



Д. Серікбаев  
атындағы  
Шығыс Қазақстан  
мемлекеттік техникалық  
университетінің

**ХАБАРШЫСЫ**



**ВЕСТНИК**

Восточно-Казахстанского  
государственного технического  
университета  
имени  
Д. Серикбаева

1

Регистрационный № 145-ж

№ 1 (79), март, 2018

Основан в 1998 году

Выходит 4 раза в год

Ғылыми журнал

Д. Серікбаев атындағы  
Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық  
университетінің

**ХАБАРШЫСЫ**



**ВЕСТНИК**

Восточно-Казахстанского государственного  
технического университета  
им. Д. Серикбаева

Научный журнал



Бас редакторы - Главный редактор

**Ж.К. Шаймарданов**

ректор, профессор

## **Редакция алқасы - Редакционная коллегия:**

Заместитель главного редактора:

О.Д. Гавриленко, канд. геол.-мин. н.

Ответственный секретарь - О.Н. Николаенко

Члены коллегии:

А.К. Адрышев, д-р техн. н., проф.,

А.Н. Алексеенко, д-р ист. н., проф.,

Д.Л. Алонцева, канд. физ.-мат. наук, проф.,

Ю.В. Баталов, д-р экон.н., проф.,

Ю.А. Веригин, д-р техн. н., проф.,

Б.А. Дьячков, д-р геол.-мин. н., проф.,

М.В. Дудкин, д-р техн. наук, проф.,

А.В. Егорина, д-р геогр. наук, проф.,

С.А. Жуманазар, канд. экон. наук, доц.,

Т.Т. Ипалаков, д-р техн. н., проф.,

А.И. Квасов, д-р техн. н., проф.,

Е.А. Колос, д-р экон. наук, доц.,

В.П. Колпакова, д-р техн. наук, доц.,

Ж.О. Кульсеитов, д-р техн. н., проф.,

Н.П. Малышев, канд. экон. н., проф.,

О.А. Манцуров, полковник,

Ж.Д. Назбиев, д-р. филол. н., проф.,

С.В. Плотников, д-р физ.-мат. н., проф.,

А.Д. Погребняк, д-р физ.-мат. наук, проф.,

М.К. Скаков, д-р физ.-мат. н., проф.,

Б.В. Сырнев, д-р техн. н., проф.,

А.К. Томилин, д-р физ.-мат. н., проф.,

Е.М. Турганбаев, канд. физ.-мат. н., Dr. PhD.,

С.Д. Тыныбекова, д-р пед. н., проф.

Н.Г. Хисамиев, д-р физ.-мат. н., проф.,

В.Ю. Чернавин, канд. техн. н, проф.,

Ю.Н. Шапошник, д-р техн. н., проф.

ISSN 1561- 4212

© Восточно-Казахстанский  
государственный технический  
университет им. Д. Серикбаева,  
2018



УДК 622.273

**А.И. Ананин, Г.Т. Нуршайыкова, З.К. Тунгушбаева**Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НИСХОДЯЩЕЙ СЛОЕВОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ  
С ТВЕРДЕЮЩЕЙ ЗАКЛАДКОЙ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА**

*В статье рассматриваются усовершенствованные варианты нисходящей слоевой системы разработки с закладкой выработанного пространства, которые позволили повысить безопасность горных работ, снизить затраты на управление состоянием массива.*

*Мақалада тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігін жоғарылататын, массив күйін басқаруға кететін шығындарды төмендететін қазымкеңістікті қатайғыш толтырмалаумен төмен түсетін қабаттап қазу жүйесінің жетілдірілген нұсқалары келтірілген.*

*The article deals with the improved versions of the downward layered development system with the laying of the worked out space, which made it possible to increase the safety of mining operations, and reduce the costs of managing the state of the array.*

В последнее время все шире применяется нисходящая слоевая система разработки, которую можно применять при любых мощностях и углах падения рудных тел при неустойчивых рудах и вмещающих породах, а также в случаях необходимости создания разгрузочных слоев или отработки запасов богатых руд на аварийных участках путем создания искусственной потолочины (рис. 1).

На рудниках Норильска данная система разработки применяется в основном для создания разгрузочных слоев. Впервые она нашла широкое применение для отработки Орловского колчеданно-полиметаллического месторождения при добыче 1 млн т руды в год (с 1983 г.). Позднее стала применяться на рудниках АК «АЛРОСА», Яковлевском руднике (Россия), Артемьевском руднике ПК ТОО «Востокцветмет» (Казахстан) [1-4]. Развитие данной технологии связано с решением проблем устойчивости искусственного массива при подработке и управлением его состоянием.

В 1990-2015 гг. для повышения эффективности и безопасности нисходящей слоевой системы разработки на Орловском руднике Жезкентского ГОКа проведен комплекс работ, которые позволили:

- повысить производительность очистных блоков;
- повысить устойчивость искусственной кровли;
- установить рациональный порядок отработки заходов в слое и подэтажей в блоке;
- обеспечить эффективное управление состоянием массива;
- обосновать применение новых видов крепей;
- разработать новые способы формирования искусственного массива;
- обеспечить прогноз и предупреждение горных ударов;
- разработать технологию закладочных работ.



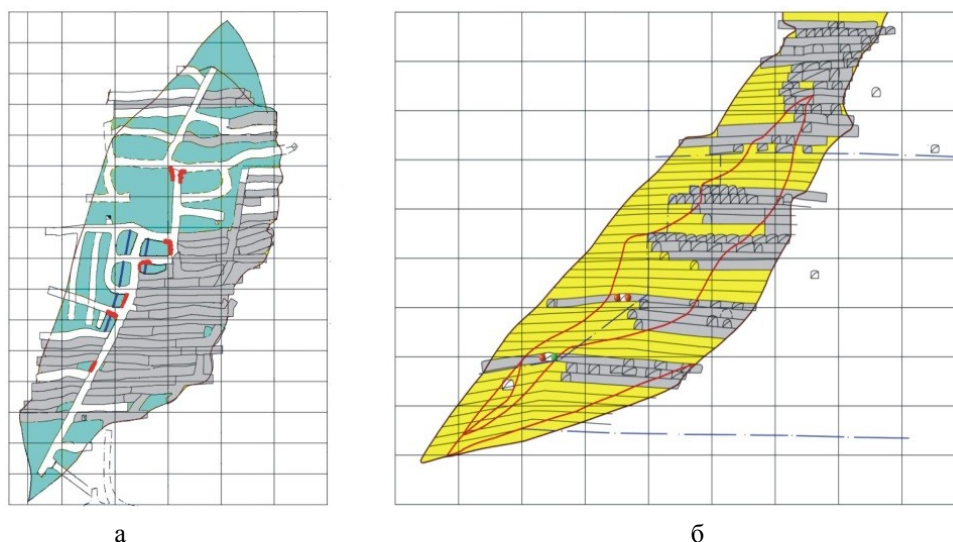


Рисунок 1 – Нисходящая слоевая система разработки:  
а – план слоя; б – разрез рудного тела

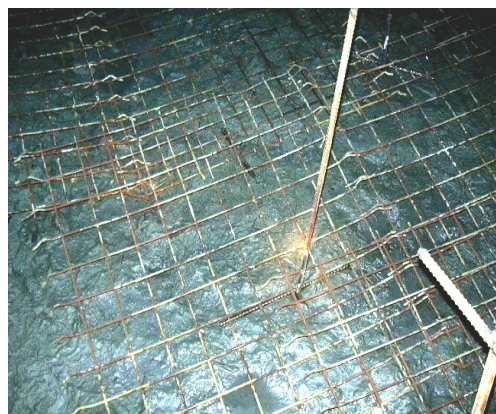
Разработанные и защищенные патентами РК [5-7] новые варианты технологии нисходящей слоевой системы разработки с твердеющей закладкой выработанного пространства и внедренные на Орловском руднике Жезкентского ГОКа обладают следующими достоинствами:

- увеличение высоты и ширины заходок повышает производительность очистных работ в блоке;
- обеспечено повышение устойчивости искусственной кровли путем установления рационального порядка отработки заходок в слое и подэтажей в блоке без сокращения фронта добычи руды, применения рациональных способов формирования закладочного массива, его армировки и крепления очистных выработок;
- рациональное использование минеральных ресурсов;
- создание зон, защищенных от повышенных концентраций горного давления.

Освоен новый способ формирования искусственного массива (патент РК № 14567), обеспечивающий плавную просадку искусственного массива без нарушения сплошности. Это достигается тем, что в заходке размещают жёсткое перекрытие в виде сетки у почвы выработки, устанавливают стержни рядами и осуществляют закладку твердеющей смесью (рис. 2).

На рис. 3 приведена двухстадийная схема отработки заходок с установкой жестких опор перед закладкой выработанного пространства, что обеспечивает соответствие фактического пролета обнажений кровли проектному (предпатенты РК № 8017 и № 13696).

При отработке мощных крутопадающих рудных месторождений, склонных к горным ударам (Орловское, Артемьевское и др.), при природной зональности оруденения создание защищенных зон в рудах, склонных к горным ударам, возможно путем первоочередной отработки технологических типов руд не склонных к горным ударам, что обеспечивает селективность их добычи (патент РК № 15618).



а

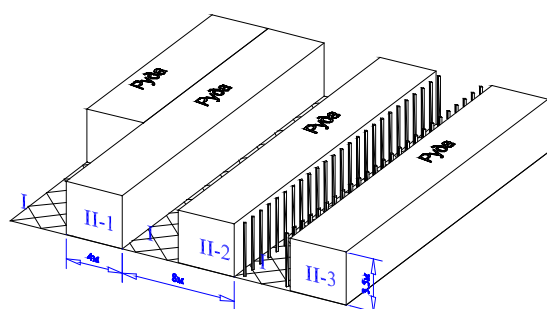


б

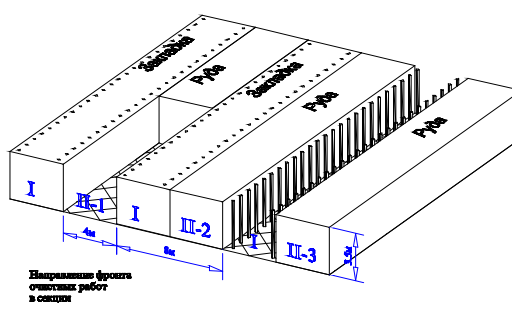
Рисунок 2 – Формирование искусственного массива с армировкой:

а - вид армировки на почве слоя перед закладкой;

б - вид армировки после укладки несущего слоя



а



б

Рисунок 3 - Двухстадийный порядок отработки заходок в слое:

а - первая стадия; б - вторая стадия

Для условий Орловского месторождения отработка сплошных руд подэтажно-камерной системой разработки, а неустойчивых вкрапленных руд - нисходящей слоевой, позволяет добиться следующих эффектов:

- сокращение потерь и разубоживания при добыче на 0,5 и 1,4% соответственно;
- сокращение потерь металлов в хвостах флотации при раздельной переработке технологических типов руд за счет стабилизации качества руд (снижение коэффициента вариации содержаний металлов) от 0,5 до 4,72% для различных металлов;
- повышение комплексности использования запасов руд при раздельной переработке технологических типов (повышение извлечения благородных металлов, возможность получения баритового и пиритного концентратов);
- снижение степени удароопасности за счет создания защищенных и разгруженных зон.

Технология опробована при отработке основной залежи на 11 горизонте Орловского месторождения. На рис. 4 показана принципиальная схема разгрузки массива.

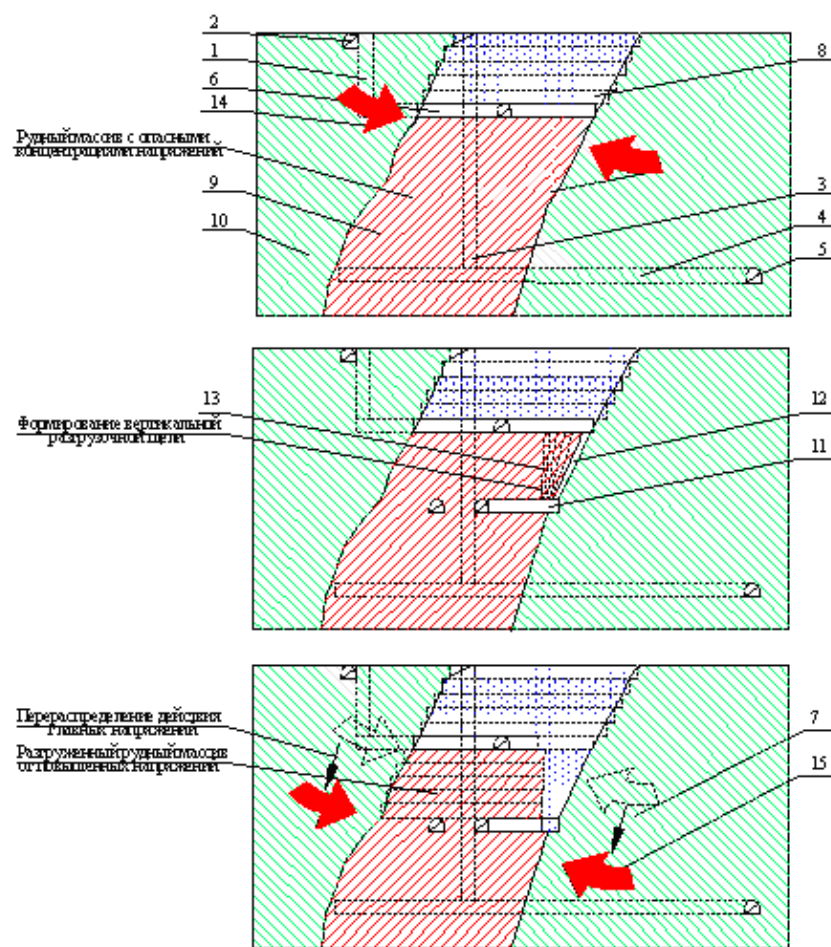


Рисунок 4 – Схема для снижения горизонтальной составляющей напряжений:

- 1 – вентиляционно-закладочный восстающий; 2 – вентиляционно-закладочный штрек;  
3 – рудоспуск; 4 – заезд; 5 – откаточный штрек лежачего бока; 6 – очистная заходка;  
7 – отработанная и заложенная разгрузочная щель; 8 – искусственный массив; 9 – рудный массив;  
10 – породный массив; 11 – буро-доставочный орт; 12 – отрезная щель; 13 – скважины;  
14 – направление главных нормальных напряжений до проведения мероприятий по разгрузке массива; 15 – направление главных нормальных напряжений после проведения мероприятий по разгрузке массива

На основании вышеизложенного можно сделать следующий вывод. Разработанные и внедренные усовершенствованные технологические процессы добычи руды нисходящей слоевой системой разработки позволили повысить безопасность горных работ, снизить затраты на управление состоянием массива.

#### Список литературы

1. Закладочные работы в шахтах: Справ. / Под ред. Д.М. Бронникова, М.Н. Цыгалова. - М.: Недра, 1989. - 400 с.
2. Ананин А.И. Разработка Орловского месторождения системой горизонтальных слоев в нисходящем порядке / А.И. Ананин, А.И. Барилук, В.М. Ткачев и др. // Горный журнал. – 2002. - № 5. - С. 55-58.

3. Григорьев А.М. Разработка Яковлевского месторождения под водоносными горизонтами системами с закладкой / А.М. Григорьев, О.В. Зотеев, А.Б. Макаров и др. // Развитие идей Д.М. Бронникова в области разработки рудных месторождений на больших глубинах; Под ред. акад. К.Н. Трубецкого. – М.: ИПКОН РАН, 2013.
4. Крупник Л.А. Практика ведения закладочных работ на рудниках / Л.А. Крупник, Л.В. Пятигорский, В.М. Ткачев. – Алматы: Казахстан, 1995. – 240 с.
5. Ананин А.И. Способ формирования закладочного массива / А.И. Ананин, А.И. Барилук, И.А. Рышкель и др. – Предпатент РК № 14567, Бюл. "ПС" № 7, 11.10.2002.
6. Ананин А.И. Способ разработки месторождений полезных ископаемых / А.И. Ананин, Н.С. Кунанбаев, С.И. Фаустов и др. – Предпатент РК № 13696, Бюл. "ПС" № 11, 19.04.2002.
7. Ананин А.И. Способ разработки мощных крутопадающих месторождений полезных ископаемых с повышенной концентрацией напряжений / А.И. Ананин, С.И. Фаустов, В.Г. Колобов и др. – Предпатент РК №15618, Бюл. «ПС», 23.05.2002.

