статистикалық деректердің салыстырмалы зерттеуі, облыстардағы діни процесстерді одан әрі түсіну үшін ұсыныстар болды.

Табылған нәтижелер Қазақстан тарихы бойынша, қазіргі заманғы діни ахуалда мемлекеттік органдар мен ғылыми-зерттеу орталықтарымен аналитикалық жұмыс барысында пайдаланылуы мүмкін. Нәтижелердің қолдану салалары дінтану, тарих және мәдениет болып саналады.

*Поступила 16.05.2016 г.*

**REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 2224-5227

Volume 3, Number 307 (2016), 156 – 166

UDC 94(3) 930.2

**TURKIC RUNIC MONUMENTS AS A SOURCE  
ON THE HISTORY OF KAZAKHSTAN**

**K.U. Torlanbayeva**

Institute of History and Ethnology named after Ch. Valikhanov  
[torlanbayeva@mail.ru](mailto:torlanbayeva@mail.ru)

**Keywords:** runic monuments, history, source study, Turk, Kazakhstan, Central Asia.

**Abstract.** In presented article the author investigates Turkic Runic monuments as a source on the history of Kazakhstan. In the centre of attention of the author it is not only the Runic inscriptions, which have been found on the territory of Kazakhstan, but also the Big monuments in Mongolia. The events connected with a campaign of East Turkic on Turgesh have the direct relation to history of Kazakhstan in Early Middle Age, its settled and nomadic areas.

Methodological basis of research is the historiographic analysis of the researches occupied on problems of the historical studying of monuments runics letters. A.S.Amanzholov's and J.A.Zueva's monographics works have been put in an analysis basis.

The conclusion that in the history of Early Middle Age of Kazakhstan there were the considerable events connected with relations of Turks and Turgeshs and the statement autochthonic of the political power in Zhetysu became result of the research.

The received results can be used during analytical works on the history of Kazakhstan and the adjacent countries. A scope of results is turcology, the source study and history of the Turkic people.

УДК 94(3) 930.2

**ТЮРКСКИЕ РУНИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ  
КАК ИСТОЧНИК ПО ИСТОРИИ КАЗАХСТАНА**

**К.У. Торланбаева**

Институт истории и этнологии им Ш. Валиханова

**Ключевые слова:** рунические памятники, история, источниковедение, тюрки, Казахстан, Центральная Азия.

**Аннотация.** Главной целью исследования является изучение тюркских рунических памятников как источников по истории Казахстана. В центре внимания не только рунические надписи, обнаруженные на территории Казахстана, но и Большие памятники Монголии. События, связанные с походом восточных тюрков на тюргешей, имеют прямое отношение к истории раннесредневекового Казахстана, его оседлых и кочевых областей.

Методологической основой исследования является историографический анализ казахстанских работ по проблемам исторического изучения памятников рунического письма. В основу анализа были положены труды А.С. Аманжолова и Ю.А. Зуева.

Результатом исследования стало заключение о том, что в истории раннесредневекового Казахстана происходили значительные события, связанные с тюрко-тюргешскими отношениями и утверждением автохтонной политической власти в Жетысу.

Полученные результаты могут быть использованы в ходе аналитических работ по истории Казахстана и сопредельных стран. Областью применения результатов является тюркология, источниковедение и история тюркских народов.

Тюркские рунические памятники, распространенные среди кочевого населения Евразии, являются важным историческим источником по истории Казахстана.

Среди многочисленных исследований по руническим памятникам в настоящем историографическом анализе мы бы хотели осветить работы таких казахстанских ученых, как А.С. Аманжолова и Ю.А. Зуева, и сосредоточится на тех вопросах, которые относятся к истории и источниковедению Казахстана.

Монография А.С. Аманжолова «История и теория древнетюркского письма» (2003 г.) является плодом многолетней работы автора по изучению лингвистических и филологических аспектов рунической письменности тюрков. В этом исследовании Алтай Сарсенович систематизирует современные знания о руническом письме, его графических системах, правилах чтения рунических надписей различных локальных групп, дает «уточненные» их переводы с учетом всех филологических оснований и правил. Казахстанский ареал распространения рунического письма находится в центре его трудов, находки рунических надписей на нашей территории открывают возможности для выяснения вопросов историко-этнических связей тюркских народов.

По мнению А.С. Аманжолова, собственно на территории Казахстана рунические надписи можно классифицировать по месту их находок, это: иртышские, сырдарьинские, илийские, яикские (уральские) [1, с. 12].

Начало же археологических исследований руники на территории Казахстана началось в 1893 г., когда в целях поисков памятников древности на территорию Семиреченской и Сырдарьинской областей Туркестанского генерал-губернаторства была направлена экспедиция Русского Археологического общества во главе с В.В. Бартольдом. Предполагалось, что Семиречье (*каз.* Жетысу) как центр древней культуры, о котором писали китайские и арабо-персидские авторы, также мог быть центром распространения древнетюркского письма. Оживление интереса у местных краеведческих обществ и энтузиастов привело к первым находкам руники в 1896 и 1898 годах [2]. Это были каменные валуны с руническим письмом, названные Таласскими памятниками. С тех пор они приобрели свое отдельное от орхоно-енисейских памятников место в классификации рунической письменности на основе места их нахождения. В современный исторический период область обнаружения таласских памятников находится на территории суверенного Кыргызстана.

А.С. Аманжолов в этой работе уделяет особое внимание казахстанским находкам рунического письма, их чтению и переводам. Рунические и руноподобные надписи и знаки на отдельных предметах, скалах, камнях, балбалах и т.д. на протяжении XX в. обнаруживались на Иртыше, Сырдарье, Или, Чу и охватывают территории Восточного и Южного Казахстана.

Рунические надписи, найденные на территории Казахстана, и сопредельных современных областях Кыргызстана и Узбекистана, наносились на разные предметы, круг которых весьма разнообразен, это и зеркала, хумы, амулеты, кольца, блюда и т.д. Например, знаменитая Таласская палочка, обнаруженная в 1932 г., представляет собой деревянную палочку, на которую с четырех сторон были нанесены рунические письмена. Краткие рунические надписи встречались на глиняном хуме из городища Кой-Крылган-Кала на Амударье [1, с. 8]. Руническая надпись на керамическом амулете обнаружена во время раскопок городища Ак-тобе 1 на левом берегу Сырдарьи [1, с. 239-241].

Казахстанский круг рунических находок отличается тем, что для нашего ареала характерно разнонаправленность использования рунической письменности и различные их связи в региональном отношении, рунические надписи немногочисленны, не встречено памятников с большим повествовательным объемом. Например, Семиреченский ареал, охватывающий территории Южного Казахстана и Северного Кыргызстана с древнейших времен был центром интенсивных связей между народами, и не только по линии скотоводческих и земледельческих взаимосвязей. Как считают авторы книги «Художественные бронзы Жетысу» (2013 г.), находки многочисленной керамики в Семиречье свидетельствуют о существовании на этой территории религиозно-ритуального комплекса сакских племен в эпоху поздней бронзы и раннего железного века [3, с. 70-71]. Вероятно, это же значение не потеряло регион и в ранний тюркский период. В этом смысле интересными являются Таласские памятники, которые имеют уникальную

особенность, они наносились с какой-то определенной целью на валуны и, возможно, их находки входили в состав ритуально-погребального или храмового комплекса. По описанию Д.Ф. Винника и П.Н. Кожемяко урочище Айртам-Ой на протяжении многих десятков лет со времени находок таласских валунов многократно распахивалось и засеивалось и поэтому точную дату нанесения на валуны руники определить невозможно. Остатки поселения, где были обнаружены камни-валуны (некоторые из них достигают огромных размеров, например, 1,25x0,7x0,6 м.) по археологическим слоям и найденной керамике относятся к караханидскому времени X – XII вв. Местные жители это городище называли Кескен-Тюбе. Как отмечают авторы исследования, восстановившие по описанию В.А. Каллауром первые находки таласских памятников (второй таласский памятник) и обнаружившие другие (восьмой, девятый, десятый, одиннадцатый таласские памятники): «Оба (последних – К.Т.) находились в непо потревоженном материковом галечно-песчаном грунте. Культурный слой в данном месте отсутствует. Только на поверхности встречаются черепки глиняной посуды. Судя по стратиграфии раскопок, заложенных на поселении, можно сделать следующий вывод: камни с письменами были здесь еще до того, как возникло городище (Кескен-Тюбе – К.Т.), т.е. до X в.» [2, с.10].

О религиозном содержании таласских памятников говорил Ю.А. Зуев. По его мнению, во втором таласском памятнике говорится о Кара-чоре – носителе «духовной должности», который руководил и заботился о консорции «отуз оглан» (тридцать сыновей-воинов), т.е. слушателей манихейской «школы» в тюркской среде в период существования Тюркешского каганата, т.е. за два века до Караханидов. В этом случае, вторая строка этой надписи приобретает смысл при таком ее чтении: «Мое геройское имя – Кара-чор. Почетно имя – «Кара – не согрешит» [4, с. 201]. Чтение и переводы этих таласских памятников по своему смыслу напоминают тексты енисейских памятников ритуально-погребального содержания, где также упоминаются слова «отуз эр» - «тридцать воинов», «инал» - «верный» [5, с. 62, 219 и др.].

Илийские рунические надписи, которые обнаружил и исследовал А.С. Аманжолов, можно условно подразделить на 3 группы. 1) Это рунические надписи на скалах, в местах охоты местных племен, по содержанию они относятся к охотничьей магии (надписи из ущелий Терексай, Надыр, Садыр) [1, с. 209-213]. 2) Греческие наскальные надписи в культово-религиозных местностях в ущельях Тайгак и Тамгулукташ [1, с. 223-234]. 3) Предметы, на которые были нанесены руноподобные, рунические и грекографические надписи на серебряной чаше из сакского кургана, бронзовом перстне тюркского времени, каменном пряслице из Талгарского городища [1, с.214-224, 235-236]. Этот набор надписей, прочитанных А.С. Аманжоловым, свидетельствует о традиции местного населения делать надписи как элемент охотничьей магии и в местах, служащих в разное время культовыми.

В целом, предположим, что семиреченский и илийский комплексы надписей могут относиться к одному ареалу расселения скотоводческого и земледельческого населения взаимодействующего в разные исторические периоды. Также в этой области существовали определенные ритуально-культовые места, в тюркское время, имеющие отношение к манихейским святилищам. Жетысу было местом сосуществования и соприкосновения скотоводческих и земледельческих культов автохтонного сакского, и затем тюркского населения. Среди множества вопросов истории Семиречья возникает и вопрос о языковых и культурных взаимодействиях ираноязычных и тюркоязычных народов.

В этой связи важным вопросом исследований А.С. Аманжолова является генезис рунического письма. В рассматриваемой работе прослеживается развитие письма от пиктографии к идеографии, показывается возможность происхождения рунического письма в результате длительной самостоятельной эволюции от древнейшего лотографического или алфавитного письма III – II тысячелетия до н.э. [1, с. 295]. Как заключает автор: «Палеографические и фонологические связи тюркских рунических знаков (графем) свидетельствуют о длительной эволюции тюркского рунического письма в процессе становления древнетюркской речи, завершившийся в общих чертах не позже IV – I тысячелетий до н.э. Следовательно, тюркский рунический алфавит, история и генетические связи которого получают принципиально новое освещение, может стать исключительно важным источником для исторической фонетики тюркских языков» [1, с. 300].

В настоящее время в тюркологии нет признанного мнения о происхождении рунического письма, а выявляется существование двух основных мнений, это: экзогенное (В. Томсен, О. Доннер, Дж. Клосон, В.А. Лившиц и др.) и эндогенное (А. Шифнер, Н.А. Аристов, А. Дж. Эмре, Б.Напил и др.) происхождение тюркского рунического письма [1, с. 291]. Существование таких противоположных мнений не удивительно в той связи, что скотоводческие общества находились во взаимоотношениях с земледельческими, создавались постоянные условия для заимствований культурных ценностей. Очень интересен в этом отношении весь Южный Казахстан, и Жетысу занимает особое место, на территории которого формировались и существовали государства Канцзюй, затем это территории Западнотюркского каганата, эта область постоянных контактов с Ташкентским оазисом и другими княжествами сырдарьинской, амударьинской и восточнотуркестанской областей, а также притяньшанскими территориями. Надо сказать, что в связи с этим историческим прошлым региона уже на протяжении длительного времени на территории Южного Казахстана ведутся планомерные археологические раскопки ранних памятников IV в. до н.э. – VI в. н.э. В свете находок культюбинских надписей, происходящих из городища Культюбе, которое входит в группу крупных объектов арыско-бадамского укрепленного района (Ордабасинский район Южно-Казахстанской области, долина р. Арысь), экзогенное происхождение рунического письма усиливается. Относительно признанным на сегодняшний день является прочтение Н. Симс-Уильямсоном культюбинских памятников как раннего согдийского письма [6, с. 153-172].

В этот же круг южно-казахстанских археологических находок входят, выделенные А.С. Аманжоловым, сырдарьинские памятники рунического письма, которые представлены немногочисленными находками, среди которых рунические надписи на керамическом амулете, на сырцовом кирпиче и керамических сосудах. Как считает автор руническая надпись на амулете имеет сходство с «печатью»-амулетом из сакского городища Каунчи II близ Ташкента [1, с. 240]. По содержанию сырдарьинские надписи наносились для конкретных целей: в качестве магического заклинания-оберега и заклинания, связанного с культурой земледелия, подпись мастера на керамическом горшке и другие. Графика сырдарьинских рунических надписей носит характер «народного» творчества, с влиянием графических образов других письменностей, возможно, того же согдийского, одновременно это может свидетельствовать о грамотности населения и распространенности этого вида письменности среди населения региона.