Получено 30.01.2018

УДК 552.086; 553.08

**А.Б. Байбатша, Г.М. Омарова, К.Ш. Дюсембаева, К.У. Булегенов**

Казахский национальный исследовательский университет им. К.И. Сатпаева,  
г. Алматы

#### ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОККИЯ

*Изучены вещественный состав руд и различные типоморфные свойства золота (морфология, размеры и пробы), элементы-примеси, минеральные парагенезисы одного из перспективных для Казахстана золоторудного месторождения Коккия золото-метасоматического типа. По морфологическим признакам и химическому составу свободное золото месторождения представляет собой продукты окисления теллуридов. Эта форма золота является ведущей среди руд месторождения.*

*Қазақстанда болашағы бар алтынрудалы кенорындарының бірі болып саналатын алтын-метасоматоздық типті Көкқия кенорны алтынының заттық құрамы мен әртүрлі типоморфтық қасиеттері (морфологиясы, өлшемдері және сынамы), элемент-қоспалары, минералдық парагенездері зерттелген. Морфологиялық белгілері мен химиялық құрамы бойынша кенорынның еркін алтыны теллуридтердің тотығу өнімі болып табылады. Алтынның бұл формасы кенорын рудалары арасында жетекші саналады.*

*The material composition of ores and various typomorphic properties of gold (morphology, dimensions and fineness of gold), element-impurities, mineral parageneses of one of the promising for Kazakhstan gold-metasomatic type of deposit Kokkia, have been studied. According to morphological features and chemical composition free gold of the deposit is product of oxidation of tellurides. This form of gold is the leading among the ore deposits.*

**Ключевые слова:** золото, метасоматиты, теллуриды, сульфиды.

Золоторудное месторождение Коккия расположено на северных склонах Кыргызского хребта, в южной части бассейна р. Улькен Коккия (левый приток р. Каракыстак). Выявлено в результате работ Жетысуской ГРЭ ПГО «Южказгеология» в 1979 г. Большая часть площади месторождения сложена лавами и лавобрекчиями ниже-среднедевонского аксуского субвулканического комплекса и штокообразными телами сиенитов среднедевонского интрузивного комплекса. Девонские субаэральные и экструзивные вулканы в пределах казахстанской части Кыргызского хребта образуют целую серию разрозненных разновеликих блоков, либо ограниченных разломами, либо находящихся в виде ксенолитов в позднедевонских гранитоидах меркенского комплекса. В целом разрез девонских

вулканитов в виде наложенных мульд залегает со значительным размывом и угловым несогласием на кембрийско-ордовикских складчатых комплексах.

В пределах Республики Казахстан на территории Кыргызско-Терской минералогической зоны выделены шесть золоторудных формаций: золото-кварцево-жильная; золото-сульфидно-кварцевая; золото-сульфидно-скарновая; золото-сульфидно-кварц-бerezитовая; золото-кварц-пропилитовая; золотоносных россыпей [1].

*Золото-кварц-пропилитовая формация* преимущественно развита в Коккиинском рудном узле и Талдыбулакском рудном поле, где они приурочены к породам девонской вулканоплутонической ассоциации (андезиты, риолиты и их лавобрекчии). Гидротермально-метасоматические изменения представлены телами вторичных кварцитов и пропилитов. Кварциты занимают верхнюю часть метасоматической колонны. В Коккиинском рудном узле кварциты слагают положительные формы рельефа, а пропилиты их подстилают. Метасоматиты контролируются интрузивными телами штокообразной и дайкообразной формы сиенитового и монцодиоритового состава среднедевонского интрузивного комплекса. Зоны сопровождаются вторичными ореолами рассеяния Cu, Pb, As, Sb.

Таким образом, для вулканогенных гидротермально-метасоматических проявлений золота характерной является четко выраженная связь со средне-, позднедевонским магматизмом [2]. Можно отметить широкое развитие их в Коккиинском рудном узле и слабую насыщенность ими вулканитов и магматитов позднего девона Талдыбулакского рудного поля.

На месторождении Коккия золото изучалось в протолочках и аншлифах образцов, отобранных из керна скважин. Изучение внутренней структуры минеральных агрегатов и элементного состава осуществлено методами растровой электронной микроскопии (Tescan Vega LMU) и рентгенофлуоресцентного микроанализа (INCA Energy 450, INCA Wave 700) на оборудовании Центра исследований минерального сырья и состояния окружающей среды ЮФУ (Ростов-на-Дону) и при помощи сканирующего электронного микроскопа «S-3700N», оснащенного энергодисперсионным рентгеновским спектрометром (EDS) с микроанализатором (Университет им. Адама Мицкевича, Познань). Анализы самородных элементов, теллуридов выполнены на микрозонде «CAMECA-SX-100» (Институт геологических наук, Варшава). Пробность золота определена на микрозонде JCSA-733, Япония (ТОО «ИГН им. К.И. Сатпаева», аналитики В.И. Левин и П.Е. Котельников).

По результатам проведенного рентгеноструктурного анализа основную массу первичных руд составляют в порядке убывания: кварц, серицит, пирофиллит, каолинит, ярозит; из рудных минералов преобладает пирит, доля которого в пробе составляет до 12,5 массовой доли (мас.%). По результатам оптического анализа в качестве аксессуарных выделены барит, рутил, циркон и крандаллит. Полезный компонент (золото) представлен самородным золотом, а также аккумулируется в теллуридах золота, серебра, свинца и висмута [2, 3].

Рудная сульфидная минерализация в неокисленных метасоматитах представлена двумя текстурными типами: 1) рассеянной от убогой до густовкрапленной; 2) гнездовой. Среди сульфидов абсолютно преобладает пирит. В качестве редких минералов присутствуют халькопирит, галенит, пирротин, блеклые руды (тетраэдрит, теннантит и голдфиллит), арсенопирит, ковеллин, теллур самородный, теллуриды, висмутин, золото, магнетит, гематит, гетит. Теллур и минералы теллура имеют широкое распространение, размеры их зерен очень мелкие и преимущественно образуют включения в пирите. Теллур образует самородную форму и теллуриды золота (калаверит), висмута (цумоит), серебра и золота (петцит), свинца (алтаит), входит в состав блеклой руды (голдфиллит), а также встречается в качестве изоморфных примесей в блеклой руде, арсенопирите и висмутине. Помимо минералов теллура распространены минералы олова – минерал группы станнина



и касситерит. Отмечен также селен, который образует изоморфную примесь в галените, цумоите и висмутине. Встречается рутил.

*Пирит* образует рассеянную от редкой до густой вкрапленность в метасоматитах. Встречается в виде гнезд и линзовидных выделений размером до 1 см с включениями (рис. 1, 2).

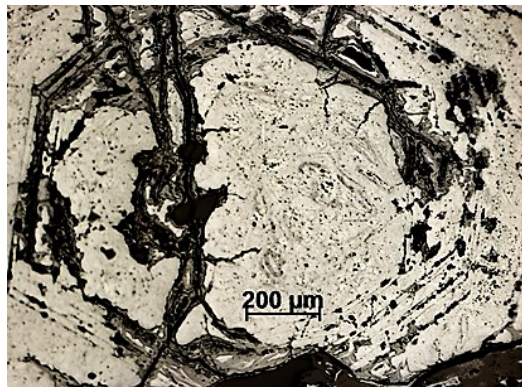


Рисунок 1 - Окисленный пирит зональный, аншлиф 195

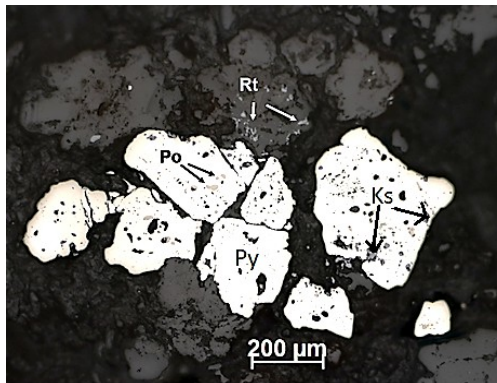


Рисунок 2 - Включения в зернах пирита: Ks - касситерит; Po – пирротин; Rt – рутил

Пирит встречается в 2-х генерациях. Пирит I кубической и пентагондодекаэдрической формы – мелкая рассеянная вкрапленность (от 0,01 до 0,05 мм и иногда до 0,1 мм), приуроченная к хлориту и серициту, зональный. Пирит также содержит включения идиоморфных кристалликов рутила, вкрапленность халькопирита и пирротина, единичные включения галенита, блеклой руды, теллуридов, самородного теллура и золота. Также во включениях в пирите отмечен касситерит (рис. 2). Размер кристаллов пирита варьирует от 0,05-0,2 до 1-2 мм. Размер нерудных включений варьирует от 10 мкм до 0,7 мм, редко 1 мм, оксидов титана - от 10 мкм до 0,1 мм. Пирит II более крупный (от 0,1 до 0,3 мм), кубической формы в виде сростков и агрегативных выделений в массе метасоматитов. Агрегативный пирит разбит трещинками, по которым развиваются сфалерит, галенит и халькопирит. Отмечаются нитевидные кварцевые прожилки, которые секут метасоматиты и содержат более поздние сульфиды (сфалерит, галенит, халькопирит).

*Сфалерит, галенит и халькопирит.* Из них *сфалерит* более распространен. Все они связаны с тонкими прожилками кварца, секущими метасоматит, а также встречаются в межзерновых пространствах агрегативного пирита. Сфалерит в основном в виде вытянутых вдоль кварцевого прожилка выделений (размеры от 0,03-0,07x0,3 и до 0,2x2,0 мм). Сфалерит содержит эмульсионную вкрапленность халькопирита и мелкие включения галенита и халькопирита. По краям сфалеритовых выделений отмечаются пирит-халькопиритовые сростки. *Галенит* образует единичные включения, кроме мелких включений в сфалерите, развивается по трещинкам агрегативного пирита, редко в сростании с халькопиритом. Размер галенитовых выделений от 0,03 до 0,05-0,15 мм. В составе галенита иногда присутствует примесь селена. *Халькопирит* образует включения размером 5-10 мкм в пирите, иногда совместно с пирротином встречается с минералом группы станноидита в виде включений в блеклой руде, также в виде эмульсионной и мелкой вкрапленности в сфалерите (до 0,02 мм) и в кварце (до 0,05x0,15 мм). Встречаются также сростки этих минералов в кварце (до 0,1 мм).

*Блеклая руда* представлена тремя разновидностями: тетраэдритом, теннантитом и голдфилдитом. Встречается в виде включений размером до 25 мкм в пирите, иногда совместных с халькопиритом, теллуридом золота. Блеклые руды отмечены в виде свободных зерен с включениями халькопирита и минерала группы станнина. В голдфилдите наблюдается тонкая вкрапленность теллуридов золота и серебра (петцита). Тетраэдрит и теннантит содержат примесь цинка. В составе голдфилдита отмечается значительная примесь мышьяка и сурьмы.

*Теллур самородный* встречен в виде включений субгедральных кристалликов размером 10-20 мкм в пирите, иногда срастается с теллуридом золота и серебра. Не содержит изоморфных примесей.

*Теллуриды* имеют широкое распространение, встречаются преимущественно в виде включений в пирите (рис. 3). Представлены теллуридами золота (калаверит  $\text{AuTe}_2$ ), висмута (цумоит  $\text{Bi}_2\text{Te}_2$ ), серебра и золота (петцит  $\text{Ag}_3\text{AuTe}_2$ ), свинца (алтаит  $\text{PbTe}$ ), образуют включения размером 15-20 мкм, иногда тонкую вкрапленность в пирите, встречаются в сростках с блеклой рудой и висмутином. Петцит образует тонкую вкрапленность размером до 1 мкм в голдфилдите. Состав теллуридов варьируется. Цумоит содержит примесь селена. *Калаверит* развивается между зерен пирита, прожилковидной, овальной, призматической формы. Встречается обособленно в массе метасоматита, в сростках с золотом и пиритом, проникает в пирит, корродируя его. Размер выделений до 0,04х0,07 и 0,03х0,1 мм. *Алтаит* в виде мелких включений найден в корродированном пирите. Форма зерен неправильная, коротко прожилковидная, размер их 0,005-0,015 мм; 0,005х0,03 мм; 0,025х0,045 мм; до 0,06 мм.

*Теллуровисмутит* – редкий минерал, зерна его найдены в кварце в свободном виде и в сростании с пентагондодекаэдрическим и кубическим пиритом в кварце (рис. 4). Форма зерен неправильная, размер до 0,05 мм.

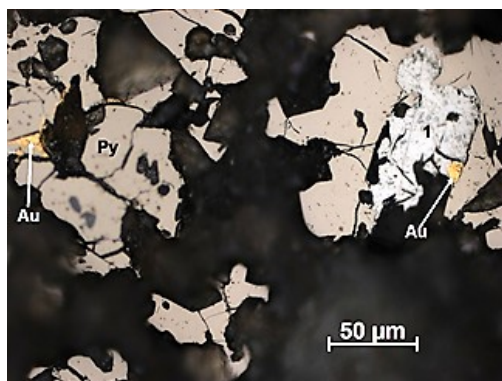


Рисунок 3 – Золото (Au) в сростании с теллуридом (1) и пиритом (Py) в сериците

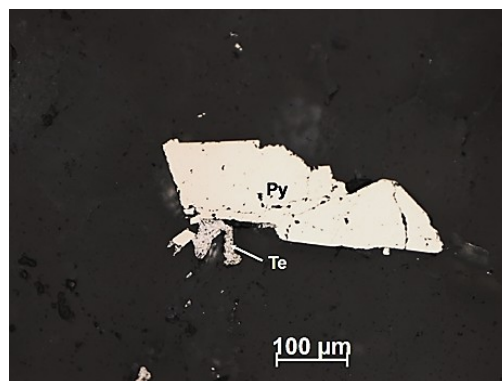


Рисунок 4 – Теллуровисмутит (Te) в сростании с пиритом (Py). Аншлиф 1/1

*Висмутин* образует включения размером до 10 мкм в пирите, при этом может срастаться с теллуридом золота (калаверитом).

*Молибденит* встречается редко, его пластинчатые и чешуйчатые зерна развиваются вокруг зерен кварца и в сростании с пиритом в кварце.

*Ковеллин* отмечен в виде единичных тонкозернистых выделений в нерудной матрице и в виде продуктов окисления халькопирита, также в виде редких отдельных выделений и сростков с мелкозернистым кубическим пиритом в серицитовой массе (до 0,07х0,1 мм). Ковеллиновые каемки наблюдаются вокруг галенита и сфалерита.

Золото обнаружено в виде свободных зерен пористой, губчатой структуры («горчичное золото»), встречается в сростках с кварцем, ярозитом, крандаллитом, слюдой, реже пиритом. На месторождении Коккия выделены две генетические разновидности золота: гипогенное и гипергенное. Гипогенное золото объединяет пять генераций: золото-I отмечается в пирите в виде пылевидных включений размером до 10 мкм. Судя по характеру сростаний, оно сингенетично раннему пириту. Золото-II представлено комковатыми теллуридами золота типа калаверита. Размер выделений до 0,07 мм. Золото-III образует дендритовидные выделения в кварце. Размер золотин достигает 0,2-0,3 мм. Золото-IV губчатое, размер выделений до 0,1 мм. Золото-V обладает четкими прямолинейными границами и отпечатками граней других минералов (пирита, барита, карбоната, кварца). Размер выделений золота до 0,06 мм. Это золото имеет наиболее светлые тона окраски [3, 4].

Гипергенное золото развито в зоне окисления рудных тел. Представлено оно «губчатым» и «пушистым» золотом. «Губчатое» золото встречается в порах и кавернах зерен нерудных минералов и в виде порошокватой массы в лимоните. Цвет его желтый с красноватым оттенком. Размер свободных золотин составляет от 20 до 80 мкм, иногда 0,5 мм. Пробность золота в сростании с теллуридами (алтаит и калаверит), находящимися между зерен пирита, варьирует от 944 до 977‰, в прожилках галенита и пирита на малых глубинах наблюдается понижение пробности - до 830‰.

*Касситерит* отмечен в концентрате в виде свободных частиц в ассоциации с блеклыми рудами. В ассоциации с халькопиритом корродирует пирит (рис. 5). Встречаются также магнетит, гематит, гидрогематит, гетит и оксиды титана в виде включений размером 5 мкм-0,1 мм, образуют скопления изометричных и игольчатых выделений размером от 10 до 50 мкм в метасоматите.

*Гидрогематит* встречается в виде колломорфных образований, часто концентрически-зональных, шаровидных, развитых по трещинкам метасоматита, по границам зерен кварца и в кварце (рис. 6).