Иртышские рунические памятники Казахстана в отличие от таласких не составляют какой-либо комплекс, как предполагаем, религиозного содержания, однако они также обладают собственным своеобразием. Их всего лишь несколько, это: прототюркская руническая надпись на костяной бляхе, руническая надпись на китайском бронзовом зеркале и зеркале местного производства, две наскальные рунические надписи из долины Иртыша, рунические надписи на серебряном браслете и каменной печати.

Руническая надпись на китайском бронзовом зеркале была обнаружена в Урджарском районе Восточно-Казахстанской области в 1935 г. и в настоящее время находится в Государственном Эрмитаже. Зеркало относится к танскому времени и, по мнению А.С. Аманжолова, палеография и языковые особенности отражают диалектные характеристики древнетюркского языка и относятся к орхоно-енисейскому типу [1, с. 200].

В 1969 г. там же в Восточно-Казахстанской области на правом берегу Иртыша в курганном погребении женщины было обнаружено бронзовое зеркало с рунической надписью. Это зеркало в отличие от китайского было местного производства. Зеркало и другой инвентарь был обнаружен в разновременном семейном захоронении кимаков. Исследование погребения, перевод рунической надписи и историческую интерпретацию дали еще в 1972 г. Ф.Х. Арсланова и С.Г. Кляшторный [7, с. 306-315]. В своем исследовании А.С. Аманжолов дает перевод надписи на зеркале, уточняет палеографию и значение отдельных слов [1, с. 202]. Содержание рунической надписи носит выраженный этический постулат, по мнению С.Г. Кляшторного, отражает влияние буддийской идеи о воздаянии, отвергающие наиболее сильные эмоции мирского мира [7, с. 314]. Археологические находки свидетельствуют о том, что в древности и средневековье Восточный Казахстан и Южная Сибирь находились в едином географическом и социо-экономическом

пространстве и основными жителями этих областей были скотоводческие общества, кочевые племена, создавшие отличную от земледельческих обществ культуру.

Одним из уникальных находок Прииртышья и Приобья являются находки отлитых из металла рыб [7, с. 310]. Ю.А. Зуев в разделе своей монографии о кимеках на Иртыше обосновывает существование культа дракона~крокодила~рыбы~реки (Иртыша) в легенде, зафиксированной Гардизи о кимаках [4, с. 132-133]. В кимакском погребении нашел отражение наиболее важный культ тюркских племен, широко распространенный в степных пространствах. Вместе с тем, руническая надпись с упоминанием огненно ярко-красного дракона, в переводе А.С. Аманжолова, выступающего как покровитель: «Покровитель – красновато-рыжий дракон – *jebči jegrän at lü*» [1, с. 202], безусловно, подтверждает священный образ дракона. Драконьи навершии тюркских памятников в Монголии достаточно хорошо известны [8, с. 10]. Древнетюркское название *люй\лу* обозначало дракона в китайских источниках и имело распространение в китайской мифологии, но и в тюркской среде, в том числе, и у кимаков в употреблении был его среднеперсидский вариант, связанный с авестийским словом «*aži*» – «Змей», «Дракон». В легенде по Гардизи, это слово отразилось в обозначении одного из семи тюркских племен – «ажилар» [4, с.132-133].

Таким образом, иртышские рунические надписи Казахстана, несмотря на свою краткость, все же позволяют обозначить существовавшие среди кочевых племен наиболее важные религиозные культы.

Яикские рунические надписи из находок в Западном Казахстане обозначены у А.С. Аманжолова на двух предметах: бронзовом зеркале и сасанидском серебряном блюде [1, с. 247-250]. Вероятно, эти находки попали сюда вследствие торговых и других отношений между народами.

Монография Ю.А. Зуева «Ранние тюрки: очерки истории и идеологии» (2002 г.) стала важнейшим исследованием в области тюркологии, древней и раннесредневековой истории Центральной Азии, введением в научный оборот и изучением китайских летописей. Монография является плодом долгих научных исследований, в основу ее легла серия очерков о раннетюркских племенах и объединениях государственного типа, идеологические воззрения которых во многом совпадают и имеют общую основу, восходящую к последним столетиям до нашей эры. Важным для развития исторической тюркологии являются выводы ученого о значении Больших памятников Монголии, и основном политическом событии, которое представляется уникальным письменным свидетельством по истории Казахстана Семиреченского и Сырдарьинского ареалов. Речь идет о центральном сюжете трех Больших памятников Монголии – это тюрко-тюркешской войне периода правления Капаган кагана (*кит.* Мочжо, 691 – 716 гг.) у восточных тюрков и Сакал кагана (*кит.* Согэ, 706-711 гг.) у тюркешей. Но первоначально остановимся на характеристике и содержании памятников, дающих аутентичные сведения о социальной системе скотоводческого общества для всей Центральной Азии.

Памятник в честь Кюль тегина с самой большой рунической надписью тюрков был возведен после его гибели в 732 году. Кюль тегин был младшим братом Бильге кагана (*кит.* Могилян, 716-734 гг.), его сподвижником и полководцем. Со времен В.В. Радлова установлено, что памятник в честь Бильге кагана был сооружен также после его смерти в 734 г., т.е. в 735 г. [9, с. 34]. Об этих датах нам сообщают китайские летописи [10, с. 1-36]. Эти две надписи очень близки по повествованию о военных событиях, политической обстановке в период правления Эльтериш кагана, Капаган кагана и Бильге кагана, не отличаются в оценке и роли кагана в жизни общества. Центральной идеей этих надписей является мысль о божественном праве каганов из рода Ашина на власть над тюркским народом, просматривается нерушимая связь кагана с элем (народом). При всей схожести этих надписей существуют и отличия. Надпись в честь Кюль тегина по сравнению с надписью Бильге кагану лучше сохранилась, она – самая большая по повествовательному объему, литературно выразительна, дает наиболее полное представление всей истории тюрков с легендарной эпохи правления первых каганов, Бумына и Истеми, до трагической гибели Кюль тегина и устроенного в честь него пышного похоронного обряда. Надпись Бильге кагану плохо сохранилась, имеет множество стертых под воздействием времени, природы и человеческого вмешательства строк, которые уже невозможно восстановить, по повествовательному объему она уступает надписи Кюль тегину, более того, она не содержит такого литературно хорошо сформулированного и отредактированного текста, каким является надпись Кюль тегину.

Надпись Тоньюкука была высечена на каменной стеле при его жизни, однако, точная дата этого события неизвестна. Как считают исследователи, она была возведена в родовом урочище Тоньюкука на Кокшин-Орхоне вблизи р. Тола, по его собственному приказу [11, с. 1-3]. Стела неплохо сохранилась, события, о которых говорится в надписи – это период зависимости восточных тюрков от Танского государства до времени правления Бильге кагана включительно. Эта надпись также достаточно велика по объему и относится к Большим памятникам тюркской письменности. В отличие от двух орхонских надписей, в честь Бильге кагана и Кюль тегина, текст стелы Тоньюкука носит «полемический» характер [12, с. 88]. Автор надписи с иной точки зрения освещает роль и место кагана в военных и политических событиях в каганате. Кагану приписываются доблесть и военная отвага, тогда как свою роль Тоньюкук видит в исполнении приказов каганов; он выступает инициатором всех важных дел государства, военачальником и советником кагана. Основной мыслью Тоньюкука является признание невозможности существования каганата тюрков без кагана, признания его главенства и законного права, однако осуществление власти кагана возможно при согласии с тюркским народом.

Памятники в честь Кюль тегина, Бильге кагана и прижизненная стела Тоньюкука являются выдающимися образцами тюркской рунической письменности возникшей в период наивысшего расцвета устного эпоса тюркских племен Центральной Азии, они отражают реально-исторические события важные для общества того времени. Надписи содержат, взаимно дополняя друг друга, связанное изложение истории государства восточных тюрков. В историографическом плане эти три памятника неотделимы друг от друга. Обладая значительным повествовательным объемом, надписи содержат перекрестные известия по истории каганата. Одновременно, они наиболее изучены с филологической точки зрения. При чтении надписей перед нашими глазами возникают картины борьбы тюркского народа против танской зависимости, образования и становления каганата, сюжеты победоносных походов и внутренней борьбы между тюркскими племенами. Бильге каган, Тоньюкук и Кюль тегин – это высшие деятели государства, представители идеологически функционально различных племен – Ашина и Ашидэ, – которые олицетворяли отцовское и материнское права управления и наследования, в родоплеменном отношении – это каганский и катунский рода [13], представители двух сторон одной семьи/династии. Поэтому содержание памятников может раскрывать их социально-политические позиции. Согласно исследованиям Ю.А. Зуева, традиционные устои и необходимость двойственного соправления обозначена в надписи представителя племени Ашидэ Тоньюкука. Справедливость каганского моноправления попытались доказать авторы надписей в честь Кюль тегина и Бильге кагана, представители племени Ашина. Сооружение этих памятников было вызвано острым конфликтом 716 года, затем вероятного возведения стелы Тоньюкука как главы племени Ашидэ, олицетворяющего тюркский народ и соответственно обозначившего вклад тюркских племен в победы кагана. И после этих событий у племени Ашина обозначилась необходимость объяснения политических позиций в камнеписной форме как декларации верховной власти каганов Ашина над тюркским народом.

Эти памятники с момента их обнаружения стали темой исследования многих ученых, однако, как неоднократно замечалось, «чтение и перевод больших орхонских текстов VIII в. местами все еще оставляет желать лучшего», не говоря уже о наиболее трудночитаемом Онгинском памятнике. Новый перевод этой надписи был сделан А.С. Аманжоловым, который уверен, что надпись была произведена в смутный период междоусобной борьбы тюркских племен, в 716 г., и посвящалась Капаган кагану [1, с. 187]. Вариант сопоставительного анализа надписей Тоньюкука, Кюль тегина, Бильге кагана и Онгинского памятника дает основание высказать предположение об их связи с одними и теми же событиями. Онгинский памятник повествует, о важном и неоднородном военно-политическом событии, случившемся в каганате. Вероятно, этот памятник был призван осветить события междоусобной борьбы, опережая их политическую оценку, данную Тоньюкуком и Бильге каганом.

Таким образом, дав предварительную характеристику содержания памятников, хотелось бы остановиться на выводах, к которым приходит Юрий Алексеевич. Одним из важнейших его заключений, поддержанных и мной, является новый взгляд на историческую ценность этих памятников, в том числе и для истории раннесредневекового Казахстана.

Во-первых. Важным внешнеполитическим направлением политики Капаган кагана были отношения с Тюргешским каганатом (699–766 гг.). Тюргешские каганы претендовали на то, чтобы считаться правопреемниками правителей Западного Тюркского каганата, т.е. каганских Ашина и соответственно стали наследниками обширных стратегических каналов на Великом Шелковом пути в юго-западном и восточном направлениях. Согласно китайским летописям, первым тюргешским каганом был бага-таркан Учжилэ (*тюрк.* Йузлик-jüzlig – «обладающий сотней», 699–706 гг.). В старой редакции «Истории династии Тан» сообщается, что он был предводителем «обособленного племени западных тюрков» и упоминается во время правления Хэлу кагана. Этим обособленным племенем в составе западных тюрков, согласно китайскому списку племен западных тюрков, находившихся под властью Хэлу кагана под 651 г., и «Изначальной черепахе» было только одно племя тюргешей – это хэлоши или алаши (*кит.* хэлоши <ya-la-sie; *тюрк.* \*алач, *кит.* алаши <at-lât-sie, *тюрк.* \*халаш или \*халач, по восстановлению Ю.А. Зуева). В Танском эдикте 736 г. сообщается, что тюргеша «по происхождению не благородных отраслей, вышли из чужих фамилий», т.е. происходили из разных племен [14, с. 58]. По мере ослабления власти западных тюрков и междоусобной борьбе «все дальние и ближние согдийцы-ху примкнули и подчинились ему. Он (Учжилэ) учредил (у них) должности двадцати военноподчиняющихся – тутуков, у каждого было по 7000 воинов. Обычно он проживал в северо-западных пределах (страны) Суйаб, а впоследствии, постепенно нападая, занял ее. Он перенес сюда свою орду-ставку и стал жить здесь» [15, с. 30; 3, с. 302]. Таким образом, тюргеша были в составе западных тюрков, они объединяли различные племена, являясь пестроплеменными, они концентрировались в Кенгю-Тарбане, т.е. в Отрарском оазисе, на Сырдарье, где Кенгю и Тарбан – это форпосты тюркских кочевий [14, с. 58; 4, с. 176].

Возрождение в 682 г. Второго Восточнотюркского каганата предполагало восстановление степной империи в прежних границах. С этой целью Капаган каган даже пожаловал своему сыну в 699 г. титул «малого кагана», и предполагалось, что он возьмет в свои руки власть над западнотюркским крылом, т.е. территориями и коммуникационными путями Тюргешского каганата. Поэтому борьба с каганами из тюргешей стала одной из главных задач Капаган кагана. События военно-политического характера между восточными тюрками и тюргешами демонстрируют переломный период в истории Центральной Азии, показывающий стремление восточных тюрков восстановить власть Ашина в западном крыле бывшей Тюркской империи, и одновременно сопротивление тюргешей, сумевших создать в Южном Казахстане и Жетысу свою правящую династию. Повествование этого события становится центральным содержанием трех памятников Монголии, локализация этих событий протекала на территории современного Казахстана. По китайским летописям становится известно, что непосредственной причиной для войны восточных тюрков и тюргешей стало обращение младшего брата тюргешского кагана Чжуну к Капаган кагану за помощью против Сакал кагана, верховного правителя тюргешей [16, с. 303].

Во-вторых. Сличение событий тюрко-тюргешской войны в китайских хрониках показывает, что это событие произошло в 708 г., а не в 712. Главным источником этой даты являются китайские летописи периода династии Тан, пересмотр которых по этой дате и этому событию был первоначально дан в переводах летописей китайским ученым Цэнь Чжунмянем (1958 г.). Затем в переводах и монографии японской исследовательницы Наито Мидори «Ниси токкэцу си но кэнкю (История западных токкэцу-тюрков)» (1987 г.). Как пишет Ю.А. Зуев: «Наито Мидори так и назвала раздел в своем исследовании по истории западных тюрков «Тюргешский поход восточных тюрков-туцзюе во 2-м году периода Цзин-лун, 708 г.» ... До нее китайский историк Цэнь Чжунмянь привел свидетельства, что обозначение периода С14299, 12272 Цзин-лун (707–710 гг.) в ряде случаев (в том числе в «Истории дин. Тан») было ошибочно заменено сходным по написанию С14299, 15095 Цзин-юнь (710–711 гг.)» [4, с. 166, 165-167]. Война с тюргешами происходила во 2-м году периода Цзин-лун, т.е. в 708 году. К сожалению, по текстам рунических памятников невозможно определить дату этого события.

В-третьих, решающая битва между тюрками и тюргешами произошла при р. Болчу, окончившаяся победой тюрков. По мнению Р.Жиро, это могла быть современная река Булун-тохой на востоке от Улюнгура в Джунгарии [17, с. 179]. Путь восточных тюрков лежал через Джунгарские ворота первоначально в Илийскую долину, в Восточном Жетысу. В Джунгарии произошло решающее сражение тюргешей и восточных тюрков. Именно эта победа стала залогом

дальнейшего продвижения восточнотюркских войск в глубь Западного Жетысу, в Таласскую долину и затем Присырдарью. По китайским хроникам известно, что Сакал каган Таласскую область с городом Талас дал в управление Чжену, своему младшему брату [16, с. 305; 4, с. 165]. Продвижение восточных тюрков в Таласскую долину как центр Малой ставки-орды у западных тюрков и затем тюргешей открывал путь в Суйаб и в Присырдарью. Только в надписи Кюльтегину единственный раз в камнеписных источниках употреблены этноним «каратюргеш» и название топонима «Табар», не встречающееся больше нигде. Вот как описывается сражение в памятнике: «Войско тюргешского кагана пришло при Болчу подобно огню и вину. Мы сразились, Кюльтегин схватил собственноручно каганского приказного тюргешей, тутука *азов*. Их кагана мы убили, его племенной союз (иль-эль; государство) покорили. Народ каратюргешей (*qara türgeş bodun*) по большей части подчинился [18, с. 29]. Тот народ при *Табаре* (Таласе – К.У.) мы поселили...» (КТб, 37-38). Поэтому, согласно дальнейшему повествованию в памятниках, продолжением этой военной кампании были события, связанные с покорением согдакских колоний в бассейне р. Сырдарья, находившиеся под тюргешским протекторатом [4, с. 164-166, 175]. Бильге каган сообщает об этом: «Вернувшись с целью устроить *согдакский* народ (*soğdaq bodun*, т.е. согдийский народ, живший на территории Таласской долины и Присырдарьи, но не согдийцы метрополии – Согда – К.Т.), мы, переправясь через реку Йенчу (т.е. Сырдарью), прошли с войском вплоть до Темир-капыга» (КТб, 39) [4, с. 175]. В тексте стелы Тоньюкука объясняется причина, заставившая восточных тюрков, переправиться через р. Сырдарью: «Мы преследовали их (каратюргешей, точнее, азов – К.Т.), мы заставили их возвратиться» (Тон, 45). В монографии Ю.А. Зуева по вопросу о Темир-капыге (Железные ворота, таких названий на разных языках и в разных источниках было множество) указаны сомнения относительно локализации, реконструированной С.Г. Кляшторным, и соответственно военному походу восточных тюрков в Согд и Самарканд [4, с. 171, 175; 19, с. 139-143].

Таким образом, по реконструкции событий тюрко-тюргешской войны, осуществленной Ю.А. Зуевым, основные военно-политические действия происходили на территории современного Казахстана, и их главным результатом стало признание верховной власти Капаган кагана в пределах бывшей Тюркской империи. С точки зрения восточных тюрков, это признание укрепляло власть племени Ашина в кочевой иерархии Степи, а с точки зрения тюргешей, эта война узаконивала право тюргешской каганской династии на власть в автохтонных землях народа «он ок будун», «десятистрельного» народа.

В-четвертых. Согласно Тан шу, армия Сакал кагана была разбита, а сам он вместе с братом-мятежником был казнен: «Мочжо по возвращению (из похода) сказал Чжену: «Вы, будучи родными братьями, не могли жить в согласии между собой; можете ли с совершенною преданностью служить мне?» И так обоих предал смерти» [16, с. 303]. Длительное время в тюркологии существовало дословное понимание этих танских сведений. Однако в таком случае как можно объяснить приход к власти в 717 г. тюргешского кагана Сулу (*тюрк.* Сюлюк, 717–738 гг.) из того же каганского рода, и почему сын Капаган кагана так и не был провозглашен каганом из Ашина на землях «он ок будун» во время тюркского похода? По мнению Ю.А. Зуева, тюргешскому кагану Сакалу пришлось признать власть Капаган кагана, но это не обозначало его реальной смерти. По китайским источникам, становится известно, что в 709 г. Согэ (*тюрк.* Сакал) отправляет в Чаньянь посланника с просьбой о подданстве, и танский император дарует Согэ новый титул «Цзинь хэ ван» - Государь Золотой реки. Другим его китайским именем стал титул генерала конной гвардии «Тюргешский Шеу Чжун» [4, с. 172]. Восточные тюрки, обеспечив признание своей власти в пределах бывшей Тюркской империи, сохранили местную тюргешскую династию и Тюргешский каганат, просуществовавший до 766 г., был одним из главных препятствий на пути ислама в Среднюю Азию.

В-пятых. Описанные в Больших памятниках события тюрко-тюргешской войны не исчерпываются только военно-политическими характеристиками, также они выдают существовавшего в Тюргешском каганате тюркского манихейства. Распространение в Центральной Азии манихейства обосновывается находками письменных источников в бассейне Тарима, в Дуньхуане и на Орхоне, а также рассказано в китайских летописях. Появление тюркского манихейства явилось результатом тесных экономических и культурных связей ранних

тюрков с Ираном, родиной этой религии, распространившейся от Египта до Кореи в III–XIV вв. Манихейство, будучи гонимой религией, хорошо развило миссионерскую деятельность, корни которой были пущены в караванные торговые сети согдийцев, средневековых персов и ближневосточных торговцев. По мнению Ю.А. Зуева, манихейство ориентировалось на традиционные и наиболее влиятельные в тюрко-согдийской среде местные верования и культы и поэтому оставило значительный след в историко-культурной жизни тюркской эпохи, особенно в периферийных областях взаимодействия [4, с. 189-191; 20, с. 3-6]. Для истории Казахстана – это территории Западного Жетысу и Присырдарьи.

По мнению М. Бойс, после гонений манихеев из Сасанидского Ирана в III в., их главная сила постепенно сосредоточилась за Оксом (Амударьев), по северо-восточной границе Ирана. Со временем согдийские купцы, населявшие оседлые центры на границе со степью, в междуречье Амударьи и Сырдарьи, становятся адептами и слушателями (нигошак) манихейской церкви [21, с. 125]. Как отмечал В. Хеннинг: «...согдийцы были основными носителями манихейства в Центральной Азии» [22, с. 391-392]. Согласно руническим памятникам, согдийцы, названные согдаками, проживали в оседлых районах Присырдарьи, они были подданными тюркского кагана. Но также в Чу-Таласской долине как написано в колофоне манихейской «Книги двух основ» (İki jiltiz nom), была страна Аргу-Талас или Аргу улуш, ханом этой страны «Алтын Аргу улуш, городов [Талас] и Кашу, правителем Орду и Чигиль-кента был Иль-Тиргюг Алп Баргучан Алп Тархан-бег вождь (или: начальник; *тюрк.* p[r]aʃdan[a]ki) Великих тюрков [из племени] чигиль-арслан» [23, с. 417]. В исследованиях Ю.А. Зуева и затем С.Г. Кляшторного показывается, что манихейскими обителями-монастырями были Талас, Орду, Кашу и Чигиль-кент [20, с. 3-6; 24, с. 48-50]. В анализируемой монографии Ю.А. Зуева ставится вопрос и дается объяснение о том, что в памятнике Кюль Тегину вместо топонима «Талас» было вырезано «Табар» [4, с. 173, 207-209]. Топоним «Табар» должен был указывать на «Талас» как город-купцов, но не центр тюркского манихейства или отличного от династии Ашина новой каганской традиции.

Таким образом, в исследованиях Ю.А. Зуева дано новое понимание центральных событий Больших памятников Монголии, в которых представлена раннесредневековая история Казахстана. Принципиально важно подчеркнуть, что на территории Западнотюркского и затем Тюркского каганатов шел процесс сложения новой каганской династии, связанной с автохтонным населением этого региона. Традиционной особенностью этого процесса стало сложение каганской династии из этнически разных племен. Важную роль в этом процессе объединения местных племен сыграла согдийская торговля, сложение городской культуры, интенсивных взаимосвязей тюрков и согдийцев и все более нарастающие процессы оседания тюркских скотоводов в пределах этих сообществ на правах верховных правителей, воинов-защитников на трасах караванной торговли, а также религиозная институционализация, приобретаемая в результате усиления влияния манихейства.

Экономическая целесообразность восточнотюркского похода в Тюркский каганат имела целью установление доступа к торговым караванам этой части бывшей Тюркской империи. В политическом отношении поход способствовал еще большему возвышению Капаган кагана и последующие события междоусобной борьбы, нашедшие трагическое повествование в Больших памятниках стали основой причиной появления этих памятников. Содержание Больших памятников выходит из рамок погребально-ритуального характера и приобретают каганский уровень использования. В дальнейшем в Уйгурском каганате эта новая традиция становится источником для декларации подвигов и походов уйгурских каганов рода Йаглакар.

Одними из важных достижений в тюркологических исследованиях начала XX века в Казахстане, на наш взгляд, являются научные разработки А.С. Аманжолова и Ю.А. Зуева, нашедшее концентрированное изложение в их монографиях. А.С. Аманжолов вносит вклад в развитие казахстанского ареала рунического письма, тогда как Ю.А. Зуев на большом круге письменных источников обосновывает подробности истории восточных тюрков и тюркшей, описанные в Больших памятниках Монголии.