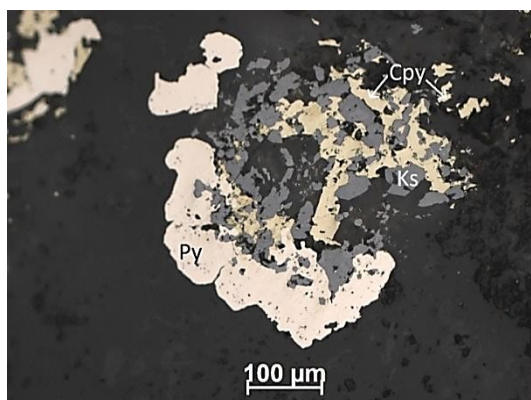


Рисунок 5 – Халькопирит (Cpy) и касситерит (Ks) корродируют пирит (Py).  
Аншлиф 95/2

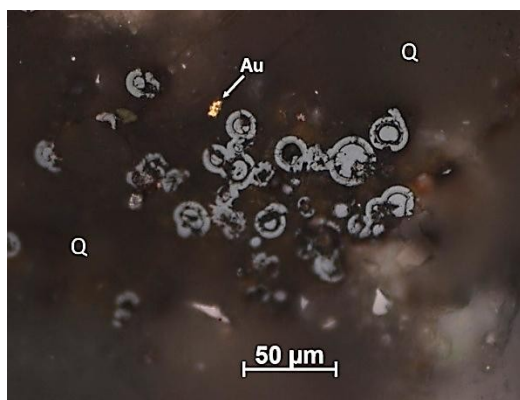


Рисунок 6 – Золото (Au) в кварце.  
Серые круглые зерна – гидрогематит.  
Аншлиф 60

*Ярозит* встречается в большом количестве, диагностируется на дифрактограммах, представлен обломками тонкозернистых масс, срastaющихся с кварцем и слоистыми силикатами, образует скопления сросшихся кристалликов. Взаимные срastания ярозита и крандаллита отмечены в сростке с кварцем и золотом. Ярозит иногда содержит тонкую вкрапленность золота.



На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы. Руда преимущественно первичная (сульфидная) с небольшим развитием окисленных форм. Текстуры руд неоднородные, пятнистые, структура преимущественно мелкотонкозернистая. Основная рудовмещающая порода - пироксилитсодержащий серициткварцевый метасоматит, предположительно по плагиоклазовому порфиру. В составе руд преобладают кварц, серицит, пирит. В небольшом количестве присутствуют пироксилит и каолинит, выявлен ярозит. Акцессорные: рутил, циркон, барит. Пробность золота варьирует от весьма высокопробного (977‰) и высокопробного (944‰) до умеренно высокопробного (830‰).

По морфологическим признакам и химическому составу свободное золото, по-видимому, представляет собой продукты окисления теллуридов. Учитывая частую встречаемость включений теллуридов, вероятно, эта форма золота является ведущей среди первичных минералов золота.

На основе минералогических исследований установлена принадлежность месторождения к золото-теллуридной формации. Формирование месторождения характеризуется сложными минеральными парагенезисами и происходило в несколько стадий [5-7]. Наличие многочисленных парагенетических ассоциаций и морфогенетических типов самородного золота в сочетании с теллуридами золота указывает на многостадийный процесс формирования золоторудной минерализации и является предпосылкой для обнаружения высоких концентраций золота на глубоких горизонтах при значительном вертикальном размахе продуктивного оруденения. По данным полевых геологических и лабораторных исследований уверенно выделяется золото-метасоматический тип оруденения. Широко развитая на месторождении Коккия тесная ассоциация кварца, серицита и пирита позволяет отнести его к золото-метасоматическому типу, перспективному для Казахстана.

#### Список литературы

1. Гутермахер М.М. Геологическое доизучение масштаба 1:200000 в Киргизском хребте / М.М. Гутермахер, Ю.Н. Гилев, Е.Н. Базанов и др. - Алматы, 2007. - Том 1. - 215 с.
2. Байбатша А.Б. Выделение прогнозно-перспективных участков на основе изучения метаморфо-метасоматических комплексов. // Вестник КазНУ. - 2016. - № 5. - С. 3-9.
3. Baibatsha A., Dyussebayeva, Kassenova A. Microgenetic associations of gold in ore-forming minerals from deposits of different geological and industrial types of Kazakhstan // Proceedings of the 11th International congress for Applied Mineralogy (ICAM). Springer International Publishing. Switzerland. 2015. - P. 1-8.
4. Baibatsha A.B., Omarova G., Dyussebayeva K.Sh., Kassenova A.T., SGEM 2016. Kokkiya - a promising for Kazakhstan gold-metasomatic type of deposit// 16th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM, Albena, Bulgaria. 2016. - PP. 289-296
5. Рафаилович М.С. Золотоносные метасоматические формации Казахстана. // Уральский геологический журнал, 2000. - № 5. - С. 41- 84.
6. Жаутиков Т.М. Металлогения и эволюционная направленность рудного процесса на месторождениях золота Казахстана // Мат. Всерос. конф. «Самородное золото, типоморфизм минеральных ассоциаций, условия образования месторождений, задачи прикладных исследований». - М.: ИГЕМ РАН. - 2010. - Том 1. - С. 193-195.
7. Рафаилович М.С. Золото недр Казахстана: геология, металлогения, модели прогнозирования и поиска. - Алматы, 2009. - 304 с.

Получено 30.01.2018

---

---

УДК 911.3(574.42)

**Р.С. Бейсембаева, Ш.Х. Найзабаева**

Восточно-Казахстанский государственный университет им. С. Аманжолова,  
г. Усть-Каменогорск

**ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ  
УСТЬ-КАМЕНОГОРСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА**

*В статье дан анализ особенностям формирования и развития Усть-Каменогорского промышленного узла.*

*Мақалада Өскемен өнеркәсіптік торабының қалыптасуы және даму ерекшеліктері талданады.*

*The article analyzes the features of the formation and development of the Ust-Kamenogorsk industrial hub.*

**Ключевые слова:** экономическое районирование, промышленное районирование, промышленный узел, географическое районирование, специализация.

Научные исследования в области экономической и социальной географии должны быть сосредоточены на приоритетных направлениях, отвечающих требованиям современной территориальной организации экономического потенциала страны, структурной, инвестиционной политики. В развитии и размещении производительных сил Казахстана важную роль играют промышленные узлы, которые являются важнейшими формами территориальной организации промышленного производства. В кластерном развитии, также как и в теории территориально-промышленных комплексов, формирование промышленных узлов рассматривается как наиболее быстрый и экономически выгодный путь решения важных социально-экономических задач.

Классически промышленные узлы с экономико-географической точки зрения являются составляющими промышленного районирования территории. Их развитие отличается большой сложностью, что ставит перед наукой ряд задач теоретического и методического характера. В связи с этим важно знать сущность понятия "промышленный узел", методические подходы к определению территории и состава промышленного узла, методику анализа структуры промышленного комплекса и производственных связей предприятий, оценить основные факторы развития и определить направления специализации.

Существенное теоретическое и практическое значение имеет научное определение термина "промышленный узел". Несмотря на то, что в литературе встречаются самые разные толкования этого понятия, абсолютное большинство ученых считают, что главным признаком промышленного узла являются производственные связи между предприятиями, расположенными на территории города или нескольких городских поселений [1].

Поэтому промышленный узел может включать, как правило, два, три и более поселений, расположенных на расстоянии, которое доступно для ежедневных трудовых поездок в населенные пункты, где расположены центры промышленного производства. Важно также отметить, что промышленные узлы - это та основа, на которой формируются и развиваются системы населенных пунктов.

В современных условиях значение промышленных узлов как эффективной формы территориальной организации производительных сил еще более усиливается, поскольку их формирование позволяет осуществлять концентрированное и опережающее развитие прогрессивных отраслей промышленности, своевременно внедрять в производство последние достижения науки и новые технологии. Создание промышленных узлов позволя-

ет эффективно привлечь к производству значительные сырьевые и топливно-энергетические ресурсы, финансовые, людские ресурсы, в частности квалифицированные трудовые ресурсы. По теории промышленного районирования, которая положена в основу современной кластерной теории, в состав промышленного узла входят как территориально, так и технологически взаимосвязанные производства, определяющие промышленную специализацию города [2].

Одним из развитых промышленных узлов Восточного Казахстана является Усть-Каменогорский промышленный узел в составе Рудно-Алтайского территориально-промышленного комплекса (РАТПК). Город Усть-Каменогорск и прилегающие к нему территории, в которых рассматриваются только те отрасли промышленности, которые имеют относительно единую технологическую цепочку, составляют основу Усть-Каменогорского промышленного узла.

Усть-Каменогорский промышленный узел специализируется на цветной металлургии (производство свинца, цинка, меди, титана, магния и других металлов), кроме того здесь получили развитие электроэнергетика и некоторые отрасли машиностроения, легкой и пищевой промышленности. Главный промышленный центр этого узла – г. Усть-Каменогорск.

Исторически важное значение для развития промышленности Усть-Каменогорска имело его выгодное географическое положение в узле железнодорожных, автомобильных, воздушных и водных путей. Отсюда идут железные дороги на северо-запад (к Турксибу), северо-восток (к Риддеру) и юго-восток (к Зыряновску), по территории области проходят несколько автомобильных магистралей, есть речная пристань, авиалинии, соединяющие Усть-Каменогорск с крупными городами Казахстана и России.

Вторым благоприятным фактором, способствовавший росту промышленности города, является наличие мощной энергетической базы на основе гидроресурсов Иртыша (Усть-Каменогорская и Бухтарминская ГЭС).

Третьим фактором является обеспеченность города квалифицированными трудовыми ресурсами в сфере цветной металлургии, энергетики и машиностроения.

Четвертый фактор - расположение города у выхода из узких горных долин Алтая на широкую Иртышскую равнину, что по условиям рельефа и снабжению водой способствовало созданию здесь крупных промышленных предприятий.

Усть-Каменогорск - один из крупнейших научных и культурных центров Восточного Казахстана. Город растет быстрыми темпами. Численность населения г. Усть-Каменогорска в 2016 г. составила 321201 человек [3]. Основные демографические показатели характеризуются следующим образом (в расчёте на 1000 жителей, данные за январь-ноябрь 2016 года): коэффициент рождаемости - 18,4, коэффициент смертности - 14,2. Наиболее густонаселённой территорией рассматриваемого узла является г. Усть-Каменогорск, где плотность населения составляет 617 чел. на 1 кв. км. [3].

По теории промышленного районирования территориально в состав Усть-Каменогорского промышленного узла входят пригороды: посёлок Согра (84000 чел. - 2016 г.), где размещены производственные корпуса титано-магниевого комбината, пос. Первомайский (5864 чел. – 2016 г.), который считается индустриальным ядром города, железнодорожная станция «Защита», посёлок Аблакетка (4160 чел. – 2016 г.), где расположены Усть-Каменогорская ГЭС и конденсаторный завод. В состав промышленного узла входят также посёлок Глубокое (15000 чел. – 2017 г.), где находится старейший в Казахстане Иртышский медеплавильный комбинат [2]. Бывший карликовый завод основан еще во времена английских концессий, он неоднократно реконструировался и в настоящее время представляет собой крупное современное производство, оснащённое новейшей техникой и технологией. Здесь, в частности, был внедрен прогрессивный электротермический ме-

тод получения металлов из шлака, построена мощная установка по комплексной переработке сырья и отходов производства.

К Усть-Каменогорскому промышленному узлу также относится г. Серебрянск (8791 чел. - 2016 г.) – пос. строителей Бухтарминской ГЭС, ныне центр пищевой и легкой промышленности, а также пос. Октябрьский (5953 чел. - 2016 г.), где работает цементный завод [3].

Современный Усть-Каменогорский промышленный узел - это крупный центр цветной металлургии, где расположены свинцово-цинковый комбинат (УК СЦК), который сейчас носит название «Kazzink» и является дочерней компанией Glencore Int, Ульбинский металлургический завод (УМЗ), профилем которого являются урановые, бериллиевые и прочие редкоземельные соединения, титано-магнийевый комбинат (УК ТМК), Иртышский медеплавильный комбинат, Усть-Каменогорская и Бухтарминская ГЭС [3].

По теории формирования промышленных узлов Усть-Каменогорский промышленный узел соответствует многим параметрам, в частности по территориальности и технологическим связям производств. Тем не менее важными остаются вопросы оптимизации состава и мощности предприятий промышленных узлов, комплексного сочетания развития промышленности и отраслей сферы услуг, привлечения необходимого количества рабочих, сокращения затрат на создание новых производств.

Следовательно, дальнейшее совершенствование формирования Усть-Каменогорского промышленного узла остается одной из актуальных проблем развития производительных сил Восточно-Казахстанской области в условиях новой трансформации экономики.

#### Список литературы

1. Алисов Н.В. Особенности исследований по размещению промышленности СССР в условиях высокоразвитой экономики / Н.В. Алисов, Т.И. Синюкова // Территориальная организация народного хозяйства Советского Союза. - МФГО СССР. - М., 1979. - С. 61-66.
2. Ахметова К.Б. Производительные силы Восточного Казахстана / К.Б. Ахметова, Б.Я. Двоскин, М.И. Семенова. - Алма-Ата, 1976.
3. <http://stat.gov.kz>.

Получено 30.01.2018

---

УДК 911.3(574)

**Р.С. Бейсембаева, Т.Р. Абишев, Ш.Х. Найзабаева**

Восточно-Казахстанский государственный университет им. С. Аманжолова,  
г. Усть-Каменогорск

#### ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

*В статье дан географический анализ транспортной инфраструктуры Казахстана.*

*Мақалада Қазақстан Республикасының көлік инфрақұрылымына географиялық сараптама берілген.*

*The article gives a geographical analysis of the transport infrastructure of Kazakhstan.*

**Ключевые слова:** транспортная инфраструктура, макроэкономика, внешняя торговля, транзит, торгово-экономический процесс.

Развитие транспортной инфраструктуры Казахстана - это не только экономическая задача, в тоже время это геополитическая стратегия, поэтому исследование инфраструктуры является одной из актуальных проблем современности. Экономико-географические особенности Казахстана (обширная территория, отсутствие выхода к морю, неравномер-

ное размещение населенных пунктов и природных ресурсов) делают его экономику одной из наиболее грузоемких в мире, тем самым обуславливая высокую зависимость от транспортной системы.

Казахстан обладает значительным транзитным потенциалом, предоставляя азиатским странам географически безальтернативную наземную транспортную связь с Россией, Европой, так как находится на стыке Европы и Азии. Территориально-географическое соседство с государствами, имеющими огромные рынки сбыта, делает развитие казахстанской транспортной системы перспективным. Относительно равнинный ландшафт и наличие больших запасов природных и людских ресурсов позволяют беспрепятственно развивать коммуникации, примером чего служит осуществление транснационального инфраструктурного проекта и транспортного коридора от Северной Европы до Западного Китая.

Осуществлению региональной интеграции и развитию торгово-транспортных связей Казахстану мешает несбалансированное размещение транспортно-коммуникационной сети на всей территории страны, тем самым препятствуя развитию единого экономического пространства и росту мобильности населения.

Активное вхождение Казахстана в мирохозяйственную систему сдерживается узкой специализацией Казахстана в мировом и региональном разделении труда, удаленностью от основных мировых товарных рынков, что усугубляется неразвитостью транспортно-коммуникационной инфраструктуры, обеспечивающей выход на внешние рынки как страны в целом, так и ее отдельных регионов. Разрешение вышеуказанных проблем должно учитывать геоэкономические и геополитические факторы развития страны. Глобализация и усиление международной конкуренции требуют выработки эффективной стратегии позиционирования страны на мировых рынках и в области транспортно-коммуникационной инфраструктуры. В числе макроэкономических проблем Казахстана транспортная проблематика является одной из приоритетных. Услуги транспорта должны быть ориентированы на их пользователей, а именно на нужды населения, экономики, а также решение стратегических вопросов обеспечения единства, обороны и безопасности страны. Развитие Казахстана как суверенного государства в условиях специфического геополитического окружения, огромного ресурсного потенциала и в то же время неразвитости транспортной инфраструктуры предъявляет к ней новые требования.

«...Казахстан должен стать частью мировой транспортно-коммуникационной системы, что потребует от нас опережающего развития всей транспортной инфраструктуры страны. Мы должны принять долгосрочную транспортную стратегию, логически увязанную с территориальным развитием. Необходимо создать сеть современных магистралей, позволяющих осуществлять континентальный и трансконтинентальный транзит в направлениях север-юг и запад-восток. Нужно развернуть работу по формированию сети транзитных маршрутов через воздушное пространство страны. Особый приоритет будет отдан созданию современных хабов - мощных транспортных узлов, которые позволят связать между собой не только все города страны, но и крупнейшие города мира» [1].

У Казахстана есть все предпосылки для того, чтобы стать важным межрегиональным транзитным центром. Для приграничных регионов, расположенных в стороне от основных международных транзитных коридоров, развитие внешнеэкономических связей с соседними странами будет компенсировать их удаленность от основных мировых рынков. Для эффективного развития транспортной инфраструктуры Казахстана особое значение имеет приграничное торгово-экономическое сотрудничество, прежде всего, с соседями первого порядка: Россией и Китаем.

Создание в 2010 году на территории постсоветского пространства таможенного союза (ТС) является первым этапом формирования единого экономического пространства на тер-

ритории Казахстана, России и Беларуси, который предусматривает единую таможенную территорию с населением более 170 млн чел., с суммарным ВВП 1,6 трлн долларов США (4% мирового ВВП и более 80% ВВП стран СНГ, 11% глобального сырьевого экспорта). Необходимо отметить, что страны ТС обладают почти 83% экономического потенциала бывшего СССР, занимают территорию в 20 млн кв. км - более 15% всей мировой суши.