Источник финансирования. Исследование публикуется в рамках реализации проекта Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан 2015-2017 гг., ГФ № 1893/ГФ4, регистрационный № 0115РК01053.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Аманжолов А.С. История и теория древнетюркского письма. – Алматы: Мектеп, 2003. – 365 с.
- [2] Винник Д.Ф., Кожемяко П.Н. Памятники древнетюркской письменности из урочища Айртам-Ой. // Новые эпиграфические находки в Киргизии. – Фрунзе: АН Киргизской ССР, 1962. – С. 3-10.
- [3] Базарбаева Г.А., Джумабекова Г.С. Художественные бронзы Жетысу. – Алматы: Ғылыми казна, 2013. – 120 с.
- [4] Зуев Ю.А. Ранние тюрки: очерки истории и идеологии. – Алматы: Дайк-Пресс, 2002. – 332 с.
- [5] Кормушин И.В. Тюркские енисейские эпитафии. Тексты и исследования. – М.: Наука, 1997. – 300 с.
- [6] Sims-Williams N. The Sogdian Inscriptions of Kultobe: Text, Translation and Linguistic Commentary // Труды Центрального музея. – Алматы: Балалар әдебиеті, 2009 – Р. 153-172.
- [7] Арсланова Ф.Х., Кляшторный С.Г. Руническая надпись на зеркале из Верхнего Прииртышья. // Сб. науч. трудов, Тюркологический сборник, 1972. – М.: Наука, 1973. – С. 318-335.
- [8] Радлов В.В., Мелиоранский П.М. Древнетюркские памятники в Кошо-Цайдаме. // СТОЭ. – СПб, 1897. – Вып. IV. – С. 8-38.
- [9] Ядринцев Н.М. Отчет экспедиции на Орхон в 1889 году. // СТОЭ. – 1892. – Вып. 1. – С. 25-40.
- [10] Васильев В.П. Китайская надпись на орхонских памятниках в Кошо-Цайдаме и Карабалгасуне. // СТОЭ. – 1897. – Вып. III. – С. 1-36.
- [11] Hirth F. Nachworte zur Inschrift des Tonjukuk. Beiträge zur Geschichte der Ost-Türken im 7, und 8, Jahrhundert nach chinesischen Quellen. – I. Zeit des Ku-tu-lu (Ilters khan). // Die Altürkische Inschriften der Mongolei. Z. F., 1899. – С. 1-140.
- [12] Насилов Д.М. Памятники древнетюркской письменности (орхон-енисейские и древнеуйгурские) в отечественных тюркологических исследованиях последних лет (обзор лингвистических публикаций 1969-1974 гг.). // СТ. – 1976. – № 1. – С. 82-101.
- [13] Зуев Ю.А. Древнетюркские генеалогические предания как источник по ранней истории тюрков. Автореф. дис. канд. исторических наук. - Алма-Ата, 1967, 18 с.
- [14] Зуев Ю.А. О формах этносоциальной организации кочевых народов Центральной Азии в древности и средневековье: пестрая орда, сотня (сравнительно-типологическое исследование). // Сб. науч. трудов, Военное искусство кочевников Центральной Азии и Казахстана (эпоха древности и средневековья). – Алматы, 1998.
- [15] Зуев Ю.А. Создание Тюркешского каганата: история и традиция. – Сб. науч. трудов. Эволюция государственности Казахстана. – Алматы, 1996. – С. 30-34.
- [16] Бичурин Н.Я. Собрание сведений о народах, обитавших в Средней Азии в древние времена. – Алматы: Жалын баспасы, 1998. –Т. I. – 388 с.
- [17] Giraud R. L'Empire des Turcs Celéstés. Les Règne d'Elterich, Qapghan et Bilgä (680-734). Contribution à L'histoire des Turcs d'Asie Centrale. – Paris, 1960.
- [18] Зуев Ю.А., Торланбаева К.У. Манихейство и Талас. К интерпретации древнетюркских надписей // Тамыр. – 2002. – № 1 (6). – С. 19-36.
- [19] Кляшторный С.Г. Древнетюркские рунические памятники как источник по истории Средней Азии. - М.: Наука, 1964. – 210 с.
- [20] Манихейское святилище под Таразом // Известия НАН РК. – № 2, 2003. – С. 3-6.
- [21] Boyce M. A Reader in Manichaean Middle Persian and Parthian. Text with Notes // Acta Iranica IX. – Lieden: Brill, 1975. – 196 p.
- [22] Henning W. B. Selected papers // Acta Iranica. – Teheran-Liege, 1977. – Vol. 14-15. – 678 S.
- [23] Le Coq A. von. Türkische Manichaica aus Chotscho I. T. II D 171. – Sprachwissenschaftliche Ergebnisse der deutschen Turfan-Forschung. – Bd. I. –Berlin, 1972.
- [24] Кляшторный С.Г. Манихейские обители в стране Аргу // Туған Өлке. – № 1 (6), 2006. – С. 48-50.

## REFERENCES

- [1] Amanzholov A.S. Istoriya i teoriya drevnetyurkskogo pis'ma. - Almaty: Mektep, 2003. - 365 s.
- [2] Vinnik D.F., Kozhemyako P.N. Pamyatniki drevnetyurkskoj pis'mennosti iz urochishchya Ajrtam-Oj. // Novye epigraficheskie nahodki v Kirgizii. - Frunze: AN Kirgizskoj SSR, 1962. - S. 3-10.
- [3] Bazarbaeva G.A., Dzhumabekova G.S. Hudozhestvennyye bronzy Zhetysu. -Almaty: Gylymi qazna, 2013. -120 s.
- [4] Zuev Yu.A. Rannie tyurki: ocherki istorii i ideologii. - Almaty: Dajk-Press, 2002. - 332 s.
- [5] Kormushin I.V. Tyurkskie enisejskie epitafii. Teksty i issledovaniya. - M.: Nauka, 1997. - 300 s.
- [6] Sims-Williams N. The Sogdian Inscriptions of Kultobe: Text, Translation and Linguistic Commentary // Trudy Tzentr'al'nogo muzeya. - Almaty: Balalar adebieti, 2009 – P. 153-172.
- [7] Arslanova F.H., Klyashornyj S.G. Runicheskaya nadpis' na zerkale iz Verhnego Priirtysh'ya. // Sb. nauch. trudov, Tyurkologicheskij sbornik, 1972. - M.: Nauka, 1973. - S. 318-335.
- [8] Radlov V.V., Melioranskij P.M. Drevnetyurkskie pamyatniki v Kosho-Tzajdame. // STOE. - SPb, 1897. -Vyp. IV. - S. 8-38.
- [9] Yadrintzev N.M. Otchet ekspeditsii na Orhon v 1889 godu. // STOE. - 1892. - Vyp. 1. - S. 25-40.
- [10] Vasil'ev V.P. Kitajskaya nadpis' na orhonskih pamyatnikah v Kosho-Tzajdame i Karabalgasune. // STOE. - 1897. - Vyp. III. - S. 1-36.
- [11] Hirth F. Nachworte zur Inschrift des Tonjukuk. Beiträge zur Geschichte der Ost-Türken im 7, und 8, Jahrhundert nach chinesischen Quellen. – I. Zeit des Ku-tu-lu (Ilters khan). // Die Altürkische Inschriften der Mongolei. Z. F., 1899. – С. 1-140.
- [12] Nasilov D.M. Pamyatniki drevnetyurkskoj pis'mennosti (orhono-enisejskie i drevneuygurskie) v otechestvennyh

tyrkologicheskikh issledovaniyakh poslednih let (obzor lingvisticheskikh publikatsiy 1969-1974 gg.). // ST. - 1976. - № 1. - S. 82-101.

[13] Zuev Yu.A. Drevnetyurkskie genealogicheskie predaniya kak istochnik po rannej istorii tyurkov. Avtoref. dis. kand. istoricheskikh nauk. - Alma-Ata, 1967, 18 s.

[14] Zuev Yu.A. O formah etnosotzial'noj organizatsii kochevykh narodov Tzentral'noj Azii v drevnosti i srednevekov'e: pestraya orda, sotnya (sravnitel'no-tipologicheskoe issledovanie). // Sb. nauch. trudov, Voennoe iskusstvo kochevnikov Tzentral'noj Azii i Kazahstana (epoha drevnosti i srednevekov'ya). - Almaty, 1998.

[15] Zuev Yu.A. Sozdanie Tyurgeshskogo kaganata: istoriya i traditsiya. - Sb. nauch. trudov. Evolyutsiya gosudarstvennosti Kazahstana. - Almaty, 1996. - S. 30-34.

[16] Bichurin N.Ya. Sobranie svedenij o narodakh, obitavshih v Srednej Azii v drevnie vremena. - Almaty: Zhalyn baspasy, 1998. - T. I. - 388 s.

[17] Giraud R. L'Empire des Turcs Celéstés. Les Régne d'Elterich, Qapghan et Bilgä (680-734). Contribution á L'histoire des Turcs d'Asie Centrale. - Paris, 1960.

[18] Zuev Yu.A., Torlanbaeva K.U. Manihejstvo i Talas. K interpretatsii drevnetyurkskikh nadpisej // Tamyr. - 2002. - № 1 (6). - S. 19-36.

[19] Klyashtornyj S.G. Drevnetyurkskie runicheskie pamyatniki kak istochnik po istorii Srednej Azii. - M.: Nauka, 1964. - 210 s.

[20] Manihejskoe svyatilishche pod Tarazom // Izvestiya NAN RK. - № 2, 2003. - S. 3-6.

21 Boyce M. A Reader in Manichaean Middle Persian and Parthian. Text with Notes // Acta Iranica IX. - Liège: Brill, 1975. - 196 p.

22 Henning W. B. Selected papers // Acta Iranica. - Teheran-Liege, 1977. - Vol. 14-15. - 678 S.

[23] Le Coq A. von. Turkische Manichaica aus Chotscho I. T. II D 171. - Sprachwissenschaftliche Ergebnisse der deutschen Turfan-Forschung. - Bd. I. - Berlin, 1972.

[24] Klyashtornyj S.G. Manihejskie obiteli v strane Argu // Tugan Ulke. - № 1 (6), 2006. - S. 48-50.

## **ТҮРКІ РУНИКАЛЫҚ ЖАЗБА ЕСКЕРТКІШТЕРІ ҚАЗАҚСТАН ТАРИХЫНЫҢ ДЕРЕККӨЗІ РЕТІНДЕ**

**К.Ө. Торланбаева**

Ш.Ш. Уәлиханов атындағы Тарих және этнология институтының  
бас ғылыми қызметкері, т.ғ.д.

**Түйін сөздер:** руникалық ескерткіштер, тарих, деректану, түркілер, Қазақстан, Орталық Азия.

**Аннотация.** Бұл мақалада автор түркі руникалық жазба ескерткіштерін Қазақстан тарихының дереккөздері ретіндегі маңызын зерттейді. Зерттеу нысаны ретінде тек Қазақстан аумағында табылған руникалық жазбалар ғана емес, сонымен қатар Моңғолия жеріндегі Үлкен ескерткіштер де алынып отыр. Шығыс түркілерінің түркештерге қарсы жасаған жорғына байланысты оқиғалар Қазақстан тарихына, соның ішінде оны мекен еткен көшпелілерге де, отырықшы халықтарға да тікелей қатысы бар.

Зерттеудің методологиялық негізі руникалық жазба ескерткіштері бойынша қазақстандық зерттеулерге тарихнамалық талдау жасау болып табылады. Талдау негізіне А.С. Аманжолов пен Ю.А. Зувтың монографиялық еңбектері қойылған.

Зерттеу нәтижесі Қазақстанның ерте ортағасырлық тарихында түркі-түркеш қарым-қатынастарымен және Жетісуда автохтондық биліктің бекітілуімен байланысты айтарлықтай оқиғалардың болып өткені туралы қорытынды болып табылады.

Алынған нәтижелер Қазақстан мен іргелес елдер тарихы бойынша сараптамалық жұмыстар барысында қолданыла алады. Нәтижелердің қолдану саласы түркітану, деректану және түркі халықтарының тарихы болып табылады.

*Поступила 16.05.2016 г.*

**REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 2224-5227

Volume 3, Number 307 (2016), 167 – 171

UDC 336

**PROBLEMS OF CLASSIFICATION OF EXPENSES IN STRATEGIC  
MANAGEMENT ACCOUNTING****V.L.Nazarova, M.V.Shtiller**Almaty Academy of Economics and Statistics, Almaty, the Republic of Kazakhstan  
[stilmarmax@mail.ru](mailto:stilmarmax@mail.ru)

**Keywords:** centers, expenses, management, routine planning, control, quick, administrative, decisions, calculation, objects, account, expenses.

**Abstract.** Research objective – to consider methodological aspects of the organization of strategic management accounting, to allocate problems of calculation of product cost and the choice of methods of calculation, for justification of its economic value. Calculation is a basis of the organization of the accounting of a production activity and the received data on product cost (works, services) influence correctness of the choice of various economic decisions the management of the enterprise.

When writing article and carrying out researches the following methods were used: scientific abstraction, analysis and synthesis, monographic description.

In the course of researches the following results are received: for control of prime cost formation by authors the group of expenses applied in strategic management accounting is developed; studying and synthesis of experience of foreign countries has allowed to develop the concept of introduction of strategic management accounting at the Kazakhstan enterprises.

Scope of results - the industrial enterprises of Kazakhstan.

Importance of work consists that the knowledge of classification of production cost of their economic maintenance allows to open nature of interrelation and interdependence between productivity of live work and level of prime cost of the made production, and on the basis of it will help the management of the enterprise to make administrative decisions on labor productivity increase, to exercise accurate control of use of resources and observance of minimization of costs of production.

As a result of researches the following conclusions have been received: need of the organization of scientific researches, studying of the existing approaches to group of costs of production and those changes which happen in process of strengthening of market economy is proved.

As a result of the conducted research the author has come to a conclusion that in the conditions of modern market economy the increasing relevance is acquired by questions of minimization of production expenses for the purpose of increase of level of profitability and increase in profitability of work of the enterprise at the enterprises. As a rule, these problems are connected with the accurate organization of the accounting of expenses and calculation of product cost and use of new more modern methods.

УДК 336

**ПРОБЛЕМЫ КЛАССИФИКАЦИИ ЗАТРАТ  
В СТРАТЕГИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНЧЕСКОМ УЧЕТЕ****В.Л.Назарова, М.В. Штиллер**

Алматинская академия экономики и статистики, Алматы, Республика Казахстан

**Ключевые слова:** центры, затраты, управление, текущее планирование, контроль, оперативные, управленческие решения, калькулирование, объекты, учет, затраты.

**Аннотация.** Цель исследования – рассмотреть методологические аспекты организации стратегического управленческого учета, выделить проблемы калькулирования себестоимости продукции и выбора методов калькулирования в целях обоснования ее экономического значения. Калькулирование является основой организации учета производственной деятельности и полученные сведения о себестоимости продукции (работ, услуг) влияют на правильность выбора различных экономических решений руководством предприятия.

При написании статьи и проведении исследований использовались следующие методы: научной абстракции, анализа и синтеза, монографического описания.

В процессе исследований получены следующие результаты: в целях осуществления контроля за формированием себестоимости авторами разработана группировка затрат применяемая в стратегическом управленческом учете; изучение и обобщение опыта зарубежных стран позволило выработать концепцию внедрения стратегического управленческого учета на Казахстанских предприятиях.

Область применения результатов - промышленные предприятия Казахстана.

Важность работы состоит в том, что знание классификации производственных затрат по их экономическому содержанию позволяет вскрыть характер взаимосвязи и взаимозависимости между производительностью живого труда и уровнем себестоимости производимой продукции, а на основе этого поможет руководству предприятия принять управленческие решения по повышению производительности труда, осуществлять четкий контроль за использованием ресурсов и соблюдения минимизации затрат на производство.

В результате исследований были получены следующие выводы: обоснована необходимость организации научных исследований, изучения существующих подходов к группировке затрат на производство и тех изменений, которые происходят по мере усиления рыночной экономики.

В результате проведенного исследования автор пришел к выводу, что в условиях современной рыночной экономики все большую актуальность приобретают вопросы минимизации производственных затрат с целью повышения уровня рентабельности и увеличения прибыльности работы предприятия. Как правило, эти проблемы связаны с четкой организацией учета затрат и калькулированием себестоимости продукции и использования новых более современных методов.

Одним из методологических аспектов правильной организации стратегического управленческого учета является экономически обоснованная классификация производственных затрат, поскольку она позволяет точнее планировать и учитывать затраты, более обоснованно анализировать влияние факторов на величину себестоимости, выявить резервы ее снижения и определить их влияние на уровень рентабельности производства.

В современных условиях хозяйствования нужны новые подходы к решению вопросов классификации затрат на производство, выбора методов учета и калькулирования себестоимости продукции, учета и распределения расходов, так как экономическое обоснование ее является основой организации учета производственной деятельности.

Как в отечественной, так и в зарубежной экономической литературе нет единого мнения о классификационных группах затрат и терминах. При этом не уделяют должного внимания группировке затрат по сферам возникновения, по связи с объемом производства, местам возникновения, времени возникновения, экономической роли в изготовлении продукта, центрам ответственности, уровню контролируемости.

Поэтому возникает необходимость изучения существующих подходов к группировке затрат на производство и тех изменений, которые происходят по мере усиления рыночной экономики.

Рассматривая соотношение учета затрат и калькулирование себестоимости продукции А.Б. Ботобеков отмечает, что в современных условиях возникает вопрос о единстве и разграничении методов учета затрат и калькулирования себестоимости продукции который является предметом дискуссий [1, с.34].

В этой связи С.С. Сатубалдин отмечает, что управленческий учет имеет дело с «классификацией затрат, записью, накоплением себестоимости по видам изделий и издержек, по центрам ответственности или центрам прибыли, составлением смет и отчетности о затратах и их анализом, подготовкой информации руководству для выбора оптимальных решений» [2, с.104].

Можно согласиться с мнением К.Т. Тайгашиновой [3, с.8] в том, что управленческий учет предназначен для решения внутренних задач управления предприятием и является его ноу-хау [4,15с.], так же она справедливо считает, что учет затрат на производство и определение себестоимости выпущенной продукции наиболее сложным участком бухгалтерского учета на предприятии. Учитывая технологические особенности производства продукции, затраты подразделяются на затраты: предыдущих периодов, отчетного периода и затраты будущих периодов. Для целей осуществления контроля за формированием себестоимости важно четко их сгруппировать в учете. Затраты предыдущих периодов, они же входящие – это незавершенное производство, состоящее из затрат будущих периодов.

Затраты отчетного периода – это основные затраты, возникшие в текущем году, которые включаются в себестоимость продукции.

Затраты будущих периодов – аналогичные затратам предыдущих периодов.

Ко второй группе затрат относятся затраты в зависимости: от их поведения – постоянные, переменные; от принятия управленческих решений – безвозвратные затраты, вмененные.

Постоянные расходы – это расходы по организации и управлению производством. По этим расходам должны составляться сметы расходов, осуществляться контроль с выявлением

отклонений и принятия управленческих решений по устранению негативных отклонений.

Переменные расходы – это материалы, оплата труда с отчислениями (социальный налог и социальные отчисления), содержание основных средств, работы и услуги, прочие затраты.

Безвозвратные затраты – это расходы прошлого периода, которые возникли ранее принятого решения и не будут изменены в будущем. Например. Организация приобрела материалы для производства швейной продукции, но они оказались с низкого качества - 10 метров полоса непрокраса. В результате этого руководством принято решение увеличить норму отпуска материалов в производство.

Вмененные затраты – это «воображаемые», так как их добавляют при принятии решений, но реально в будущем их может и не быть.

Группируя затраты для принятия управленческих решений, необходимо выделить инкрементные расходы. Инкрементные расходы возникают в результате производства продукции сверх планируемой. Например, произведено 2500 единиц изделий, начислено оплаты труда (2500x250) 625000 тенге, в том числе сверх плана 500 единиц, дополнительно начислено (500x250) 125000 тенге. Следовательно, 125000 и будут инкрементными, они являются оправданными затратами.

Для принятия управленческих решений важное значение имеет классификация затрат на нормируемые и ненормируемые. По данному признаку все затраты группируются в разрезе установленных норм, действующих на начало текущего месяца и по отклонениям от действующих норм, возникших в процессе производства. Такое деление затрат позволяет оперативно контролировать уровень издержек производства и своевременно принимать управленческие решения по предотвращению отклонений.

В целях осуществления оперативного контроля за затратами на производство продукции их группируют по местам возникновения: отраслям или центрам ответственности. Данная группировка затрат позволяет определить производственную себестоимость продукции каждой отрасли и самое главное оперативно обеспечивать менеджеров необходимой информацией для принятия управленческих решений.

К третьей группе затрат, используемых для планирования, контроля и регулирования, относятся затраты, возникающие по центрам ответственности и они подразделяются на:

- планируемые и непланируемые;
- контролируемые и неконтролируемые;
- регулируемые и нерегулируемые.

В процессе производственной деятельности возникают планируемые и непланируемые затраты. К планируемым относятся затраты непосредственно необходимые для производства продукции, выполнению работ, оказанию услуг.

К непланируемым затратам относятся затраты непроизводительного характера, в результате которых не будет получен доход, так как не будут произведена продукция, выполнены работы, оказаны услуги. В основном это потери от брака, возникающие от нарушения технологии, простоев производства и др.

Выделение в учете непланируемых затрат необходимо для того, чтобы не включать их при планировании и нормировании, так как базой для планирования являются фактические данные.

Обеспечение повышения эффективности производства возможно при надлежащей системе контроля. Для обеспечения контроля за затратами их группируют на контролируемые и неконтролируемые.

Контролируемые затраты – это затраты, которые может менеджер контролировать и они зависят от его деятельности. Например, расход материалов, горючего и т.п. подвержены контролю и мастером цеха и менеджером (накладные, лимитно-заборные карты, раскройные карты) может повлиять на рациональность их использования.

Неконтролируемые затраты не зависят от деятельности менеджера. Например, амортизация, переоценка основных средств, изменение цен на электроэнергию, нефтепродукты и т.п.

По ряду затрат возможно регулировать их величину, а по ряду – не- возможно регулировать.

Регулируемые затраты, зарегистрированные по центрам ответственности, величина, которых зависит от степени их регулирования со стороны менеджера. Например, изменение цен на планируемые для производства продукции материалы, в результате чего изменяется стоимость израсходованных материалов. В то же время изменение в стоимости израсходованных материалов может произойти в результате цен на их покупку, что не зависит от менеджера.

Деление затрат на регулируемые и нерегулируемые отражается в отчетах об исполнении сметы по центрам ответственности, позволяет выделить сферу ответственности каждого менеджера и оценить эффективность работы по осуществлению контроля.

Для каждой организации степень регулируемости затрат различается в зависимости от:

- технологических особенностей производства;
- цикла продолжительности производства;
- полномочий лица, принимающего решения по регулируемости затрат.

Одним из элементов управленческого учета является экономический анализ, посредством которого возможно оценить достигнутые результаты структурных подразделений организации, выявить резервы снижения затрат. В этой связи затраты группируются на фактические затраты текущего года, предыдущего, плановые, по элементам и статьям затрат.

Классификация затрат по элементам с учетом специфики технологии и организации производства, предлагаемая нами, представлена в таблице 1.

Таблица 1- Классификация затрат в управленческом учете

Направление в учете	Классификационные признаки и группы	Цель классификации
1. Затраты для определения себестоимости продукции, работ, услуг	Элементы затрат, статьи затрат. По времени возникновения: предыдущих периодов, отчетного периода, будущих периодов. По включению в себестоимость: включаемые и не включаемые в себестоимость	Для целей выполнения плана по уровню и динамике себестоимости; определения экономической выгоды отдельных видов продукции, работ и услуг; осуществления внутривозвратного расчета; выявления резервов снижения себестоимости; определения трансфертных цен
2. Затраты для принятия управленческих решений	По отношению к объему производства: условно-переменные; условно-постоянные. По возможности принятия решений: безвозвратные, вмененные, инкрементные. По отношению к нормированию: нормы и нормативы, отклонения от норм	Для оценки выполнения производственной и коммерческой деятельности; определения упущенной выгоды, выявления эффективности производства от дополнительных затрат, внедрения нормативного учета; организации текущего оперативного контроля за уровнем издержек производства
3. Затраты, используемые для планирования, контроля и регулирования	По отношению выполнения плановых заданий: планируемые и непланируемые По эффективности: производительные и непроизводительные По обеспечению эффективности производства: контролируемые и неконтролируемые. Для оценки результатов работы центра затрат: фактические затраты предыдущих периодов, плановые затраты, затраты текущего периода	Определение полноты охвата затрат для осуществления производственной деятельности; выявление результативности принимаемых решений, обеспечение полноты и правильности действий в будущем; оценка эффективности затрат по объектам учета, в сферах производства и распределения, применяемой технологии и организационно – экономической структуры организации
Примечание – составлена авторами на основе источника [2]		

Для принятия оптимальных управленческих решений необходимо контролировать формирование на всех этапах производственной деятельности организации. Анализ затрат помогает оценивать их эффективность, установить, не будут ли они чрезмерными, проверять качественные показатели работы, правильно устанавливать цены, регулировать и контролировать расходы, планировать уровень прибыли и рентабельности производства.

Поэтому затраты являются одним из основных объектов стратегического управленческого учета.

В течение продолжительного времени затраты выявляли и учитывали так называемым «котловым» методом, который не позволял предприятию получать необходимые данные для контроля за издержками производства по направлениям затрат, местам их возникновения, видам выпускаемой продукции.

Таким образом, знание классификации производственных затрат по их экономическому содержанию позволяет вскрыть характер взаимосвязи и взаимозависимости между производительностью живого труда и уровнем себестоимости производимой продукции, а на основе этого принять управленческие решения по повышению производительности труда, которая в свою очередь характеризуется увеличением затрат овеществленного труда и уменьшением затрат на единицу производимой продукции.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Ботобеков А.Б. О соотношении понятий «учет затрат» и «калькулирование себестоимости продукции //: Вестник Кыргызского экономического университета им. Т.Рыскулбекова Спец. Выпуск посвященный Исык-Кульскому форуму бухгалтеров и аудиторов стран Центральной Азии «III-Исраиловские чтения» Часть 1, г. Чолпон-Ата, 6-9 июля 2013 г.- 260 с.

[2] Сатубалдин С.С. Учет затрат на производство в промышленности США. – М.: Финансы. 1980.-141с.

[3] Тайгашинова К. Т. Основы управленческого учета в условиях развития рыночных отношений // Анализ и учет на предприятии, №2, 2004.- С.25-27.

[4] Тайгашинова К.Т., Жумагамбетова Г.Т. Управленческий учет и управление запасами топлива в условиях формирования рынка. - Алматы: ТОО Изд. LEM», 2003. - 128 с.

#### REFERENCES

[1] Botobekov A.B. O sootnoshenii ponjatiij «uchet zatrat» i «kal'kulirovanie sebestoimosti produkcii //: Vesnik Kyrgyskogo jekonomicheskogo universiteta im. T.Ryskulbekova Spec. Vypusk posvjashhennyj Issyk-Kul'skomu forumu buhgalterov i auditorov stran Central'noj Azii «III-Israilovskie chtenija» Chast' 1, g. Cholpon-Ata, 6-9 ijulja 2013 g.- 260 s.

[2] Satubaldin S.S. Uchet zatrat na proizvodstvo v promyshlennosti SShA. – M.: Finansy. 1980.-141s.

[3] Tajgashinova K. T. Osnovy upravlencheskogo ucheta v uslovijah razvitija ry-ночных отношений // Analiz i uchet na predpriyatii, №2, 2004.- S.25-27.

[4] Tajgashinova K.T., Zhumagambetova G.T. Upravlencheskij uchet i upravlenie zapasami topliva v uslovijah formirovaniya rynka. - Almaty: TOO Izd. LEM», 2003. - 128 s.

#### СТРАТЕГИЯЛЫҚ БАСҚАРУШЫЛЫҚ ЕСЕПТЕ ШЫҒЫНДАРДЫ ТОПТАСТЫРУ МӘСЕЛЕЛЕРІ

**В.Л. Назарова, М.В. Штиллер**

Алматы экономика және статистика академиясы, Алматы, Қазақстан Республикасы

Түйін сөздер: орталықтар, шығындар, басқару, ағымдағы жоспарлау, бақылау, оперативті, басқарушылық шешімдер, калькуляциялау, объектілер, шығындар есебі.