Участие Казахстана в ТС стало стимулом для кооперации взаимодополняющих предприятий и создания совместных вертикально-интегрированных корпораций России, Беларуси и Казахстана. Так, по данным агентства Республики Казахстан по статистике в 2016 году в Казахстане было создано более 6755 совместных казахстанско-российских и 130 казахстанско-белорусских предприятий [2].

Особое значение в сотрудничестве играют приграничные регионы, так как в них наблюдается наиболее высокая инвестиционная активность, создаются совместные предприятия, способствующие адаптации региональной экономики к рыночной трансформации.

Приграничные регионы Казахстана и России играют большую роль в интеграционных, торгово-экономических процессах для осуществления инвестиционной деятельности Казахстана со странами ТС, в первую очередь с главным партнером – Российской Федерацией. Значительным фактором двусторонних экономических отношений приграничных регионов Казахстана и России является сотрудничество в различных отраслях промышленности, науки, культуры, здравоохранения.

Имеются все основания полагать, что число совместных казахстанско-российских предприятий будет постоянно увеличиваться. Ожидается, что прямо пропорционально с ростом притока инвестиций в приграничные регионы Казахстана из стран ТС, большое количество российских и белорусских компаний, ориентированных на охват рынков центральных регионов России, Сибири и Центральной Азии, откроет свою производственную и хозяйственную деятельность именно в приграничных регионах Казахстана.

Как известно, 7 казахстанских регионов Республики Казахстан, расположенных вдоль одной из самых протяженных в мире сухопутных границ двух государств (7512 километров) граничат с 12-ю российскими регионами. Внешняя торговля приграничных регионов России и Казахстана (особенно экспорт) связана, главным образом, с третьими странами, а не с сопредельными страной и регионами, если не считать транзитную торговлю нефтью и газом.

Импорт у казахстанских приграничных регионов сложился следующим образом: третью часть совокупного объема импорта приграничных регионов составили машины, оборудование и транспортные средства (32%). Четверть от общего объема закупаемых товаров составляет продукция топливно-энергетического комплекса, в первую очередь бензин и масла (26%), металлы и изделия из металлов (13%), продукция химической промышленности, пластик и каучук (12%), продовольственные товары и сельскохозяйственные продукты (9%), древесина и бумажные изделия (3%), прочая продукция (5%).

По территории Казахстана и России проходят важнейшие международные транспортные и энергетические коридоры, способные повлиять на формирование транзитных потоков по направлениям восток-запад и север-юг. В этой связи особую актуальность приобретает всестороннее взаимодействие на границах и создание необходимой для этого современной инфраструктуры.

Конкурентные преимущества Казахстана в мировом экономическом рынке зависят от степени его интегрированности в мировое социально-экономическое пространство. В свою очередь интеграция страны в социально-экономическое пространство мира в определенной степени зависит от транспортной составляющей, территориальной организации хозяйства и населения и разумной пространственной организации территории.

## Список литературы

1. Послание Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева народу Казахстана «Казахстан-2030».
2. Агентство Республики Казахстан по статистике в 2016 г., Астана [Электронный ресурс]. – <http://www.akorda.kz>.

Получено 30.01.2018

УДК 622.831

**Т.Т. Ипалаков, Б. Апшикур**

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ  
РАБОЧЕЙ ЗОНЫ КАРЬЕРА С ИЗМЕНЧИВЫМИ ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ**

*На основании изучения особенностей формирования пространственного объекта открытого типа по взаимоувязке с другими структурными и технологическими единицами дано новое определение понятия «карьер». Установлены аналитические зависимости между направлением углубки карьера и параметрами рудного тела и с учетом коэффициента изменчивости мощности рудной залежи выведено аналитическое выражение для определения размера рабочей зоны по поверхности на любом этапе развития пространства карьера как геометрического тела.*

*Ашық түрдегі кеңістіктік нысандардың қалыптасу ерекшеліктерінің басқа құрылымдық және технологиялық бірліктермен өзара байланыстарын зерттеу негізінде «карьер» түсінігінің жаңа анықтамасы берілді. Руда жатысы қуаттылығының өзгеру коэффициентін ескергендегі карьерді тереңдету және руда денесі параметрінің бағыттары арасындағы белгіленген аналитикалық тәуелділік, карьер кеңістігінің беті бойынша кез келген сатысындағы дамуын геометриялық дене ретінде жұмысшы аймағын анықтау үшін аналитикалық өрнек шығарылған.*

*On the basis of research the features of formation feature of open type for connectivity with other structural and technological units of this new definition the "quarry". Analytical dependences between the direction recess career and the parameters of the ore body and the coefficient of variation thickness of the ore deposits derived an analytical expression to determine the size the working area on the surface at any stage of the career development space as a geometric body.*

Практика открытых горных работ насчитывает тысячелетия. Тем не менее до настоящего времени многим устоявшимся терминам исследователи придают различный смысловой оттенок. Неоднозначность толкования терминов по выражению академика О.А. Байконурова является одним из сдерживающих факторов дальнейшего развития любой науки, в том числе теории и практики открытых горных работ. Сказанное в большей степени относится к понятию «карьер».

Согласно [1], карьер - это горное предприятия, представляющее собой совокупность разнообразных горных выработок (траншей, котлованов, рудоспусков и пр.) и осуществляющее разработку месторождения полезного ископаемого открытым способом. В советском энциклопедическом словаре дается следующее толкование термина: карьер - совокупность горных выработок, образованных при добыче полезного ископаемого открытым способом [2].

Авторы [3] карьером называют горное предприятие, осуществляющее разработку месторождения открытым способом. По определению [4], карьер в техническом и хозяйственном смысле - это совокупность открытых выработок, служащих для разработки место-

рождения. Согласно [5], карьер - объемная геометрическая фигура, характеризующаяся размерами в плане и глубиной.

Из краткого анализа сущности приведенных определений следует, что карьер надо рассматривать в нескольких аспектах: геометрическом, технологическом, техническом и хозяйственном. В геометрическом смысле карьер - это незамкнутое в разрезе объемное тело, образуемое над или под поверхностью земли в динамике разработки месторождения открытыми горными работами.

В технологическом аспекте - это горная выработка, служащая для открытой добычи различно ориентированных в пространстве залежей полезных ископаемых наиболее экономичным и безопасным открытым способом с применением высокопроизводительного технологического комплекса оборудования. В техническом смысле карьер - это горная выработка открытого типа над или под поверхностью земли, предназначенная для размещения оборудования, функционально связывающего технологические операции по подготовке, добыче, транспортированию горной массы. И наконец, карьер как хозяйственный объект есть сфера хозяйственной деятельности человека для удовлетворения потребностей в определенном виде минерального сырья.

С позиций системного подхода карьер следует рассматривать как сложную природно-технологическую систему, динамично развивающуюся в полупространстве во времени по мере выемки запасов месторождения открытыми горными работами в условиях высокой изменчивости внешней среды. Эффективность функционирования такой системы определяется направленностью и единовременностью взаимодействия всех ее элементов.

Главным конструктивным элементом карьера как многофункциональной технологической системы является уступ. В пределах уступа находят практическое разрешение все технологические процессы горного производства, связанные с оценкой, подготовкой и выемкой запасов руд в соответствии с развитием и режимом горных работ. Это предопределяет необходимость принятия рудного уступа за выемочную единицу, которая в наибольшей степени воспринимает нагрузки при изменении связей параметров системы разработки и элементов залегания рудного тела.

Одним из главных условий организации добычи сортов руд в режиме управления качеством сырья является соблюдение закона соотношения скоростей углубки карьера и скорости подвигания рабочих уступов. Закон впервые сформулирован профессором А.И. Арсентьевым как закон динамичности подвигания рабочих уступов.

В зависимости от направления и интенсивности развития горных работ в карьере рабочая зона может иметь различную конфигурацию в плане и в разрезе. Если рабочая зона замкнута, интенсивность развития работ одинакова во всех направлениях. При этом вскрышные и добычные уступы перемещаются равномерно на всех бортах карьера. Это означает, что рабочая зона имеет симметричную форму. При этом способы ведения горных работ характеризуются одним достоинством - стабильностью производства в единичные отрезки времени.

Недостатки способа ведения работ при симметричном расположении уступов:

1. Отсутствие резерва пространства и оборудования для интенсификации работ на одном из бортов.
2. Тяжелые условия производства и необходимость варьирования параметров режима горных работ при неподтверждении запасов и сортности руды.

В этом отношении асимметричная форма рабочей зоны наиболее выгодна. Способы ведения горных работ имеют больше оперативного простора. Для асимметричной формы характерны незамкнутость контура рабочей зоны в плане, концентрация работ на одном из бортов, быстрое подвигание уступов в одном направлении при временной консервации противо-



положного борта. Из этого следует, что в зависимости от конкретных горно-геологических условий разрабатываемого месторождения карьер может работать в двух режимах:

- 1) преобладания скорости перемещения горных работ в плане над скоростью углубочных работ;
- 2) преобладания скорости углубочных работ над скоростью перемещения фронта горных работ.

В первом случае требуется осуществление большого объема вскрышных работ для подготовки нижних горизонтов к эксплуатации, что характерно для периода строительства и начальных этапов эксплуатации карьера. Режим работ с преобладанием скорости углубочных работ может быть осуществлен лишь по завершении стадии строительства карьера при стабилизации производительности по руде и вскрыше. При этом карьер должен быть обеспечен нормативными запасами всех типов руд, позволяющих осуществить их добычу в управляемом режиме качества. Это достигается оптимизацией соотношений скоростей углубочных работ и перемещения фронта горных работ на каждом эксплуатационном горизонте.

Если обозначить вектор скорости углубки карьера, численно равный длине перпендикуляра, восстановленного из центра дна разрезной траншеи на вышележащий горизонт, через  $\vec{h}_d$ , вектор скорости развития горных работ вглубь под углом  $\alpha$  как  $\vec{h}_p$ , вектор скорости перемещения фронта работ в любую сторону от центра дна разрезной траншеи как  $\vec{h}_r$ , угол падения залежей руды -  $\gamma$ , а угол рабочего борта  $\beta$ , то на основании закона динамичности подвигания рабочих уступов [6] между данными величинами могут быть установлены следующие аналитические зависимости:

1. Если направление углубочных работ проходит по центру рудного тела вертикально-го падения ( $\alpha = \gamma = 90^\circ$ , рис. 1,а), то

$$\vec{h}_d = \vec{h}_p. \quad (1)$$

В данном случае рабочая зона развивается симметрично во всех направлениях относительно центра дна разрезной траншеи. Имеют место равенства  $\vec{V}_{p1} = \vec{V}_{p2}; \beta_{1\text{в}} = \beta_2$ . Это свидетельствует о возможности интенсификации горных работ по горно-геологическим условиям в любом направлении.

2. Если углубку карьера производят по центру рудного тела, падающему под углом  $\gamma < 90^\circ$ , (рис. 1,б), т.е.  $\alpha = \gamma < 90^\circ$ , то

$$\vec{h}_p = \vec{h}_d / \sin \alpha \quad (2)$$

и горные работы в плане надо перемещать от центра разрезной траншеи с различной интенсивностью. Вектор скорости перемещения фронта работ со стороны висячего бока к торцам карьера будет равен

$$\vec{V}_{p1} = \vec{h}_d (\operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \alpha), \quad (3)$$

а со стороны лежащего бока соответственно составит

$$\vec{V}_{p2} = \vec{h}_d (\operatorname{ctg} \beta_2 - \operatorname{ctg} \alpha). \quad (4)$$

3. Если направление углубки карьера не совпадает с падением контакта залежей типов руд, то могут иметь место как  $\alpha \geq \gamma < 90^\circ$ , так и  $\alpha \leq \gamma < 90^\circ$  (рис. 1,в).

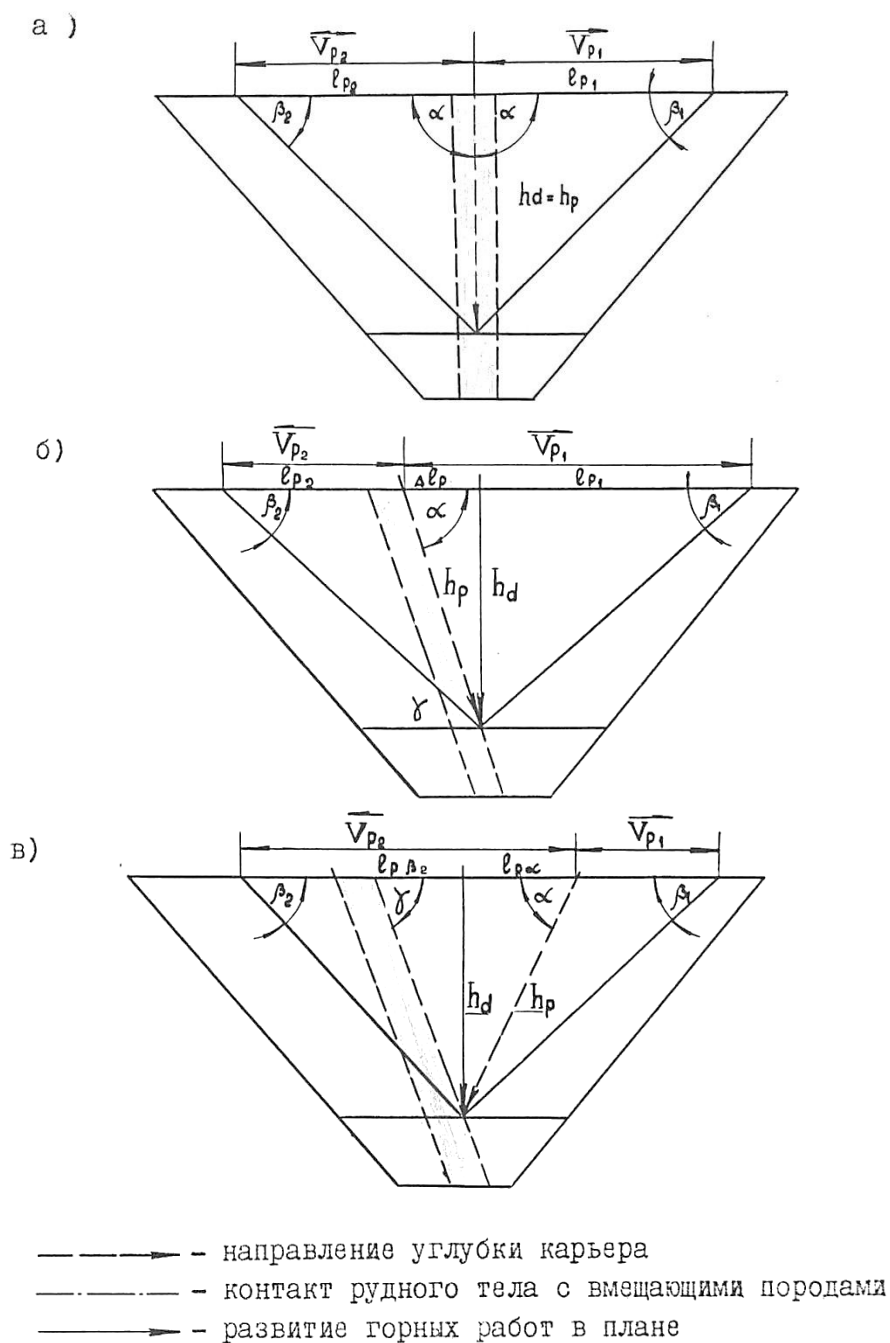


Рисунок 1 - Взаимосвязи геометрических параметров рабочей зоны при ведении горных работ с углубкой карьера

Независимо от соотношения углов в любом случае имеем равенство:

$$\bar{h}_m = h_d \cdot \sin \alpha. \quad (5)$$

Отсюда заключаем, что векторы скоростей перемещения фронта горных работ по обе стороны от центра дна разрезной траншеи могут быть вычислены на основании соотно-

шений геометрических параметров рабочей зоны, имеющих следующие аналитические выражения:

$$\vec{V}_{p1} = \vec{h}_a(\operatorname{ctg}\beta_1 - \operatorname{ctg}\alpha), \quad (6)$$

$$\vec{V}_{p2} = \vec{h}_a(\operatorname{ctg}\beta_2 + \operatorname{ctg}\alpha). \quad (7)$$

Из формул (5-7) видно, что углы  $\beta_1$  и  $\beta_2$  являются характеристикой степени концентрации горных работ на одном из бортов карьера, необходимой для интенсификации подготовки нормативных запасов горизонтов. Меньшее значение угла соответствует большей скорости подвигания фронта вскрышных работ, т.е. большей асимметрии развития карьера в плане и разрезе.

Таким образом, найденные геометрические соотношения, характеризующие симметрию рабочей зоны, являются выражениями направления и интенсивности горных работ при разработке крутопадающих залежей полиминерального состава. Для количественной оценки симметрии формирования рабочей зоны карьера введем понятие коэффициента асимметрии, определяемого как отношение вектора скорости перемещения фронта горных работ к торцам карьера по обе стороны от центра дна разрезной траншеи:

$$S_A = \vec{V}_{p1} / \vec{V}_{p2}, \quad (8)$$

где  $S_A=1$ , если направление развития горных работ обеспечивает формирование симметричной рабочей зоны;  $S_A>1$ , если имеет место преимущественное подвигание фронта работ в направлении от центра разрезной траншеи, заложенной висячем боку рудной залежи;  $S_A<1$ , если фронт работ подвигается преимущественно в направлении к висячему боку от центра дна разрезной траншеи, заложенной в пороках висячего бока.