**Аннотация.** Зерттеудің мақсаты – стратегиялық басқару есебінің методологиялық аспектілерін қарастыру, оның экономикалық мәнін негіздеу мақсатына, өнімнің өзіндік құнын калькуляциялау мен калькуляция әдістерін таңдау мәселелерін анықтау. Калькуляциялау өндірістік қызметтің есебін ұйымдастырудың негізі болып табылады және алынған мәліметтер өнімнің (жұмыстар мен қызметтердің) өзіндік құны туралы әр түрлі экономикалық шешімдерді кәсіпорын басшылығына дұрыс таңдауға ықпал етеді.

Мақаланы жазу барысында және зерттеулерді жүргізуде келесі әдістер пайдаланды: ғылыми абстракция, талдау және синтез, монографиялық сипаттама.

Зерттеу процессінде келесі нәтижелер алынған: өзіндік құнды анықтау барысына бақылауды жүзеге асыру мақсатында авторлармен стратегиялық басқару есебінде қолданылатын шығындарды топтастыру құрастырылған; Шет мемлекеттердің тәжірибесін зерттеу мен біріктіре енгізу Қазақстандық кәсіпорындарда стратегиялық басқару есебін енгізу концепциясын құрастыруға мүмкіндік берді.

Нәтижелерді қолдану аумағы – Қазақстанның өндірістік кәсіпорындары.

Жұмыстың маңыздылығы келесіде – өндірістік шығындардың экономикалық мазмұнына қарай классификациясын білу өндіріліп отырған тауар мен тірі еңбек өнімділігінің өзара байланысы мен байланыстылығының мінездемесін ашып көрсетуге мүмкіндік береді, осының негізінде кәсіпорын басшылығына еңбек өнімділігін арттыру бойынша шешімдер қабылдауға, ресурстарды пайдалануға анық бақылау жүргізу мен өндіріске кететін шығындарды азайтуға көмектеседі.

Зерттеу процессінде келесі нәтижелер алынған: Өндіріс шығындарын топтастырудың бар тәсілдерін және олардың нарықтық экономиканың күшеюіне байланысты өзгерулерін меңгеру бойынша ғылыми зерттеулерді ұйымдастыру дәлелденген.

Зерттеуді жүргізу нәтижесінде автор мынадай пікірге келген, заманауи нарықтық экономика талаптарына сәйкес кәсіпорын жұмысының табыстылығы мен тиімділігін арттыру мақсатында өндіріс шығындарын азайту сұрақтары өзекті болуда. Өзіміз білетіндей, бұл мәселелер, шығындар есебін ұйымдастырудың нақтылығы мен өнімнің өзіндік құнын калькуляциялау және жаңа неғұрлым заманауи әдістерді қолданумен байланысты.

*Поступила 16.05.2016 г.*

**REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 2224-5227

Volume 3, Number 307 (2016), 172 – 178

UDC 336.71

**MARKET RISK: CONTENTS AND MANAGEMENT PRINCIPLES**

**S.T.Mirzhakypova, A.M. Nurgaliyeva**

NARXOZ University, Almaty, Kazakhstan  
[aliya\\_mn@mail.ru](mailto:aliya_mn@mail.ru)

**Key words:** bank risk, market risk, types of market risk, currency risk, interest risk, market risk management system

**Abstract.** In accordance with international practice, as well as with various financial instruments transactions volume growth and the lack of evaluation procedures and risks minimization, market risk management issues leads main position in the bank risk management system as a whole. The main principles and features of market risk management in banks.

УДК 336.71

**РЫНОЧНЫЙ РИСК В БАНКАХ:  
СОДЕРЖАНИЕ И ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ**

**С.Т. Миржакыпова, А.М. Нурғалиева**

Университет НАРХОЗ, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** банковский риск, рыночный риск, виды рыночного риска, валютный риск, процентный риск, система управления рыночным риском

**Аннотация.** В соответствии с международной практикой, а также с нарастающим объемом операций с различными финансовыми инструментами и недостатком процедур оценки и минимизации рисков, вопросы управления рыночными рисками занимают главное место в системе риск-менеджмента банка в целом. Определены основные принципы и особенности управления рыночными рисками в банках второго уровня.

Банками второго уровня до недавнего времени основное внимание уделялось рискам от кредитной деятельности, т.е. рискам потерь, возникающим в результате невыполнения клиентами обязательств по предоставленным кредитам

Развитие рыночной экономики способствовало к пересмотру приоритетов в банках второго уровня.

В первую очередь это касается вопросов рыночного риска и управления ими, так как рыночный риск является риском, обусловленным изменениями рыночных вознаграждений, курсов иностранных валют, стоимости финансовых инструментов, на рынке, неблагоприятные результаты по которым отрицательно будут оказывать влияния на деятельность банков.

Вопросам изучения рыночных рисков, связанных с раскрытием сущности и управления ими, посвящен ряд научных исследований.

Рыночный риск, российский ученый Ю.Ю.Русанов, связывает с убытками балансовых и внебалансовых операций, связанных с движениями рыночной стоимости финансовых инструментов банка. [1, с.385].

Такого же мнения придерживается коллектив авторов экономической энциклопедии, под общей редакцией А.А.Лобанова [2, с.635].

Видный ученый С.Н. Кабушкин рыночный риск рассматривает как вероятную угрозу изменения стоимости активов, пассивов и внебалансовых статей банка в связи с воздействиями факторов рыночного характера (изменения процентных вознаграждений, курсов валют и и т.д.) [3, с.55].

Правила НБ РК № 29 от 26.02.2014 г., регламентирующие вопросы систем управления рисками в БВУ, также связывает рыночный риск с такими индикаторами рыночной экономики [4].

Таким образом, по нашему мнению, рыночного риска определяют вероятные действия факторов, складывающиеся на рынке, которые влияют на цену активов, пассивов банка, а также забалансовых операций.

Значимость рыночного риска в деятельности банков второго уровня показали последствия событий, связанные с девальвацией тенге, развернувшийся в 2015 году на казахстанском фондовом рынке. Резкое уменьшение доверия к банкам второго уровня также способствовало появлению угрозе замедления операций на рынке, межбанковского капитала, нерациональному перераспределению ресурсов, в том числе и в реальный сектор экономики, оттоку депозитов физических лиц. Именно здесь рыночный риск был основным источником существенных потерь для многих банков.

Главным отличием рыночного риска от других видов является зависимость от состояния рынков и неопределенность ожидаемых результатов, так как банк, открывая рисковые позиции по тем или иным операциям на финансовом рынке, не в состоянии точно определить объем ожидаемых результатов в абсолютных неизменных цифрах.

Цель управления рыночным риском - разработка собственной политики банка, включающая в себя цели и способы, используемые на защиту капитала от отрицательных действий и нежелательных изменений цен. К составляющим целям управления рыночным риском относятся:

- обнаружения, измерения и определения приемлемой степени рыночного риска;
- Принятия мер по поддержанию достаточного уровня собственного капитала;
- Постоянное наблюдение за рыночным риском;
- Принятия мер, направленные на поддержание на доступном уровне рыночные риски, отвечающие интересам его кредиторов и вкладчиков, а также не угрожающие финансовой стабильности банка.

Объем требуемого капитала на покрытие рыночных рисков определяется путем разносторонней их оценки.

Чем точнее оцениваются рыночные риски, тем меньше требуется капитал для использования банком не для получения дохода, а как «подушка безопасности» [5, с.84]

Эффективное управление рыночным риском возможно, если банками будут соблюдаться основные принципы управления ими (рисунок 1):

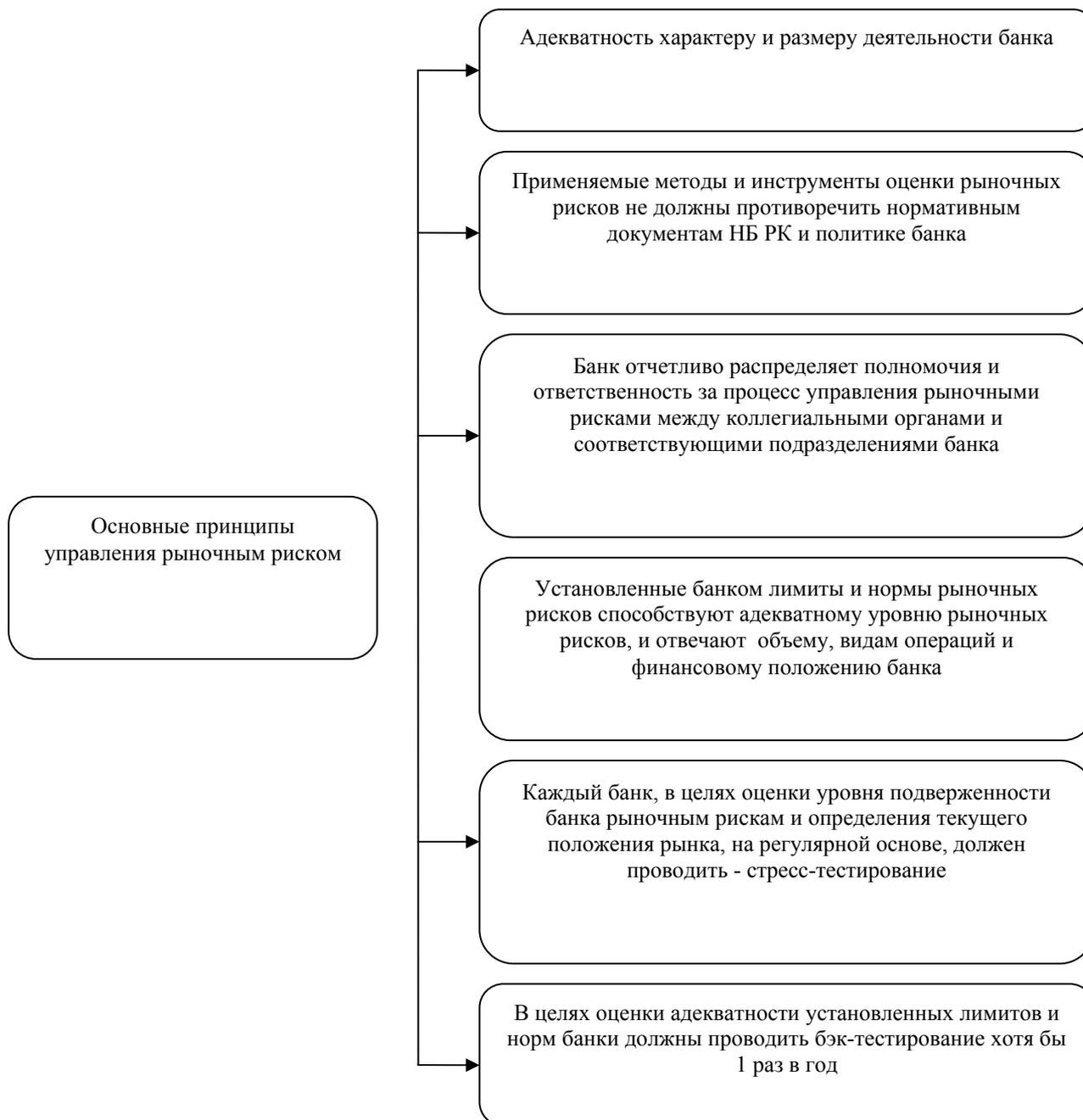


Рисунок 1 - Принципы управления рыночным риском Примечание - составлено авторами

Следует отметить, что бэк-тестинг является методом контроля действенности процедур используемых банком для измерения рисков с применением исторических данных по операциям банка и сравнением установленных нормативных данных с фактическими результатами проведенных банками операций.

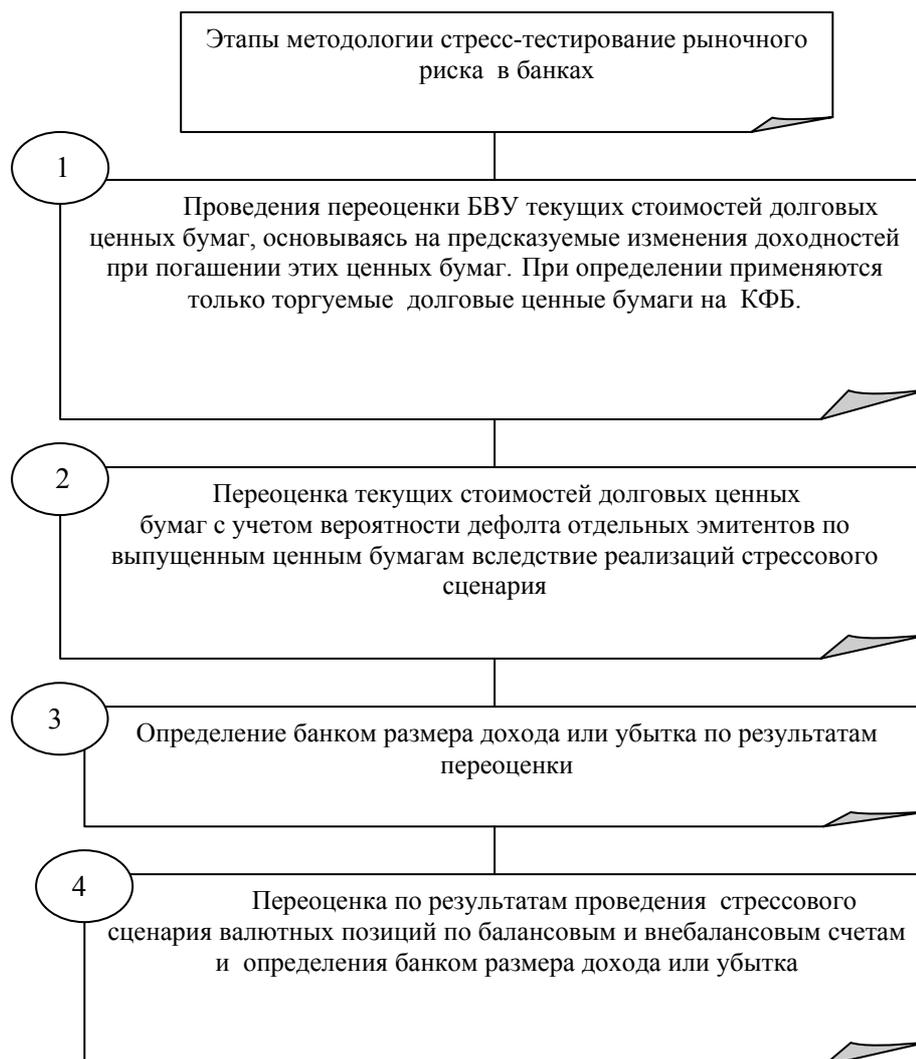
Стресс – тестирование отличается от бэк-тестирования тем, что данный метод представляет собой анализ вероятного влияния исключительных, но потенциальных событий на финансовое положение банка.

Национальным банком методология стресс - тестирования рыночного риска разработана с целью увеличения спектра оцениваемых рисков в сфере текущей практики стресс- тестирования стабильности банковского сектора и анализа финансовых результатов банков в условиях изменения ключевых параметров рынка. Данная методология включает в себя оценку дохода или

потерь, возникающих в результате изменения валютных позиций банков и переоценки долговых ценных бумаг. В качестве стрессового сценария Национальным банком рассмотрен сдвиг кривой доходности высоколиквидных ценных бумаг (ГЦБ) и изменение направления доллара США по отношению к тенге в случае реализации шока понижения цены на нефть [6].

Изменение доходности ГЦБ, при этом, основаны на изменении кривой доходности среднесрочных государственных ценных бумаг (МЕОКАМ), занимающая значительную долю в составе долговых ценных бумаг БВУ (свыше 15%).

Разработанная Национальным банком методология стресс-тестирования рыночного риска соответствует международным стандартам банковского дела и состоит из следующих этапов (рисунок 2):



Примечание - составлено авторами

Рисунок 2 - Основные этапы процесса стресс-тестирования рыночного риска

Процентный риск, в отличие от других банковских рисков, играет особую роль, так как он характерен почти всем видам банковских продуктов.

Соответственно существенные колебания рыночных процентных ставок повлияло на то, что банками второго уровня вопросы управления процентным риском определены в качестве ключевого элемента системы банковского риск-менеджмента. Неблагоприятные изменения процентных ставок по финансовым инструментам отрицательно влияют на финансовое состояние банков.

Эффективная система управления процентными рисками требует систематического участия в данном процессе топ-менеджеров банка. Поэтому банкам необходимо разработать соответствующие методики и механизмы управления рисками, которые четко составлены и в полной мере соответствуют характеру деятельности банка и уровню его подверженности процентным рискам, соответствующие процедуры измерения рисков, надзор и контроль, а также системы внутреннего контроля. Поэтому банкам необходимо разработать соответствующие методики и механизмы управления рисками, которые должны быть отчетливо составлены и соответствовать характеру банковского бизнеса, и степени его подверженности процентным рискам, а также банки должны иметь соответствующие методы оценки рисков и систем внутреннего контроля.

Банки обязаны отслеживать риск изменения процентных ставок на консолидированной основе, т.е. учитывая риски всех дочерних организаций.

Так как в составе рыночного риска значительную долю составляют валютные риски, поэтому, вкратце остановимся на них. Валютный риск - это вероятность появления убытков у банка в связи с неблагоприятными изменениями курсов валют. В 2015 г. косвенный валютный риск БВУ, высокая степень которого связана со значительным объемом займов в кредитном портфеле БВУ, выданных в иностранной валюте, являлась существенной в отличие от прямого валютного риска. Прямой валютный риск в банках обусловлен с изменениями курса тенге.

За 2010-2015 гг. обменные курсы иностранных валют по отношению к тенге представлены таблице 1:

Таблица 1 - Обменные курсы иностранных валют в РК

Года	Официальные обменные курсы		Биржевые обменные курсы	
	В среднем за период	На конец периода	В среднем за период	На конец периода
Обменные курсы доллара США				
1	2	3	4	5
2010	147,35	147,40	147,35	147,50
2011	146,62	148,04	146,64	148,40
2012	149,11	150,29	149,08	150,74
2013	152,13	153,61	152,15	154,06
2014	179,19	182,35	179,49	182,35
1	2	3	4	5
2015	221.73	339.47	222.51	340.01
Обменные курсы Евро				
2010	195,67	195,23	196,26	193,82
2011	204,11	191,36	204,05	191,80
2012	191,67	198,49	191,96	198,58
2013	202,09	211,17	202,31	211,30
2014	238,10	221,97	239,69	223,70
2015	245.80	371.31	245.79	371.10
Обменные курсы российского рубля				
2010	4,85	4,84	4,86	4,85
2011	5,00	4,61	5,00	4,61
2012	4,80	4,94	4,80	4,96
2013	4,78	4,69	4,78	4,72
2014	4,76	3,17	4,77	3,27
2015	3.61	4.65	3.63	4.64
Примечание - источник [7]				

В течение 2015 года формирование обменного курса тенге происходило под воздействием разных факторов, ключевыми из которых стали обстановка в основных торговых партнерах и мировые цены на нефть.

В 2015 году биржевой средневзвешенный обменный курс тенге составил 222,51 тенге за доллар США. Биржевой курс на конец года составил 340,01 тенге за доллар США. За год в номинальном выражении тенге ослаб по отношению к доллару США на 86,5%.

На конец 2015 года официальный курс на бирже составил 340,01 тенге за доллар США, в

течение года тенге по отношению к доллару США в номинальном выражении ослаб на 86,5%.

В таблице 2 за 2010-2015 гг. представлены данные по операциям на внутреннем валютном рынке.

Таблица 4 - Операции БВУ на внутреннем валютном рынке за 2010-2015 гг.

годы	USD млн. ед. валюты			EUR млн. ед. валюты			RUB млн. ед. валюты		
	Объем торгов KASE	Объем сделок банков-резидентов БМВР	Нетто-операции ОП	Объем торгов KASE	Объем сделок банков-резидентов БМВР	Нетто-операции ОП	Объем торгов KASE	Объем сделок банков-резидентов БМВР	Нетто-операции ОП
2010	60 619	41 465	10 288	192745	505 706	448 307	5 674	4 343	10 144
2011	70 498	22 003	12 414	299400	548 443	800 625	5 197	5 094	14 028
2012	55 296	18 324	12 895	12 000	519 312	675 969	8 273	4 020	18 382
2013	57 513	12 435	12 219	12 500	400 231	954 695	4 239	2 439	30 100
2014	89 006	8 120	14 239	82 600	101 347	1 317 888	11 636	7 404	76 057
2015	55 826	4 121	7 690	38 200	39 642	612 551	18 319	12 045	176 428

Примечание - источник [7]

В 2015 году на КФБ объем торгов в долларовой позиции составил 55,8 млрд. долл. США, уменьшившись на 62,7% по сравнению с 2014 годом. Операции с евро и российскими рублями занимали незначительные доли в обороте биржевого и внебиржевого сегментов валютного рынка. На биржевом рынке объем операций с российскими рублями вырос в 1,6 раза до 18,3 млрд. российских рублей, объем операций с евро уменьшился в 2,2 раза до 38,2 млрд. евро.

В 2014 году объемы нетто-продаж долларов США обменными пунктами составили 7,7 млрд. долл. США, уменьшившись на 54 %. Объемы нетто-продаж российских рублей повысились в 2,3 раза до 176,4 млрд. рублей. Объемы евро уменьшились на 46,5% до 612,6 млрд. евро.

Проявление валютного риска, таким образом, связано с отрицательными изменениями курсов валют и неясностью финансовой ситуации в будущем. Подводя итоги, можно сказать, что мировой финансовый кризис показал банкам на необходимость действенного управления валютными рисками на фоне прокатившейся во многих странах волны девальвации национальных валют. Поэтому, банкам необходимо разработать эффективную стратегию управления рыночными рисками, которая должна базироваться на соблюдении банками принципа безубыточной деятельности, направленная на обеспечение оптимального равновесия между рентабельностью и степенью принимаемых банком на себя рисков.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Русанов Ю.Ю. Банковский риск-менеджмент: теоретические проблемы и практика становления и развития в России: дис. ...д-ра экон. Наук: 08.00.10 / Ю.Ю.Русанов, Рос. экон. акад. им. Г.В.Плеханова. – М., 2005. – 435 с.
- [2] Энциклопедия финансового риск-менеджмента / под редакцией А.А.Лобанова, А.В.Чугунова, М.: Альпина Паблишер, 2007. - 878 с.
- [3] Кабушкин С.Н. Управление кредитным риском, Минск : Новое знание, 2007. – 336 с.
- [4] Правила формирования системы управления рисками и внутреннего контроля для банков второго уровня, утв. Постановлением Правления Национального банка Республики Казахстан № 29 от 26 февраля 2014 г.
- [5] Основы риск-менеджмента : пер. с англ. / М. Круи, Д. Галай, Р. Марк ; науч.ред. В. Б. Минасян. — М.: Издательство Юрайт, 2011. - 390 с.
- [6] Отчет о финансовой стабильности Казахстана, 2014. Электронный ресурс: [www.nationalbank.kz](http://www.nationalbank.kz)
- [7] Статистический бюллетень Национального Банка Республики Казахстан за 2014 год– [www.nationalbank.kz](http://www.nationalbank.kz)

#### REFERENCES

- [1] Rusanov YY Banking risk management: theoretical problems and practice of formation and development in Russia: dis. ... Dr. ehkon. Sciences: 08.00.10 / Yu.Yu.Rusanov, Ros. ehkon. Acad. them. Plekhanov. - M., 2005. - 435 p.
- [2] Encyclopedia of the financial risk management / edited A.A.Lobanova, A.V.Chugunova, M. : Alpina Publisher, 2007. - 878 p.
- [3] Kabushkin SN Credit risk management, Minsk: new knowledge, 2007. - 336 p.
- [4] Rules of formation of risk management and internal control systems for the commercial banks, approved by the Board

of the National Bank of the Republic of Kazakhstan № 29 dated February 26, 2014

[5] Fundamentals of Risk Management: Per. from English. / M. Krui, D. Gala, R. Mark; nauch.red. VB Minasyan. - М.: Yurayt Publishing, 2011. - 390 p.

[6] Financial Stability Report of Kazakhstan, 2014. Electronic resource: <https://www.nationalbank.kz>

[7] Statistical Bulletin of the National Bank of the Republic of Kazakhstan in 2014. Electronic resource: <https://www.nationalbank.kz>

ӘОЖ 336.71

## **БАНКТЕГІ НАРЫҚТЫҚ ТӘУЕКЕЛ: МАҚМУНЫ ЖӘНЕ БАСҚАРУ ҚАҒИДАЛАРЫ**

**С.Т. Міржақыпова, Ә.М. Нұрғалиева**

НАРХОЗ Университеті, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** банктік тәуекел, нарықтық тәуекел, нарықтық тәуекелдердің түрлері, валюталық тәуекел, пайыздық тәуекел, нарықтық тәуекелді басқару жүйесі

**Аннотация.** Халықаралық тәжірибеге сәйкес, сонымен қатар әртүрлі қаржылық құралдармен жүзеге асырылатын операциялар көлемінің үдеуімен және тәуекелдерді төмендету мен бағалау процедураларындағы кемшіліктермен байланысты банктік тәуекел-менеджментінде нарықтық тәуекелдерді басқару сұрақтары басты орынды алады. Мақалада екінші деңгейдегі банктердегі нарықтық тәуекелдерді басқару қағидалары мен оларды басқару ерекшеліктері анықталған.