Таким образом, коэффициент асимметрии является собирательным показателем при установлении способа вскрытия и возможности интенсификации развития горных работ в карьере. При этом основные закономерности формирования геометрического пространства рабочей зоны и элементов системы разработки при заложении вскрывающих выработок по центру крутопадающей рудной залежи могут быть установлены графоаналитически следующим образом.

В соответствии с направлением развития горных работ  $h_p$  рабочая зона карьера последовательно будет занимать положения  $1^{(1)} - 2^{(0)}$ ;  $1^{(2)} - 2^{(1)} - 3^{(0)}$ ;  $1^{(3)} - 2^{(2)} - 3^{(1)} - 4^{(0)}$ ;  $1^{(4)} - 2^{(3)} - 3^{(2)} - 4^{(1)} - 5^{(0)}$  до тех пор, пока фронт не переместится в точку  $C$  (рис. 2). Если рассматривать подвигание рабочих уступов только в одном направлении от центра дна разрезной траншеи к торцевой части карьера, размер рабочей зоны  $L_3$  по поверхности для глубины карьера, равной  $H$ , может быть определен суммарной величиной отрезков и их продолжений:

$$L_3 = OC + OC^{\oplus} + \Delta l = H(\operatorname{ctg}\beta_1 + \operatorname{ctg}\gamma) + \Delta l, \text{ м}, \quad (9)$$

где  $\Delta l = 0,5m$ .

Видимая мощность  $m$  залежи зависит от характера и сложности оруденения, что обуславливает необходимость ввода коэффициента неравномерности формы  $K_\phi$  в виде множителя:

$$K_m = \tilde{m} + 3\delta, \quad (10)$$

$$\delta = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\tilde{m} - m_i^2)}{n-1}}, \quad (11)$$

где  $\tilde{m}$  - среднее значение видимой мощности, м;  $m_i$  - замеренная на погоризонтном плане мощность, м;  $n$  - количество измерений.

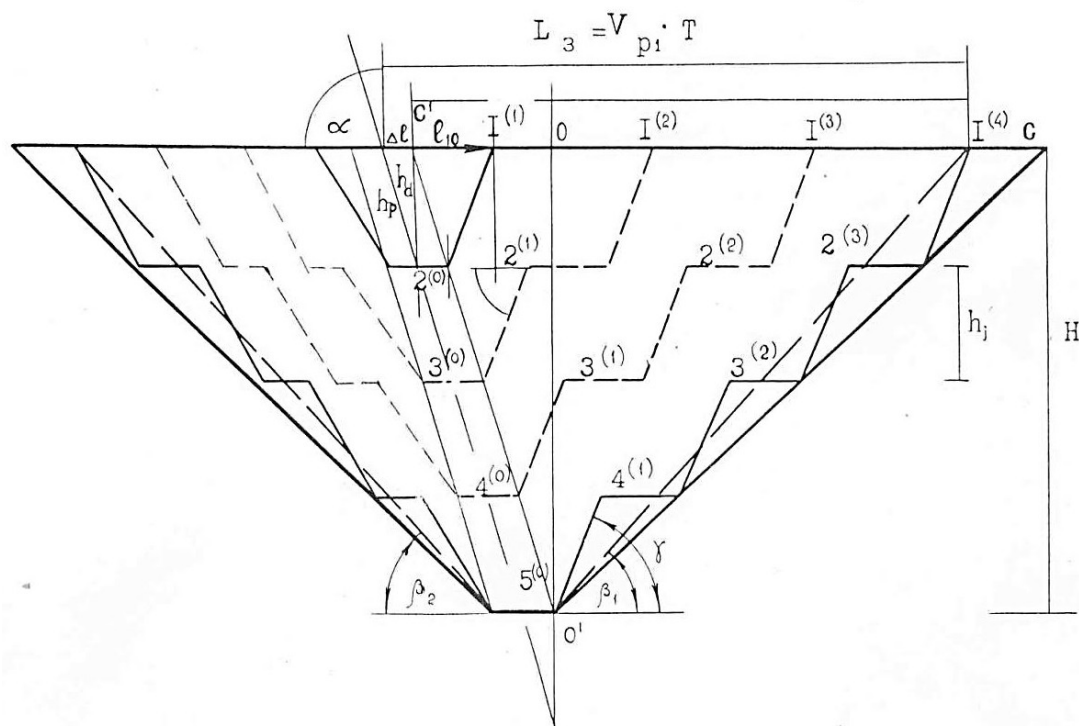


Рисунок 2 - Порядок формирования асимметричной зоны при углубке карьера по центру крутопадающей рудной залежи

С учетом коэффициента изменчивости мощности рудной залежи запишем аналитическое выражение для определения размера рабочей зоны по поверхности на любом этапе развития пространства карьера как геометрического тела:

$$L_3 = H(ctg\beta_1 + ctg\gamma) + 0,5m \left( \tilde{m} + \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\tilde{m} - m_i^2)}{n-1}} \right), \text{ м.} \quad (12)$$

При ведении работ в противоположном направлении знак плюс в первой скобке меняют на минус. Структура формулы (12) не меняется.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

1. На основании изучения особенностей формирования пространственного объекта открытого типа по взаимоувязке с другими структурными и технологическими единицами дано новое определение понятия «карьер». Это позволяет расширить область применения открытого способа добычи руд в режиме управления качеством сырья.

2. В зависимости от конкретных горно-геологических условий разрабатываемого месторождения карьер может работать в двух режимах:

а) преобладания скорости перемещения горных работ в плане над скоростью углубочных работ;

б) преобладания скорости углубочных работ над скоростью перемещения фронта горных работ.

3. Установлены аналитические зависимости между направлением углубки карьера относительно параметров рудного тела, т.е. соотношениями скоростей углубочных работ и перемещением фронта горных работ на каждом эксплуатационном горизонте.

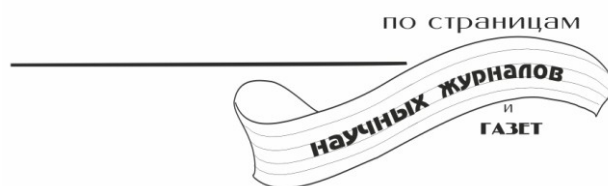
4. Коэффициент асимметрии является собирательным показателем при установлении способа вскрытия и возможности интенсификации развития горных работ в карьере.

5. С учетом коэффициента изменчивости мощности рудной залежи выведено аналитическое выражение для определения размера рабочей зоны по поверхности на любом этапе развития пространства карьера как геометрического тела.

#### Список литературы

1. Мельников Н.В. Горное дело. Терминологический словарь / Н.В. Мельников, Г.П. Демидюк, К.Н. Трубецкой и др. - М.: Недра, 1974.- 528 с.
2. Пахомов А.М. Советский энциклопедический словарь / А.М. Пахомов, М.И. Кузнецов и др. - Советская энциклопедия, 1979.- 2000 с.
3. Пахомов Е.М. Открытая разработка месторождений полезных ископаемых / Е.М. Пахомов, М.И. Буянов.- М.: Недра, 1990.- 248 с.
4. Хохряков В.С. Открытая разработка месторождений полезных ископаемых. - М.: Недра, 1991.- 336 с.
5. Ржевский В.В. Технология и комплексная механизация открытых горных работ. - М.: Недра, 1990.- 631 с.
6. Арсентьев А.И. Законы формирования рабочей зоны карьера.- Л.: - 1986.- 54 с.

Получено 30.01.2018



#### **ВМЕСТО АФИШ**

В одном из округов Парижа решено в качестве эксперимента превратить афишные тумбы в фильтры, очищающие воздух. Стекланные тумбы заполняют водой с культурой микроводорослей, которые под действием солнечного света усваивают из воздуха углекислый газ. Этот процесс идет у водорослей в сто раз активнее, чем у городских зеленых насаждений. Кроме того, есть надежда, что водоросли будут усваивать и окислы азота, но эта их способность нуждается в проверке. Эксперимент продлится около года.

«Наука и жизнь» № 1, 2018



УДК 539.21:539.12.04

**R.B. Abylkalykova, A.S. Batyrhanov, K.T. Imanzhanova, M.S. Zhaparova,  
B.K. Ahmetzhanov, B.D. Nurkenova**

East Kazakhstan State University, Ust-Kamenogorsk

East Kazakhstan State Technical University, Ust-Kamenogorsk

**REGULARITIES OF FORMATION OF THE ORDERED STRUCTURES IN MOLYBDENUM  
AT ION IMPLANTATION**

*В работе выявлены основные закономерности образования упорядоченных структур при имплантации молибдена элементами, образующими внедрения Ar, C, N, O, B.*

*Зерттеу жұмысында имплантацияда молибден Ar, C, N, O, B элементтерін ендіруде реттік құрылымының негізгі заңдылықтары анықталған.*

*It is shown, that the character of structural-phase transformations in molybdenum at ion implantation by the elements of the interstitial phase is defined, in the main, by the size factor, i.e. by the ratio of the atomic sizes of implanted elements and atoms of metal. The researches are carried out on molybdenum mono-crystals at implantation by ions of Ar, C, N, O, B.*

**Keywords:** ion implantation, structural-phase transformations, kinetic parameter.

One of radiation methods of a surface metals modification resulting in change structures and chemical composition of surface layers is the method of ion implantation. The perspectives of wide practical application of this method depends on the solution of questions as technological character connected to reception of high concentration of an introduced impurity in implanted layers and increase of them thickness, and scientific one, expressing in an establishment of principal mechanisms of rise and disintegration of phases at ion implantation. The majority of experimental works [1-3], directed on the solution of the second sort of tasks, was carried out, in the main, by electron diffraction method "on transmission" in case of thin films or "on «reflection»" in case of massive samples. In that and another cases, receive an integrated picture of phase transitions on the top of a surface and in ion implanted volume. In the given work, the researches on ion implanted molybdenum carried out by a method of the X-ray analysis with a use of a glancing beam and photographic method of registration. The using of this method, in our opinion, has allowed to distinguish the processes of phase formation directly in implanted volume and to receive rather simple regularities.

As an initial material is used molybdenum monocrystals of purity 99.96%, cut out on a plane (110), by the sizes  $8 \times 1,5 \times 1 \text{ mm}^3$ . After mechanical processing samples were exposed to electrochemical polishing with the purpose of removal of the deformed layers. The ion implantation of argon, boron, carbon, nitrogen, oxygen, silicon, phosphorus and sulfur with energies of 110, 35, 40, 45(140), 90, 100 (300) and 105 keV, accordingly. The implantation with doses of  $5 \times 10^{17} - 10^{18} \text{ cm}^{-2}$  was carried out in vacuum ( $1,3 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ ) at density of a current not exceeding several  $\mu\text{A} \cdot \text{cm}^{-2}$ . The energies of acceleration of ions were chosen so that theoretical profiles of their distribution [4] without the account of effects of sputtering and swelling were about identical for all elements. Thermal isochronal annealing was carried out in vacuum ( $6,6 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ ) through  $100^\circ\text{C}$  in a range of temperatures  $200-1200^\circ\text{C}$  during 1 hour. The identification of implanted layers structure was carried out on X-rayograms, received with use of a narrow beam monochromatic

$\text{CuK}_\alpha$  - radiation directed under glancing ( $3^\circ$ ) corner to a sample surface [5]. At formation of texture phases the additional measurements were carried out at corners of  $3^\circ$ ,  $6^\circ$ ,  $9^\circ$  and  $15^\circ$  and the identification was carried out on set of all received reflections. The research of accumulation processes of an implanted impurity was carried out with the help of a RBS-method at energy of protons 500 keV.

Argon. X-rayograms received on samples of molybdenum implanted by ions of argon show, that during implantation in researched layers a phase with hexagonal structure ( $a=3.01\text{\AA}$ ,  $c=4.71\text{\AA}$ ) arises (Fig. 1). Subsequent annealing up to  $600^\circ\text{C}$  results, simultaneously with the beginning of disintegration of the registered phase, in appearance another hexagonal structure with lattice parameters of molybdenum carbide  $\text{Mo}_2\text{C}$  ( $a=2.99\text{\AA}$ ,  $c=4.72\text{\AA}$ ) [6]. At  $700^\circ\text{C}$ , the phase that has arisen at implantation completely disappears. At the further increase of annealing temperature on X-rayograms remain only reflections from a phase  $\text{Mo}_2\text{C}$ , to that at  $1000^\circ\text{C}$  the lines of polycrystalline molybdenum are added.

Most interesting is the fact of appearance, during implantation, of hexagonal structure, that at heating is transformed in molybdenum carbide. It is possible to assume, that it is the phase with structure  $\text{Mo}_2\text{C}$ , in that the part of atoms of carbon is substituted by the third element. Atoms of carbon are implanting in researched layers by a method of recoil from an atmosphere of residual gases of the accelerator and adsorbed on a surface of a samples. The third element, taking into account conditions of implantation, can be nitrogen or oxygen (the results of similar character are observed also at implantation of nitrogen ions). Thus, implantation of inert gas does not result in formation of the ordered structures directly with its participation.

Oxygen. X-ray researches that have been carried out on molybdenum samples implanted by oxygen show (Fig.2) that during implantation arises a bcc-structure with parameter of a lattice  $a=3.46\text{\AA}$ , that differs from similar parameter of molybdenum ( $a=3.14\text{\AA}$ ) almost on 10 %. Subsequent isochronal annealing up to  $500^\circ\text{C}$  does not bring in essential changes to an observable picture. At  $600^\circ\text{C}$ , the bcc-structure disappears and instead of its a polycrystalline phase  $\text{Mo}_2\text{O}_3$  arises, to that at  $800^\circ\text{C}$  the small quantity of a polycrystalline phase  $\text{MoO}_2$  adds. The formed structures is stable up to temperature  $1200^\circ\text{C}$ , annealing at that results in their complete disintegration.

The analysis of the results, received on oxygen, in view of the known data on system Mo-O [7] allows to make the following conclusions relatively of observable processes. Despite of the high chemical activity, the atoms of oxygen in process of implantation do not form chemical compound with molybdenum, and only, being placed in an initial lattice, form superstructure. The appearance superstructure with increased, in relation to molybdenum, parameters of a lattice causes a pressure in a crystal that partially relaxes by transition in a polycrystalline state.

Annealing results in to diffusion of oxygen from implanted layers and segregation it in separate regions (most likely on borders of crystallites) with the subsequent formation of chemical compound. It is possible also, that segregation occurs directly at implantation. This conclusion follows from composition of an arising phase  $\text{Mo}_2\text{O}_3$ . As to a phase  $\text{MoO}_2$ , appearing in small quantities after annealing, it arises at achievement of threshold temperature ( $700\text{--}800^\circ\text{C}$ ) in those regions of an initial material, where owing to diffusion and segregation processes is created necessary composition. Thus, the time of annealing at temperatures exceeding threshold value in this case can render essential influence on formation of oxides. As to literary data of other authors relatively processes of phase formation in molybdenum at implantation of oxygen, in them it is possible to find various results. For example, in work [8] in result of implantation by various doses of mono- and polycrystalline samples of molybdenum are received low ( $\text{MoO}_2$ ), intermediate ( $\text{MoO}_x$ , where  $2 < x < 3$ ) and highest ( $\text{MoO}_3$ ) oxides. At the same time, results received in work [9] at implantation by oxygen of molybdenum films well correlate with results submitted in the given section, except the fact of appearance of superstructure after implantation and formation of phase  $\text{MoO}_2$  at annealing.

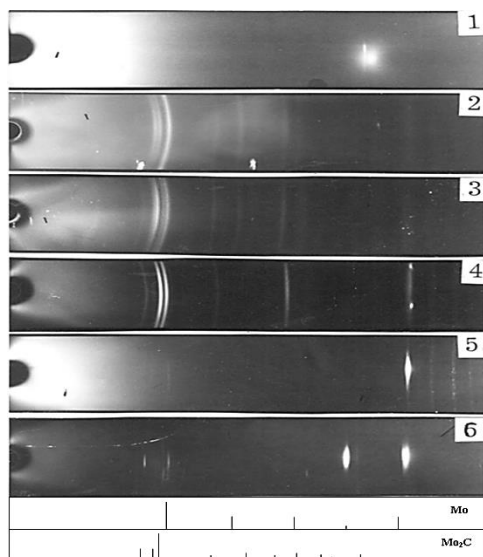


Fig.1 - X-rayograms of a molybdenum surface before (1) and after implantation (2) by argon ions, and annealing at temperatures 900 (3) and 1200°C (4) at angles  $\alpha$  3° (1-3) and 15° (4)

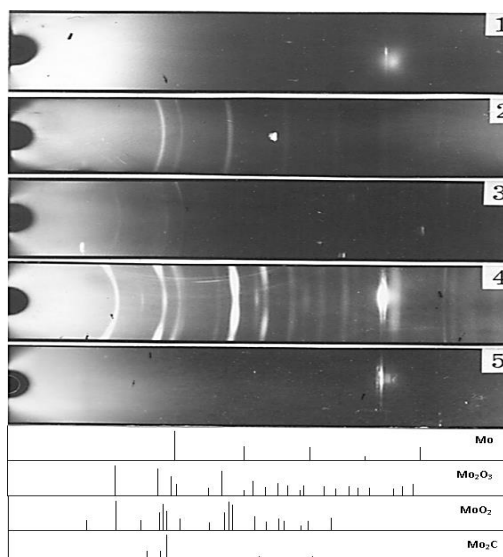


Fig.2 - X-rayograms of a molybdenum surface after implantation by oxygen ions (1), and annealing at temperatures 600° (2), 800 (3) and 1200°C (4).  $\alpha$  = 3°

**Carbon.** At introduction of ions of carbon (Fig. 3) in molybdenum arise a texture phases of carbide ( $\text{Mo}_2\text{C}$ ) and monocarbide molybdenum ( $\gamma'$ - $\text{MoC}$ ) with hexagonal structures. Subsequent annealing up to 1200°C results in disintegration of the monocarbide molybdenum (800-900°C) and increase of the particles sizes of the carbide molybdenum. At the same time at temperatures 800-900°C appearance of a phase  $\text{Mo}_2\text{C}$  in not texture, but in a polycrystalline state, is marked. As have shown additional experiments on annealing of unimplanted samples, this phase is formed on a molybdenum surface at the expense of carbon presenting in an atmosphere of residual gases of the furnace at annealing.

The analysis of the received results, that have been carried out in view of the known data on system Mo-C [7] allows making conclusions concerning observing processes. In works [10, 11] by an electron diffraction method investigated mono- and polycrystalline film of molybdenum, implanted by ions of carbon ions. Is shown, that during implantation in researching layers polycrystalline phases carbide ( $\text{Mo}_2\text{C}$ ) and monocarbide ( $\gamma$ - $\text{MoC}$ ) of molybdenum of hexagonal structure appears. Subsequent thermal annealing at 1000°C resulted in strengthening of intensity of the reflexes. The results of the given work also show the formation of similar phases at implantation. However, alongside with appearance of molybdenum carbide is formed not low-temperature  $\gamma$ -, but high-temperature  $\gamma'$ - $\text{MoC}$  phase, that disintegrates at annealing in a range of temperatures 800-900°C. About a  $\gamma'$ -phase is known only that it is formed in process of carbonizing at low temperatures and transforms with increase of temperature to a usual  $\gamma$ -phase [12].

**Nitrogen.** At implantation of nitrogen ions (Fig. 4) texture phases of molybdenum nitride ( $\gamma$ - $\text{Mo}_2\text{N}$ ) with fcc - structure and molybdenum mononitride ( $\delta$ - $\text{MoN}$ ) with hcp - structure arise, that disintegrate during subsequent thermal annealing in ranges of temperatures 700-800°C ( $\gamma$ - $\text{MoN}$ ) and 800-900°C ( $\delta$ - $\text{Mo}_2\text{N}$ ), consequently. Is marked also, that after annealing at 800°C a polycrystalline phase with hexagonal structure arises, that at 1100°C transforms in  $\text{Mo}_2\text{C}$ . A similar phase have received in work [13] by a method of chemical reactions and identified it as  $\text{Mo}_2\text{C}_{1-x}\text{N}_y$ . At annealing in higher vacuum, this phase is not formed.



The comparison of results on formation of nitrides, received in the given work on a surface of massive samples in most cases correlates with similar results received at implantation of films. However only in some of them [14], alongside with  $\gamma$ -Mo<sub>2</sub>N, the arising  $\delta$ -MoN is registered.

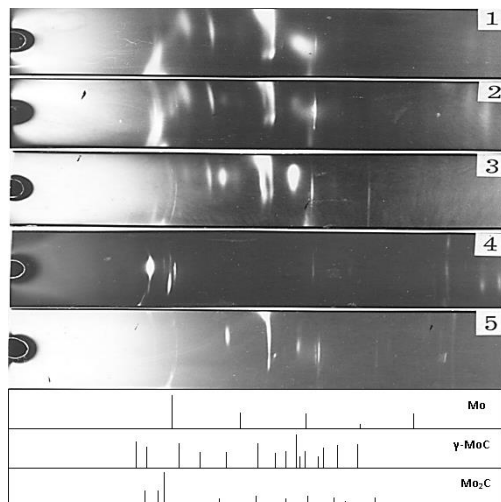


Fig.3 - X-rayograms of a molybdenum surface after implantation by carbon ions (1) and annealing at temperatures 500(2), 800(3), 1200°C (4).  $\alpha = 3^\circ$

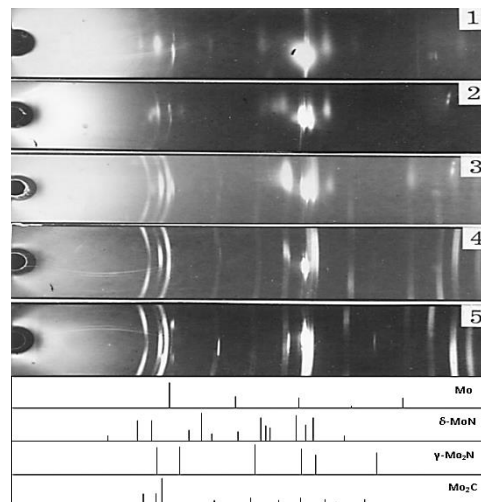


Fig.4 - X-rayograms of a molybdenum surface after implantation by nitrogen ions (1) and annealing at temperatures 700 (2), 800 (3), and 1100°C (4).  $\alpha = 3^\circ$

**Boron.** Implantation of molybdenum by boron ions (Fig. 5) results in appearance on X-rayograms of wide strips of reflections describing a small dispersity phase of molybdenum with the size of particles about 30-40 Å. At the same time on their background some weak lines from a phase of MoB<sub>2</sub> with hexagonal structure was registered. During subsequent annealing at 700°C, this phase disappears and instead of it polycrystalline phase  $\alpha$ -MoB with tetragonal structure arises. Annealing at 1100°C results in intensive formation of polycrystalline phase Mo<sub>2</sub>B with tetragonal structure and weak lines from Mo<sub>2</sub>C.

The analysis of the received experimental and tabled data of the system Mo-B [7] shows, that at thermal annealing of implanted layers the character of formation of  $\alpha$ -MoB and Mo<sub>2</sub>B is various. General for them is that both phases arise only at the temperatures exceeding certain threshold values. At the same time the appearance of  $\alpha$ -MoB is caused to disintegration of a high-temperature phase MoB<sub>2</sub>, arising at implantation, while the process of intensive formation Mo<sub>2</sub>B at annealing represents irreversible solid phase transition of a metastable solution of boron and molybdenum atoms in chemical compound. This process takes place only at achievement of threshold temperature and does not depend on quantity before carried out annealings at smaller temperatures.

The received results differ from the data received on thin (<1000Å) films. For example, in work [15] in process of increase of a dose of boron implantation in molybdenum observed in succession formation of phases Mo<sub>2</sub>B, MoB<sub>2</sub>, Mo<sub>2</sub>B<sub>5</sub>.

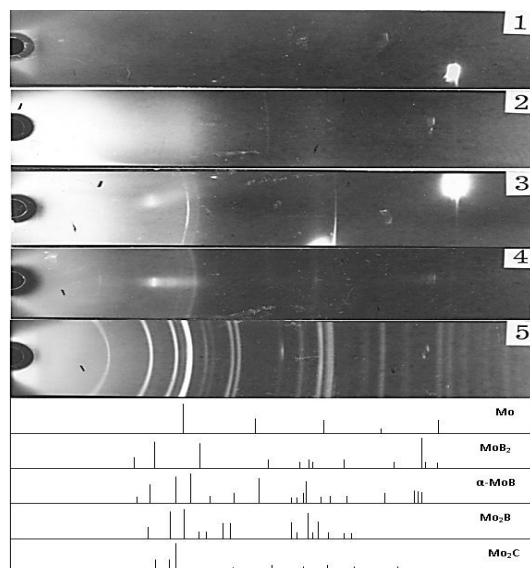


Fig.5 - X-rayograms of a molybdenum surface after implantation by a boron ions (1) and annealing at temperatures 800 (2), 1000 (3) and 1100°C (4).  $\alpha = 3^\circ$

Regularities of phase formation. Analyzing the received experimental data (Table 1), is possible to notice, that character of processes, proceeding at implantation, depend on the atomic sizes of introduced elements only. In process of their increase occurrence superstructure (oxygen), formation of introduce phases (nitrogen, carbon) and, at last, disordering of researched layers (boron, phosphorus, silicon, sulfur). The synthesis of the compounds in last case is observed only at the temperatures exceeding certain threshold values. As to inert argon, it has propensity at an irradiation to segregate and to form a bubble; therefore, the disordering of a molybdenum lattice is not observed.

The revealed regularities well correlate with a rule of Hagg [16], according to that if the ratio of radius of nonmetal atom ( $r_X$ ) to radius of metal atom ( $r_M$ ) is less than the critical value ( $\sim 0.59$ ), the simple structures are formed. They represent introduce phases, in that nonmetal atoms is possible to consider as inserted in an atomic lattice of metal. Thus the introduced atoms or fill an insignificant part of interstices (austenite, introduce solutions on a basis of bcc - lattice), or, at the large concentration of an impurity, the lattice of the metal - solvent suffers polymorphic transformation, more often in a sequence bcc-hcp/fcc [17]. Comparing peculiarities of introduce phases formation with the regularities of structural - phase transformations at ion implantation, revealed in the given work, it is possible to note, that a decisive role in researched processes at a stage of implantation plays the size factor. If radius of introduced nonmetal atoms correlates with a Hagg rule, the solid solutions or compounds of introducing having simple close packed structures are formed. Thus composition of compounds will be determined by the achieved concentration of implanted atoms and presence of such compounds in the corresponding phase diagrams. So, for example, the implantation of oxygen in interstices of a molybdenum lattice results in appearance of the ordered solid solution without formation of compounds. In a case implantation of nitrogen or carbon, compounds of introducing with simple close packed structures arise. They can be received by usual methods at increase of an impurity concentration up to values determining polymorphic transformation of a lattice of the metal - solvent. Thus, because of wide diapason of homogeneity, the formation of the compounds should be observed in the rather large range of doses.

It is necessary to note, that, as the method ion implantation is thermodynamically nonequilibrium, the synthesized structures can be metastable, as is observed in experiments. At using of usual methods they are received by hardening, that has resulted, in our opinion, in appearance of models of ion synthesis containing idea of formation along a track of an implanting particle or at the end of its high-temperature ranges, cooling down with the large speed (thermal peaks or peaks of displacement [18, 19]. Other reason of arising of this models is stipulated for receipt of a lot of experimental data showing of formation during implantation at room temperatures and lower not only simple, but also rather complex structures.

Such approach to mechanisms of ion synthesis from the point of view of thermal peaks or peaks of displacement apparently is not right on several reasons. First, on our data during introduction arise only simple close packed structures, that formation proceed by polymorphic transformations at the expense of pressure created in a lattice of the metal by introduced particles. Secondly, any correlation between mass and energy of bombarded particles determining temperature of peaks, on the one hand, and arising of most probable from phase diagrams structures - with another, was not founded. Transition to heavier ions, that should create more high-temperature peaks of displacement at the expense of increase of losses of energy at elastic collisions in smaller volume, do not result to ion synthesis, and cause disordering of implanting layers only. It is observed in a case of implantation of boron, sulfur, phosphorus and silicon, that size factors ( $r_X/r_M$ ) much more exceed critical value determined by Hagg (Tab. 1).

The received results give the occasion to conclude, that, the process of disordering in this case is caused not by fast cooling of high-temperature peaks, but accumulation of the structural defects formed at the expense of effect of presence of introduced atoms with the rather large atomic radiuses in a lattice of metal. The concentration of these defects in metal is determined not kinetic parameters of implanting atoms, but their quantity and atomic sizes.

To answer a question, why on the data of other authors at ion implantation frequently arise complex structures, for formation of that it is necessary to involve models of peaks, it is necessary to pay attention first of all to objects of researches, used techniques for structural researches and conditions of experiments. During ion implantation the surface of an sample is exposed to sputtering; swelling; implantation by recoil method of uncontrollable impurity, adsorbed on a surface from an atmosphere of residual gases of the accelerator; ion-stimulating chemical processes on top layers of the surface etc. Among them is necessary to distinguish last process that has been not connected directly with implantation of concrete kinds of ions, however capable to render essential influence on interpretation of results on structural - phase transformations. The speech goes about ion - stimulated chemical reactions of atoms of metal on a surface of a sample with adsorbed elements or appeared on a surface implanted atoms owing to effect of sputtering, that proceed on other laws, rather than in volume. At the same time the main part of works performed in this direction, is carried out by an electron diffraction method. The thickness of researched layers in this case not exceed 10 nm at measurements on «reflection» and 100 nm – at measurements on «transmission». At measurements on «transmission» is registered an integrated diffraction picture, independently of a site of an arising phase - on top layers of the surface or in implanted volume of a material. In result, the processes of phase formation in the top layers of a surface frequently attribute to the phenomena caused by ion implantation in deeper implanted layers. At using of a method on «reflection», the uncertainty grows, as is sounded only upper layers in some nanometers. The same concerns and to the phase analysis by a method of Mosbauer on conversion electrons, where the integrated picture is observed and the depth of sounding is not more 100 nm.

In this respect X-ray method of register with glancing x-ray beam practically does not feel upper layers in some nanometers and gives the data only about the volumetric phenomena. As

the proof it is possible to adduce the unpublished data on research of molybdenum, implanted by ions of carbon, with electron diffraction method «on reflection». They showed appearing, alongside with molybdenum carbides, number of structures that are not registered by an X-ray method. At the same time, the differentiation of top surface and volumetric effects allows to explain appearing of observed structures without attraction of models of thermal peaks not only at ion implantation, but also at other kinds of radiation.

Thus, in the given work is not revealed of obvious dependence of character of ion synthesis from physical-chemical properties of implanted elements, that begin to act only at transition formed by ion implantation metastable structures in an equilibrium state at heating. In result, arise, in the main, expected from the phase diagrams, structures. Synthesized high-temperature interstitial phases (superstructure, carbides, nitrides) at annealing are disintegrating with formation of low-temperature phases. In case of other elements (boron, silicon, phosphorus, sulfur) are observing formation of low-temperature phases with various structures (Table. 1), kind of that is determined by concentration of the implanted atoms, and processes of their diffusion and segregation. Last conclusion follows from consideration of composition of received compounds that can differ from expected ones. Thus, for ion synthesis of the compounds with necessary composition the performance of the following conditions is necessary. First, - the receipt in ion implanted layers of the appropriate concentration of implanted impurity taking into account processes of sputtering and swelling of implanting layers, that in this case can become restriction of a used method. Secondly, it is necessary to take into consideration the diffusion processes that in most cases do not give possibility to keep of the achieved concentrations of the implanted impurity at heating up to temperatures of phase transitions. One of ways of the solution of a problem in the latter case is the creation of diffusion barriers behind of implanting layers.

Table 1

*Phase transformation in ion implanted molybdenum*

Ions	E, keV	Phases	Structures	Temperature, °C		$r_x/r_{Mo}$ [24]
				formation	decay	
O	50	Mo(O)	bcc	at implant.	600	0,43
		Mo <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	rhombohedr.	600	>1200	
		MoO <sub>2</sub>	monoclinic	800	>120	
N	45	δ-MoN	hexagonal.	at implant.	700-800	0,51
		γ-Mo <sub>2</sub> N	fcc	at implant.	800-900	
C	40	γ'-MoC	hexagonal.	at implant.	800-900	0,55
		Mo <sub>2</sub> C	hexagonal	at implant.	>1200	
B	35	α-MoB	bct	700	>1200	0,69
		Mo <sub>2</sub> B	bct	1100	>1200	
S	105	Mo <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	monoclinic.	700	1000	0,74

Conclusions. The main regularities of formation of the ordered structures at implantation of molybdenum by elements forming an interstitial phases (B, C, N, O) are revealed. According to them the character of structural - phase transformations in molybdenum at ion implantation is determined not kinetic parameters of bombarding particles and their chemical activity, but the size factor  $r_x/r_M$  (ratio of atomic radiuses of implanted elements and atoms of a matrix). At change of its values, can be observed: formation of superstructures ( $r_x/r_M < 0.43$ ), polymorphic transformations with arising simple close packed structures ( $0.43 < r_x/r_M < 0.69$ ), disordering of a lattice of an initial matrix up to amorphisation of implanted layers ( $r_x/r_M > 0.69$ ).