*Поступила 16.05.2016 г.*

---



---

**МАЗМҰНЫ**
**Физика**

*Абишев М., Хасанов Н., Утепова Д., Айтасов Т.* Жылулық нейтрондардың катализдық қоспамен (Pb, Bi, Po) шексіз ортада әсерлесуін модельдеу.....5

**Механика**

*Туран Д., Сулиев Р.Н., Әміргалиев Е.Н.* Модификацияланған сирек LMS-ағатын алгоритмнің көмегімен жүйелерді сәйкестендіру..... 10

**Техникалық ғылымдар**

*Полецук О.Х., Ковалева С.В., Ермаханов М.Н., Саудахметов П.А., Утелбаева А.Б., Нуруллаев М.А.* Тығыздық функционалы теориясы негізінде металл сынап бетінің аммоний негіздерімен өзара әсерін талдау..... 17

*Полецук О.Х., Изаак Т.И., Адырбеков Г.М., Ермаханов М.Н., Саудахметов П.А., Абдраимов Р.Т.* Тығыздық функционалы теориясы әдістерімен күмістің төрт атомды кластерінің кремний диоксидінің бетімен өзара әсерін талдау..... 23

*Ракишев Б.Р.* Мощная база научно- инновационной системы ..... 31

*Қасымқанова Н.М., Г.К. Жанғұлова, Б.К. Бектур, В.Б. Туреханова, Булар С.* Уақыт факторы мен жаппай жарылыс жұмыстарын ескере отырып, тау жыныстарының тұрақтылығын және карьер кемері беріктігінің құрылымдық-тектоникалық ерекшеліктері мен физика-механикалық қасиеттерін зерттеу.....36

*Найзабеков А.Б., Лежнев С.Н., Қурапов Г.Г., Волокитин А.В., Волокитина И.Е., Орлова Е.П.* Ультрадисперсті шикізат қолдануымен алюминий ұяқалыбы негізінде композициялық материалдарды алуы..... 45

*Машеков С.А., Абсадыков Б.Н., Акимбекова М.М., Машекова А.С.* Физикалық үлгілеу әдісін қолданып үздіксіз бойлық-сыналы орнақта алюминий қорытпасынан жасалған қаңылтырды ыстықтай жаймалаудың технологиясын өндеу..... 53

*Исмаилов С.У., Сатыбалдиева Ф.А., Бейсембекова Р.Н., Сариев А.С., Мусабеков А.А., Исмаилова А.С.* Тіректі-бұрылысты механизмді гелиостатты басқару үшін PIC микроконтроллер негізінде Күн қозғалысын бақылау жүйесінің электронды схемасы ..... 66

*Темирбаев Д.Ж., Оңғар Бұлбұл Б.* Жану процесін ығыстырған пиролиз оттық жағдайында шырағдандағы көмір азотының әрекеті..... 72

*Муратов А.С., Бренер А.М., Ташимов Л.* Тасымалдау және агрегациялау процестерінің математикалық моделінде релаксациялық ядроларының әдісі..... 78

*Жиенбек А.О., Құдайбергенова Б.Қ., Сейтен А.Б.* XILINX WEBPACK ISE автоматтандырылған жобалау жүйесімен танысу, қарапайым логикалық AND3 элементін жасау..... 87

**Жер туралы ғылымдар**

*Каршигина З.Б., Әбишева З.С., Бочевская Е.Г., Саргелова Э.Ә., Ақиолақова С.Т.* Сирек жер металдарын бөліп ала отырып, Құндыбай кенорнының кендерін күкірт қышқылды ашу..... 93

**Химия**

*Жұмаділлаева С.А., Баешов Ә.Б., Алтынбекова М.О., Абжалов Б.С.* Салицил қышқылының гидраинолизін ионитті катализатор қатысында зерттеу..... 102

**Биология**

*Жаманбаева Г.Т., Мурзахметова М.К., Тулеуханов С.Т., Жапарқұлова Н.И.* Өсімдік полифенолдарының ісікке қарсы әсерлері ..... 108

*Нигматова В.Г., Литус И.А., Мукушкина Д.Д., Мирошник Т.Н., Хансейтова А.К., Омарбаева Н.А., Талаева Ш.Ж., Балмуханов Т.С., Айтхожина Н.А.* Қазақстан популяциясындағы этникалық топтардағы сүт безі ісігі диагнозымен пациенттер арасында көп дәріге тұрақтылық (MDR1) генінің rs1128503 және rs1045642 вариабельді полиморфты локустары..... 116

**Әлеуметтік ғылымдар**

*Атығаев Н.Ә.* Қазақ хандығының қаржы жүйесі туралы кейбір құжаттар ..... 123

*Касимова С.С., Ушакова К.В., Сейсенова А.С.* Сабақ талдаудың нәтижеге бағытталуы..... 134

*Исмаилова Д., Нұрғалиева А., Шамуратова Н.* Қазақстанның басқа әлемдік факторларымен саяси-экономикалық ынтымақтастығы ..... 140

*Тастанова З.Т., Торланбаева К.Ө.* 2015 жылғы Жамбыл және Павлодар облысындағы экспедициялық жұмыс бойынша есеп..... 150

*Торланбаева К.Ө.* Түркі руникалық жазба ескерткіштері Қазақстан тарихының дереккөзі ретінде ..... 156

*Назарова В.Л., Штиллер М.В.* Стратегиялық басқарушылық есепте шығындарды топтастыру мәселелері ..... 167

*Міржақыпова С.Т., Нұрғалиева Ә.М.* Банктегі нарықтық тәуекел: мақмұны және басқару қағидалары..... 172

СОДЕРЖАНИЕ

**Физика**

*Абишев М., Хасанов М., Утепова Д., Айтасов Т.* Моделирование взаимодействия тепловых нейтронов с каталитическим составом (Pb, Bi, Po) в безграничной среде..... 5

**Механика**

*Туран Д., Сулиев Р.Н., Амиргалиев Е.Н.* Идентификация систем с помощью модифицированного разреженного LMS алгоритма с утечкой..... 10

**Технические науки**

*Полещук О. Х., Ковалева С. В., Ермаханов М.Н., Саидахметов П.А., Утелбаева А.Б., Нуруллаев М.А.* Анализ взаимодействия поверхности металлической ртуты с аммонийными основаниями на основании теории функционала плотности..... 17

*Полещук О. Х., Изаак Т. И., Адырбеков Г.М., Ермаханов М.Н., Саидахметов П.А., Абдраимов Р.Т.* Анализ взаимодействия четырехатомного кластера серебра с поверхностью диоксида кремния методами теории функционала плотности..... 23

*Ракишев Б.Р.* Ғылыми - инновациялық жүйелердің қуатты негізі..... 31

*Касымканова Н.М., Джангулова Г.К., Бектур Б.К., Туреханова В.Б., Булар С.* Исследование влияния структурно-тектонических особенностей и физико-механических свойств горных пород на устойчивость откосов с учётом фактора времени и массовых взрывов..... 36

*Найзабеков А.Б., Лежнев С.Н., Курапов Г.Г., Волокитин А.В., Волокитина И.Е., Орлова Е.П.* Получение композиционных материалов на основе алюминиевой матрицы с применением ультрадисперсного сырья..... 45

*Машеков С.А., Абсадыков Б.Н., Акимбекова М.М., Машекова А.С.* Разработка технологий горячей прокатки листов из алюминиевых сплавов на непрерывном продольно-клиновом стане с использованием метода физического моделирования..... 53

*Исмаилов С.У., Сатыбалдиева Ф.А., Сарibaев А.С., Мусабеков А.А., Исмаилова А.С.* Электронная схема системы слежения за движением Солнца на базе PIC микроконтроллера для управления опорно-поворотным механизмом гелиостата..... 66

*Темирбаев Д.Ж., Б. Онгар Булбул.* Исследование поведения азота угля в факеле при пиролизной горелки со сдвигом процессов горения..... 72

*Муратов А.С., Бренер А.М., Ташимов Л.* Метод релаксационных ядер в математической модели процессов переноса и агрегации..... 78

*Жиенбек А.О., Құдайбергенова Б.Қ., Сейтен А.Б.* Ознакомление с автоматизированной проектной системой XILINX WEBPACK ISE, создание простого логического элемента AND3..... 87

**Наука о Земле**

*Каршигина З.Б., Абишева З.С., Бочевская Е.Г., Саргелова Э.А., Акчулакова С.Т.* Сернокислотное вскрытие руды месторождения Кундыбай с извлечением редкоземельных металлов..... 93

**Химия**

*Джумадуллаева С.А., Баешов А.Б., Алтынбекова М.О., Абжалов Б.С.* Исследование гидразинолиза салициловой кислоты в присутствии ионитного катализатора..... 102

**Биология**

*Жаманбаева Г.Т., Мурзахметова М.К., Тулеуханов С.Т., Жапаркулова Н.И.* Противоопухолевые эффекты растительных полифенолов..... 108

*Нигматова В.Г., Литус И.А., Мукушкина Д.Д., Мирошник Т.Н., Хансейтова А.К., Омарбаева Н.А., Талаева Ш.Ж., Балмуханов Т.С., Айтхожина Н.А.* Варибельные полиморфные локусы rs1128503 и rs1045642 гена множественной лекарственной устойчивости (*mdr1*) среди пациентов с диагнозом рак молочной железы в этнических группах Казахстана..... 116

**Общественные науки**

*Атыгаев Н.А.* Некоторые материалы по финансовой системе казахского ханства..... 123

*Касимова С.С., Ушакова К.В., Сейсенова А.С.* Анализ урока, ориентированный на результат..... 134

*Исмаилова Д., Шамуратова Н., Нурғалиева А.* Политико-экономическое партнёрство Казахстана с мировыми факторами..... 140

*Тастанова З.Т., Торланбаева К.У.* Отчет по экспедиционной работе в Жамбылскую и Павлодарскую области в 2015 г. .... 150

*Торланбаева К.У.* Тюркские рунические памятники как источник по истории Казахстана..... 156

*Назарова В.Л., Штиллер М.В.* Проблемы классификации затрат в стратегическом управленческом учете..... 167

*Миржакыпова С.Т., Нурғалиева А.М.* Рыночный риск в банках: содержание и принципы управления..... 172

## CONTENT

**Physics**

- Abishev M., Khassanov M., Utepova D., Aitasov T.* Simulation of the interaction of thermal neutrons with catalytic composition (Pb, Bi, Po) in an infinite medium..... 5

**Mechanics**

- Turan D., Suliyev R.N., Amirgaliyev Ye. N.* A Modified Sparse Leaky-LMS Algorithm for System Identification..... 10

**Technical science**

- Poleshchuk O. Kh., Kovaleva S.V., Ermakhanov M.N., Saidakhmetov P.A., Utelbaeva A.B., Nurullaev M.A.* Using of density functional theory for analysis of surface interaction between metallic mercury and ammonium bases..... 17

- Poleshchuk O.Kh., Izaak T.I., Adyrbekova G.M., Ermakhanov M.N., Saidakhmetov P.A., Abdraimov R.T.* Analysis of the interaction of four-atom silver cluster with surface of silicon dioxide by density functional theory methods..... 23

- Rakishev B.R.* Strong base of scientific-innovation system..... 31

- Kassymkanova H.M., Jangulova G.K., Bektur B.K., Turekhanova V.B., Bular S.* Study of influence of structural-tectonic features and physical and mechanical properties of rocks on the stability with taking into account the factor of times and mass explosion..... 36

- Nayzabekov A.B., Lezhnev S.N., Kurapov G.G., Volokitin A.V., Volokitina I.E., Orlova E.P.* Obtaining of composite materials based on aluminum die with using of ultradispersed raw materials..... 45

- Mashekov S.A., Absadykov B.N., Rakhmatulin M.L., Isametova M.E., Nugman E.Z., Poleshchuk A.I., Mashekova A.S.* Development of technologies of hot rolling of aluminum alloy sheets on a continuous longitudinal wedge mill with the use of physical simulation..... 53

- Ismailov S.U., Satybaldyieva F.A., Saribaev A.A., Musabekov A.A., Ismailova A.S.* The electronic circuit system of tracking the movement of the Sun on the basis of PIC microcontrollers to control the supporting-turning mechanism heliostat..... 66

- Ongar B., Temirbaev D. Zh.* Investigation of the behavior of nitrogen coal in torch burner pyrolysis with a shift of the combustion process..... 72

- Muratov A.S., Brener A. M., Tashimov L.* The relaxation kernels approach to mathematical models of transfer and aggregation processes..... 78

- Zhyenbek A.O., Kudaibergenova B.K., Ceūmen A.B.* Introduction TO XILINX WEBPACK ISE automatic project system, making simple principle of and3 ..... 87

**Earth Science**

- Karshigina Z.B., Abisheva Z.S., Bochevskaya Ye.G., Sargelova E.A., Akchulakova S.T.* Sulfuric acid opening of kundybay deposit ore with recovery of rare earth metals..... 93

**Chemistry**

- Dzhumadullayeva S.A., Bayeshov A.B., Altynbekova M.O., Abzhalov B.S.* Hydrazinolysis of salicylic acid in the presence ion exchanger catalyst..... 102

**Biology**

- Zhamanbayeva G.T., Murzakhmetova M.K., Tuleukhanov S.T., Zhaparkulova N.I.* Antitumor effects of plant polyphenols..... 108

- Nigmatova V.G., Litus I.A., Mukushkina D.D., Miroshnik T.N., Khanseitova A.K., Omarbaeva N.A., Talaeva Sh.Zh., Balmukhanov T.C., Aitkhozina N.A.* RS1128503 and RS1045642 variable polymorphic loci of multiple drug resistance (MDR1) gene in breast cancer patients of Kazakhstan population's ethnic groups..... 116

**Social Sciences**

- Atygaev N.A.* Some materials on the financial system of the kazakh khanate ..... 123

- Ushakova K.V., Kasimova S.S., Seisenova A.S.* The analysis of a lesson oriented to a result..... 134

- Ismailova D., Shamuratova N., Nurgaliyeva A.* Political and Economic partnership of Kazakhstan with world actors..... 140

- Tastanova Z.T., Torlanbayeva K.U.* The report on expedition work in Zhambyl and Pavlodar areas in 2015..... 150

- Torlanbayeva K.U.* Turkic Runic monuments as a source on the history of Kazakhstan..... 156

- Nazarova V.L., Shtiller M.V.* Problems of classification of expenses in strategic management accounting..... 167

- Mirzhakypova S.T., Nurgaliyeva A.M.* Market risk: contents and management principles..... 172

## **Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the originality detection service Cross Check <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://www.reports-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Т.А. Апендиев*  
Верстка на компьютере *С.К. Досаевой*

Подписано в печать 20.05.2016.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

11 п.л. Тираж 2000. Заказ 3.