The direct dependence between mechanisms of structural - phase transformations and processes of accumulation of an implanted impurity in researched layers is established. For example, at implantation of nitrogen in molybdenum, leading to formation of nitrides in process of implantation ( $r_N/r_{Mo} = 0.51 < 0.59$ ), its concentration in implanted layers rises with doses up to a certain level. The superfluous atoms of nitrogen are forced out in the neighboring regions with smaller concentration, owing to what the phenomenon of disordering is not observed. Implantation of phosphorus ( $r_P/r_{Mo} = 0.77 > 0.59$ ) leads to continuous increase of its concentration in implanted layers with a dose and disordering initial lattice of molybdenum.

#### References

1. P.V.Pavlov, L.I.Tetelbaum, E.V.Kurilchik et al., *FXOM*, 4(1987) 16.
2. Ma E., Liu D. X., Chen X., Li M. D, *Thin solid films*, V.147(1987) 49.
3. G.V.Afanasjev, E.M.Diasamidze, N.M.Kucija, *Poverhnostj*, 12(1986) 72.
4. A.F. Burenkov, F.F. Komarov, M.A. Kunakov et al., in *Raspredelenie probegov uskorenykh ionov. Misheni Mo, Al, Ta*, Preprint IAE-3592/11. M.(1982) 59.
5. A.V. Abashina, M.T. Akchulakov, K.K. Kadyrjanov, H.R. Kazdaev, V.D. Melihov, *Poverhnostj*, 4(1987) 62.
6. ASTM. Diffraction Data File; ASTN, Philadelphia, 1969.
7. Molybdenum: Physica - chemical properties of its compounds and alloys, special issue, №7, ed. L.Brewer, (Atomic energy Review. Vienna, 1980) 714.
8. N.V. Alov, G.A. Grigorjev, XVII Vsesousnoe soveshanie po vzaimodejstviu zaragennykh chastic s kristallami, (M: MGU, 1987) 309.
9. R.N. Deonasidze, E.M. Diasamidze, E.R. Kutelia et al., *Poverhnostj* №6 (1987) 119.
10. I.G. Gverdtsiteli, A.I. Guldamidze, E.M. Diasamidze et al., *VANT* 1 (1982) 32.
11. P.V. Pavlov, D.I. Tetelbaum, A.V. Pavlov, E.I. Zorin, *DAN SSSR*, 217 (1974) 330.
12. R. Kiffer, P. Shvarckopff, in *Tverdye materialy*, (M.:Metallurgizdat, 1957).
13. V.I. Arharov, B.N. Konev, A.F. Gerasimov, *Fizika metallov i metallovedenie* 9/5(1960) 695.
14. K. Saito, Y. Asada, *J. Phys. F.: Met. Phys.* 17 (1987) 2273.
15. V.M. Anishik, Yu.A. Danilovich, V.V. Ponaradov, *Trudy Vsesoyuznoj konferencii «Vzaimodeistvie atomnykh chastic s tverdyim telom»*, Minsk (1984), p.165.
16. G. Hagg, *Z. Phys. Chem.* 6 (1930) 221.
17. R.A. Andrievsky, Ja.S. Umansky, M: Nauka (1977) 240.
18. J.S. Koehler, F. Seitz, *Conf. on Defects in Crystall Solids*. Bristol. England. (1954) 152.
19. J.A. Brinkman, *Appl. Phys.*, vol.25/8 (1954)961.

Получено 30.01.2018

УДК 669.2

**З.М. Ахметвалиева, Н.А. Куленова, Ж.С. Оналбаева**Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск**С.В. Мамяченков, О.С. Анисимова**Уральский федеральный университет им. первого президента России Б.Н. Ельцина,  
г. Екатеринбург, Российская Федерация**Я. Такасаки**

Университет Акита, г. Акита, Япония

**КИНЕТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССА ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ СВИНЦА  
ИЗ ЭЛЕКТРОННЫХ ОТХОДОВ**

*В Республике Казахстан электронные устройства с истекшим сроком службы транспортируются на полигоны без переработки и повторного использования. После присоединения Казахстана к Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением страна столкнулась с проблемой внедрения экологически безопасных методов утилизации металлосодержащих отходов. Концентрация цветных и драгоценных металлов в электронных отходах делает их привлекательным источником сырья в металлургии. В данной статье приводятся результаты исследований кинетических закономерностей выщелачивания свинца из электронных отходов.*

*Қазақстан Республикасында қызмет ету мерзімі аяқталған электрондық құрылғылар өңдеусіз және қайта қолдану мүмкіндігінсіз полигондарға тасымалданады. Қазақстан қауіпті қалдықтарды трансшекаралық тасымалдау және оларды жоюды бақылау туралы Базель конвенциясына қосылғаннан кейін құрамында металдары бар қалдықтарды кәдеге асырудың экологиялық қауіпсіз әдістерін енгізу қиыншылықтарына тап болды. Электрондық қалдықтардағы түсті және бағалы металдардың шоғырлануы оларды металлургияда қолайлы шикізат көзі ретінде қолдануға тиімді етеді. Берілген мақалада электрондық қалдықтардан қорғасынды ерітінділеудің кинетикалық заңдылықтарының зерттеу нәтижелері келтірілген.*

*In the Republic of Kazakhstan, electronic devices with expired service life are transported to landfills without recycling and reusing. Following Kazakhstan's accession to the Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal, the country is faced with the problem of implementing environmentally friendly methods for utilization of metal-containing waste. Concentration of non-ferrous and precious metals in electronic waste makes it an attractive source of raw materials in metallurgy. This article presents the results of studies of the kinetic regularities of leaching lead from electronic waste.*

**Ключевые слова:** электронные отходы, утилизация отходов, Базельская конвенция, кинетика, выщелачивание свинца.

В настоящее время в горно-металлургической отрасли наибольшую актуальность приобретает изучение проблем, связанных с поисками источников сырья для восполнения минерально-сырьевой базы цветных металлов. К такому виду источников можно отнести отходы электронной промышленности, содержащие большое количество ценных компонентов.

По прогнозам польского Института рыночной экономики [1] масса ежегодно образующихся отходов электронной промышленности только в странах Евросоюза к 2020 году составит более 12 млн тонн, а учитывая долю таких стран, как США, Китай, Япония и др., их количество может возрасти в 4-5 раз [2].

Во многих странах мира на государственном уровне утверждаются специальные программы по утилизации отходов электронной промышленности [3], т.к. они представляют собой большую опасность для окружающей среды, поскольку содержат высокотоксич-

ные металлы (кадмий, ртуть, свинец). Республика Казахстан, присоединившись к Базельской конвенции в 2003 году, сталкивается с задачей по рециркуляции и утилизации металлосодержащих отходов [4-6].

Электронные отходы отличаются разнообразием по составу присутствующих в них химических элементов [7, 8]. Оценочные содержания основных металлов в 1 тонне подложек различных типов устройств представлены в табл. 1, из которой видно, что наиболее высокая доля содержания в электронных отходах у таких металлов, как медь, железо, алюминий, олово, бром, цинк и свинец.

Необходимо также отметить, что относительно высокое содержание драгоценных и редких металлов еще раз показывает, что отходы электронной промышленности являются привлекательным источником сырья для получения металлов [9].

В данной работе приводятся результаты изучения процесса селективного выщелачивания свинца раствором этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА) из измельченных электронных отходов.

Результаты экспериментов по изучению кинетических параметров выщелачивания свинца из электронных отходов после термической обработки представлены в виде зависимостей концентрации свинца в растворе ( $C_{\text{рв}}$ , г/дм<sup>3</sup>) от продолжительности процесса ( $\tau$ , с) для различных температур при постоянных: концентрации раствора ЭДТА 100 г/л, pH 7 и отношении Ж:Т – 7:1 (рис. 1).

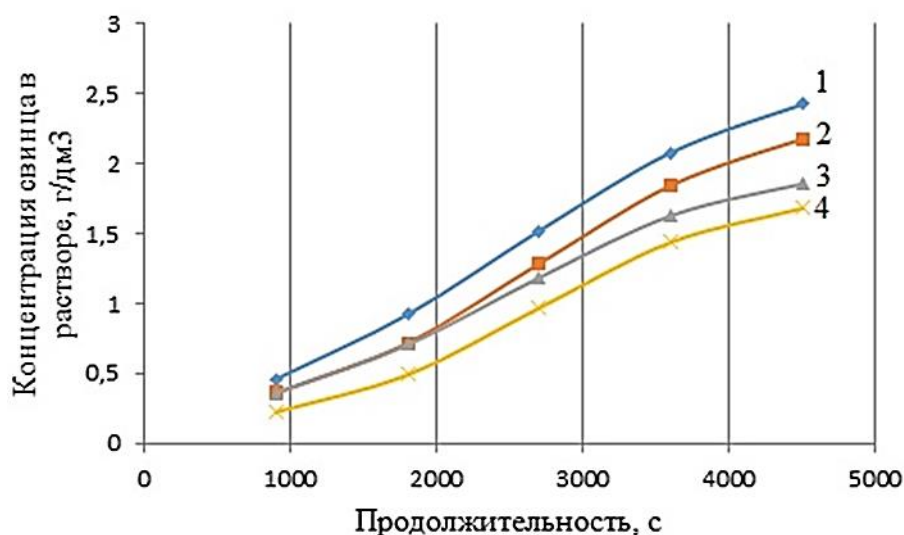


Рисунок 1 – Зависимости концентрации свинца в растворе от температуры и продолжительности процесса (1 – 20 °C; 2 – 40 °C; 3 – 60 °C; 4 – 80 °C)

Таблица 1

Оценочные содержания металлов в 1 м подложек различных типов  
электронных устройств, %

Тип устройства	Au	Ag	Pd	Cu	Pb	Bi	Sn	Al	Fe	Ba	Br
Игровая приставка	206	1115	37	130000	12000	1300	16000	57000	99000	5100	16000
CD-плееры	37	387	1	130000	17000	110	18000	80000	100000	1400	12000
УТФ разъемы	39	795	81	150000	22000	10	27000	41000	49000	1600	16000
Цифровой фотоаппарат	829	3248	40	240000	14000	90	29000	92000	52000	16000	17000
Видеокамеры	176	2846	758	140000	31000	40	40000	74000	45000	6000	21000
Мобильный телефон (вып. 2006 г.)	1338	4207	104	380000	860	1600	30000	24000	40000	15000	12000
Ноутбуки/ПК	391	1504	246	210000	11000	100	22000	26000	47000	7000	30000
Тип устройства	Ni	Zn	Cr	Mn	Ga	In	Sb	Ta	W	Co	Ru
Игровая приставка	9300	16000	540	15000	11	8	2600	83	110	5	1
CD-плееры	3500	18000	280	350	12	10	5300	9	5	5	0.8
УТФ разъемы	8000	27000	300	270	9	30	1200	23	8	90	6
Цифровой фотоаппарат	13000	9100	5400	3500	13	8	1400	7000	290	130	6
Видеокамеры	8500	19000	580	1800	15	8	2200	2600	160	5	13
Мобильный телефон (вып. 2006 г.)	23000	13000	7000	1000	140	40	400	650	4500	210	11
Ноутбуки/ПК	8400	10000	1000	7700	10	8	2500	5800	11	120	19



Представленные на рисунке зависимости описываются следующими уравнениями:

- при 20 °С  $C_{Pb} = - 4 \cdot 10^{-11} \cdot \tau^3 - 3 \cdot 10^{-7} \cdot \tau^2 - 0,00007 \cdot \tau + 0,31;$  (1)

- при 40 °С  $C_{Pb} = - 4 \cdot 10^{-11} \cdot \tau^3 - 3 \cdot 10^{-7} \cdot \tau^2 - 0,0002 \cdot \tau + 0,33;$  (2)

- при 60 °С  $C_{Pb} = - 5 \cdot 10^{-11} \cdot \tau^3 + 4 \cdot 10^{-7} \cdot \tau^2 - 0,0004 \cdot \tau + 0,43;$  (3)

- при 80 °С  $C_{Pb} = 5 \cdot 10^{-11} \cdot \tau^3 + 4 \cdot 10^{-7} \cdot \tau^2 - 0,0005 \cdot \tau + 0,38.$  (4)

Дифференцированием уравнений (1-4) получили значения скорости реакции взаимодействия свинца с растворами ЭДТА ( $dC/d\tau$ , г·с<sup>-1</sup>/дм<sup>3</sup>) за текущее время ( $\tau$ , с) для различных температур (рис. 2).

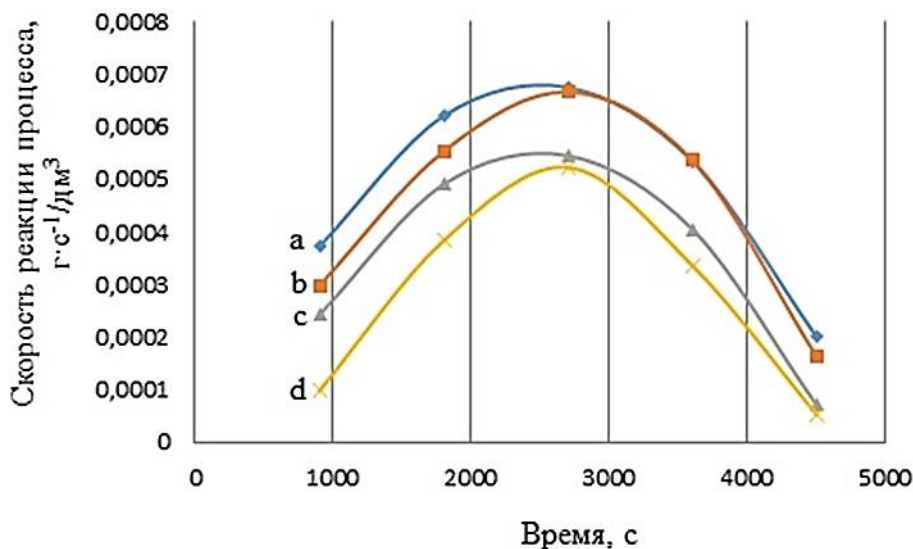


Рисунок 2 – Зависимости скорости реакции взаимодействия свинца с ЭДТА за текущее время для различных температур (а – 20 °С; б – 40 °С; в – 60 °С; г – 80 °С)

Из графика видно, что кривые зависимости скорости процесса от времени имеют форму обратной параболы для всех исследованных интервалов температур. Причем в промежутке времени от 900 до 2700 секунд наблюдается увеличение скорости реакции взаимодействия свинца с раствором ЭДТА, а наиболее высокое ее значение устанавливается при температуре 20 °С (рис. 2, кривая а).

В результате логарифмирования значений концентрации свинца в растворе ЭДТА и значений скорости реакции для промежутка времени 900-2700 секунд и температуры 20 °С получено кинетическое уравнение скорости реакции:  $\ln v = 0,512 \cdot \ln C_{Pb} - 7,452$ . Отсюда следует, что порядок реакции при этих условиях равен 0,512, а натуральный логарифм константы скорости реакции составляет -7,452. Таким образом, численное значение константы скорости реакции  $K = e^{-7,451} = 5,81 \cdot 10^{-4}$  г·с<sup>-1</sup>/дм<sup>3</sup>.

Аналогичные расчеты были проведены для температур 20; 40; 60; 80 °С в различные промежутки времени. Численные значения порядка реакции приведены в табл. 2.

Дробные значения порядка реакции взаимодействия свинца с раствором ЭДТА свидетельствуют об образовании сложных солей – свинцово-трилонатных комплексов  $[Pb edta]^{2-}$  и многостадийности процесса.

Таблица 2

*Значения порядка реакции в зависимости от температуры  
и продолжительности процесса*

Продолжительность процесса, с	Температура, °С			
	20	40	60	80
900-2700	0,512	0,696	0,971	1,217
2700-4500	- 2,333	- 3,909	- 4,343	- 7,347

Для расчета кажущейся энергии активации процесса по методу [10] из представленных зависимостей (рис. 1) были найдены отрезки времени, необходимые для достижения одинаковой степени выщелачивания свинца. Полученное значение кажущейся энергии активации процесса выщелачивания электронных отходов после термической обработки составило -7,27 кДж/моль.

Так как скорость реакции обратно пропорциональна ее энергии активации, отрицательное значение кажущейся энергии активации процесса позволяет утверждать, что на пути преобразования исходных веществ в продукты реакции отсутствует так называемый *энергетический барьер*, не позволяющий осуществляться всем термодинамически вероятным реакциям. То есть реагирующие молекулы твердых частиц свинца и молекулы ЭДТА являются очень активными по отношению друг к другу и легко вступают во взаимодействие.

Таким образом, экспериментальным путем доказана возможность избирательного извлечения свинца растворами ЭДТА из электронных отходов, подверженных предварительной термической обработке. Полученные твердые остатки после проведения выщелачивания и извлечения свинца (~80%) являются богатыми по меди концентратами, которые могут быть переработаны известными способами, например, по гидрометаллургической схеме: выщелачивание в серной кислоте с дальнейшим поступлением растворов на электролиз и получением катодной меди.

#### Список литературы

1. Функционирование и нарушения в системе управления используемого электрического и электронного оборудования (ZSEE) в Польше (Funkcjonowanie i nieprawidłowości w systemie zarządzania zużyтым sprzętem elektrycznym i elektronicznym (ZSEE) w Polsce) // Instytut Badan Nad Gospodarką Rynkową. - Варшава, март 2010.
2. Семчук И.М. Анализ и перспективы рынка вторичной переработки электроники и компонентов электронных устройств в РФ / И.М. Семчук, А.В. Брыкин // Журнал «Успехи в химии и химической технологии». - 2011. - Том XXV. - № 13 (129). - С. 41-46.
3. Научное обоснование путей решения проблем образования и утилизации отходов. Программа № 003 «Научные исследования в области охраны окружающей среды». Итоговый отчет за 2011-2012 год. - Том II. - С. 157.
4. Ахметвалиева З.М. Анализ современного состояния и перспективы развития системы управления электронными отходами в Казахстане / З.М. Ахметвалиева, Н.А. Куленова, Я. Такасаки и др. // Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева - 2017. - № 3 (77). - С. 71-76.
5. О присоединении Республики Казахстан к Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением: Закон Республики Казахстан от 10 февраля 2003 г № 389 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [https://tengrinews.kz/zakon/parlament\\_respubliki\\_kazahstan/mejdunapodnyie\\_otnosheniya\\_respubliki\\_kazahstan/id-Z030000389/](https://tengrinews.kz/zakon/parlament_respubliki_kazahstan/mejdunapodnyie_otnosheniya_respubliki_kazahstan/id-Z030000389/).
6. Доклад Базельской конвенции: Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением [Электронный ресурс]. - 1992. - Режим доступа: <http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/text/BaselConventionText-e.pdf>.
7. Z. Akhmetvaliyeva, N. Kulenova, Ya. Takasaki, M. Bessho, L. K. Mudashiru, J. Bast M. To the Question of the Effective Electronic Waste Management in Kazakhstan // The Eighth International Conference on Materials Engineering for Resources (ICMR 2017 Akita). October 25 - 27, 2017.

- Akita University, Akita City, Japan. P. 284-289.
8. Ахметвалиева З.М. Selective Recovery of Valuable Metals from Crushed Electronic Waste / З.М. Ахметвалиева, Н.А. Куленова, Я. Такасаки и др. // Тр. XX Междунар. науч.-практ. конф. «Металлургия: Технологии, инновации, качество». - «Металлургия-2017», 15-16 нояб. 2017. - Ч. 1. - СибГИУ, г. Новокузнецк. - С. 386-392.
  9. Акира Хосой. Разработка технологии рециклинга металлов из отходов электронных плат (廃電子基板からの金属リサイクルプロセスの開発): автореф. дис. ... докт. техн. наук. - Япония, Акита: Университет Акита, 2013.
  10. Зеликман, Вольдман. Теория гидрометаллургических процессов. - М: 1975. - С.139-144.

Получено 30.01.2018

---

УДК 625.72.002.5

**А.А. Давыдов, А.А. Макенов**

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ДЛЯ ПРОПУСКА БОЛЬШЕГРУЗНЫХ  
АВТОМОБИЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ЗАЙСАНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ**

*Настоящая статья посвящена вопросам проектирования автомобильных дорог для пропуска большегрузных автомобилей на примере Зайсанской низменности ВКО. В ней представлен анализ основных факторов, оказывающих влияние на проектирование автомобильных дорог, находящихся в непосредственной близости от озера Зайсан. Описан алгоритм расчета устойчивости откосов земляного полотна при проектировании автомобильных дорог с учетом проезда большегрузных автомобилей.*

*Бұл мақала ШҚО Зайсан жазықтығы мысалында ауыр жүктасығыш автомобильдерді өткізу үшін автомобиль жолдарын жобалау мәселелеріне арналған. Мұнда автомобиль жолдарын жобалауға әсер ететін Зайсан көлі маңының негізгі факторларына талдау жасалған. Автомобиль жолдарын жобалау кезінде ауыр жүктасығыш автомобильдердің өтуін ескере отырып, жер құламасы тұрақтылығының есептеу алгоритмі сипатталған.*

*This article is devoted to the design of highways for the passage of heavy vehicles on the example of the Zaisan lowland in the EK region. It presents an analysis of the main factors that affect the design of highways in the immediate vicinity of Lake Zaisan. An algorithm for calculating the stability of slopes of an earthen cloth during the design of highways, taking into account the passage of heavy vehicles was described.*

**Ключевые слова:** автомобильная дорога, большегрузные автомобили, дорожное полотно, Зайсанская низменность, проектирование, устойчивость.

Современные требования экономической целесообразности обуславливают необходимость применения при международных и междугородных перевозках большегрузных автотранспортных средств. Ограничения на их проезд или взимание платы за сверхнормативный вес обуславливают снижение транзитной привлекательности территории Республики Казахстан. В настоящее время главной проблемой автомобильных дорог остается их неудовлетворительное эксплуатационное состояние [1]. Географические особенности обширной территории Казахстана, отсутствие выхода к внешним морям, неравномерное размещение населенных пунктов и природных ресурсов делают его экономику одной из наиболее грузоемких в мире, обуславливая высокую зависимость от транспортной системы, что в значительной степени влияет на конкурентоспособность товаров, производимых в Казахстане, так как в стоимости товаров присутствует очень большая транспортная составляющая. Как показывает статистика последних лет, доля транспортных затрат в

конечной стоимости продукции находится на уровне 8...11% для внутренних автомобильных перевозок, тогда как данный показатель в странах с развитой рыночной экономикой составляет всего 4...4,5%. По показателю грузоемкости экономика Казахстана почти в пять раз менее эффективна, так как на каждую единицу ВВП в долларовом исчислении приходится не менее 9 т-км транспортной работы, в странах ЕС грузоемкость - менее 1 т-км/долл. ВВП.

Рост интенсивности транспортного потока, повышение грузоподъемности, осевых нагрузок и скорости движения обуславливают преждевременное разрушение дорожных конструкций. Под воздействием многократно повторяющихся нагрузок на ранней стадии их эксплуатации наблюдается накопление необратимых (остаточных) деформаций в слоях дорожных одежд и грунте земляного полотна.

Постоянное накопление пластических деформаций в элементах дорожных конструкций приводит к нарушению ровности поверхности дороги в продольном и поперечном направлениях, что в свою очередь способствует значительному росту динамических воздействий от движущихся автотранспортных средств и ускоренному образованию деформаций и разрушений. Вместе с тем, несмотря на общую адаптацию транспорта к рыночным условиям, состояние и уровень качества транспортной системы Республики Казахстан во всех ее компонентах нельзя считать оптимальным [2].

Исключительное значение сеть автомобильных дорог приобретает для Восточно-Казахстанской области (ВКО) со слабо развитыми железнодорожными перевозками. Первостепенным народнохозяйственным значением автомобильных дорог ВКО является обеспечение регулярного автомобильного сообщения между Республикой Казахстан, Республикой Алтай, сибирским регионом России, Монголией и Китайской Народной Республикой. Протяженность сети автомобильных дорог республиканского значения, включая международные коридоры на территории ВКО, составляет 4371 км. Автомобильная дорога, которая соединяет Россию и Китай, проходит по территории ВКО через так называемую Зайсанскую низменность (котловину). Для этого региона характерными являются низкие температуры в зимний период и высокие в летний. В весенний период наблюдаются обширные подтопления значительных территорий.

Дорожные коммуникации находятся в непосредственной близости от озера Зайсан, уровень воды в котором подвержен значительным сезонным колебаниям. Озеро Зайсан расположено на востоке Казахстана в открытой высокой и плоской долине между горными хребтами: с северо-востока Алтайским, с северо-запада Калбинским и с юга Тарбагатайским. Граница КНР проходит на расстоянии 60 км от восточного берега озера, с китайской стороны течет и впадает в озеро Зайсан река Черный Иртыш. Озеро Зайсан находится на высоте 420 м, его длина составляет 105 км, а ширина – 22...48 км, максимальная глубина – 15 м. Озеро покрывается льдом в ноябре и вскрывается в конце апреля. Дно озера Зайсана иловато, местами песчано и покрыто мелкой галькой. Берега озера низкие, заросшие на большом пространстве от воды камышом. До сооружения Бухтарминской ГЭС на реке Иртыш площадь озера составляла 1800 км<sup>2</sup>, длина – 111 км, ширина около 30 км, глубина в среднем 4...6 м (наибольшая глубина около 10 м). После сооружения плотины озеро Зайсан находится в подпоре, который распространился также и по Черному Иртышу на 100 км, уровень Зайсана поднялся на 7 м. Площадь зеркала озера составляет большую часть площади водного зеркала Бухтарминского водохранилища, равной 5,5 тыс. км<sup>2</sup>.

В связи с этим гидрологический фактор в проектировании автомобильных дорог в данном районе приобретает исключительное значение, так как он определяет, в том числе, прочность и водоустойчивость грунта и дорожного полотна, причем под водоустойчивостью в данном случае следует понимать сопротивление грунта прониканию в него

воды или размыванию его водой. Можно также определить водоустойчивость как свойство грунта сохранять прочность при колебании влажности в значительных пределах. Таким свойством обладают, как известно, пески и вообще крупнозернистые грунты.

Устойчивость грунта в полотне необходимо рассматривать в обстановке водно-теплового режима данного района. Один и тот же грунт в разных районах и участках дороги будет обладать разной устойчивостью. Поэтому при проектировании и возведении дорожного полотна общее принципиальное решение, установленное для типовых условий данной трассы, необходимо изменять в порядке рабочего проектирования для отдельных участков в зависимости от изменяющихся свойств грунта и других условий, что предъявляет требование районирования ландшафта, а вместе с ним и геофизических факторов проектирования, строительства и эксплуатации дорог. Это обуславливает возможность разработки принципов, методов и конструкций дорожного строительства применительно к различным геофизическим районам.

Обеспечение устойчивости дорожных сооружений (дорожных покрытий и земляного полотна) зависит от весьма сложного многофакторного взаимодействия грунтов полотна с водой при разных температурах. Поэтому водно-тепловой режим местности является основной предпосылкой для дорожно-климатического районирования. Его исследование в проектировании и строительстве автомобильной дороги является обязательным условием. Для такого районирования используются данные климатологии, гидрологии, геоморфологии, геологии и грунтоведения.

Анализ литературных источников и результатов полевых экспериментов в условиях Рудного Алтая подтверждает предположение о сильной изменчивости гидрологических и погодных условий в зонах пролегания автомобильных дорог по всей территории Рудного Алтая и Калбы.

Важное значение в методике проектирования дорог в призаисанском районе приобретает статистический фактор. Применяемые в расчетах устойчивости показатели физико-механических свойств пород в общем случае являются оценками их математических ожиданий. В связи с этим уместно поставить вопрос о допустимой вариации расчетных показателей физико-механических свойств пород при их испытании и влиянии неточности определения этих показателей на результаты расчетов устойчивости откосов.

Учитывая это, можно сказать, что существующие рекомендации для проектирования автомобильных дорог в указанных зонах не отвечают требованиям, поэтому, как показали результаты исследований, необходимо провести дополнительное изучение с целью выявления статистических свойств гидрогеологических условий и физико-механических показателей материалов на примере определенного участка дороги этого района. На основании полученных статистических материалов следует провести исследование влияния вариаций расчетных показателей проектирования на качество дороги и разработать практические рекомендации по проектированию автомобильной дороги на конкретном участке.

Рассматриваемые нами участки автомобильных дорог находятся в особенно сложных гидрогеологических условиях и довольно часто подвергаются капитальному ремонту. При этом в течение всего года эти дороги являются важными транспортными артериями, по которым осуществляется большой объем грузовых перевозок. Вдоль них на время капитального ремонта бывает трудно устраивать объездные пути, что ведет к экономическим потерям при организации транспортного процесса.

На первом этапе нами выполнены задачи изучения геологии местности и основных типов грунтов, включая их физико-механические характеристики, месторождения строительных материалов и водных режимов в зонах пролегания исследуемых участков автомобильных дорог.

Для каждого района должна быть разработана схема типового (расчетного) водно-теплого режима на основе учета источников увлажнения, годового хода температур и водного баланса грунтов полотна в условиях среднего максимального по увлажнению года и метода проектирования устойчивости автомобильных дорог. В качестве метода проектирования устойчивости автомобильных дорог нами был выбран метод Феллениуса [3-6], который наиболее полно учитывает в дорожном проектировании влияние гидрогеологических факторов в комплексе с физико-механическими свойствами строительных материалов.

Для расчета устойчивости производится разбиение откоса дорожного полотна на отдельные отсеки. Расчеты устойчивости откоса в этих случаях выполняют с учетом сил взвешивания для подтопленной части грунтового массива. При этом учитывают, что на каждый  $i$ -й отсек действуют:

- удерживающая сила

$$P_{y\alpha} = \left( \sum_{j=1}^n G_{ij} \right) \cos(\alpha_i) \operatorname{tg} \varphi + CL_i, \quad (1)$$

- сдвигающая сила

$$P_{c\alpha} = \left( \sum_{j=1}^m G_{ij} \right) \sin(\alpha_i), \quad (2)$$

где  $G_{ij}$  – вес  $j$ -й призмы грунта в пределах  $i$ -го отсека с учетом временной нагрузки, заменяемой эквивалентным слоем грунта;  $\alpha_i$  – угол наклона поверхности скольжения в пределах  $i$ -го отсека;  $\varphi$  – угол внутреннего трения грунта на поверхности скольжения;  $C$  – сцепление грунта на поверхности скольжения;  $L_i$  – длина дуги скольжения в пределах  $i$ -го отсека.

Если рассматривать насыпь единичной длины, тогда вес  $j$ -й призмы  $i$ -го отсека можно вычислить:

- для сухой части насыпи

$$G_{ij} = \Omega_{ij} \cdot \gamma_j, \quad (3)$$

- для водонасыщенной части насыпи

$$G_{ij} = \Omega_{ij} (\gamma_j - 1) \frac{100 - n_j}{100}, \quad (4)$$

где  $\Omega_{ij}$  – площадь  $j$ -ой призмы  $i$ -го отсека;  $\gamma_j$  – объемный вес грунта  $j$ -го геологического слоя;  $n_j$  – пористость грунта  $j$ -го геологического слоя.

Гидродинамическое давление для подтопленной части насыпей определяется по следующей формуле:

$$D = \Omega_B \gamma_B J, \quad (5)$$

где  $\Omega_B$  – площадь массива обрушения ниже уровня грунтовых вод;  $\gamma_B = 1$  (объемный вес воды);  $J$  – гидравлический градиент, принимаемый равным тангенсу хорды, стягивающей кривую депрессии.

Коэффициент устойчивости земляного полотна в общем случае будет определяться следующим выражением:

$$K_p = \frac{\sum_{i=1}^n \left[ \left( \sum_{j=1}^m G_{ij} \right) \cos(\alpha_i) \operatorname{tg} \varphi + CL_i \right]}{D + \sum_{i=1}^n \left[ \left( \sum_{j=1}^m G_{ij} \right) \sin(\alpha_i) \right]}. \quad (6)$$

Детальный расчет устойчивости откосов земляного полотна автомобильных дорог необходимо выполнять в следующей последовательности:

1. Определяют уравнение прямой Феллениуса, вблизи которой располагаются центры наиболее опасных кривых скольжения.
2. Исследуемый массив земляного полотна делят на  $n$  вертикальных отсеков шириной  $\Delta X_i$  каждый (обычно  $n=10 \dots 20$ ) и на  $m$  слоев в соответствии с положением границ раздела геологических напластований и кривой депрессии (в случае подтопляемой насыпи).
3. Задаются в первом приближении положением центра кривой скольжения на пересечении ординаты, восстановленной из подошвы откоса с прямой Феллениуса. Радиус кривой скольжения определяется значением ординаты полученного центра.
4. По формуле (6) находят значение коэффициента устойчивости  $K_p$ .
5. С шагом  $\Delta X$  меняют положение центра влево по прямой Феллениуса и при новом положении центра кривой скольжения вычисляют значение коэффициента устойчивости  $K_p$ .
6. Если  $K_p < K_n$ , то с шагом  $\Delta X$  ищут на прямой Феллениуса положение центра кривой скольжения с минимальным значением коэффициента устойчивости.
7. Если  $K_p > K_n$ , то меняют положение центра скольжения с шагом  $\Delta X$  вправо до тех пор, пока не будет установлено положение центра кривой скольжения, но уже по нормали к прямой Феллениуса в найденной ранее точке влево с шагом  $\Delta y$ , и по формуле (6) вычисляют значение коэффициента устойчивости  $K_p$ .
8. Если  $K_p < K_n$ , то с шагом  $\Delta y$  влево ищут положение центра кривой с минимальным  $K_p$ , если же  $K_p > K_n$ , то с шагом  $\Delta y$  ищут положение наиболее опасного центра вправо от прямой Феллениуса.
9. Найденное таким образом минимальное значение коэффициента устойчивости является расчетным для данного откоса земляного полотна  $K_p$ . Его сравнивают с нормативным  $K_p \geq K_n$  и если оказывается, что  $K_p \geq K_n$ , то устойчивость земляного полотна обеспечена. Если  $K_p < K_n$ , то необходимо изменить конструкцию земляного полотна с целью повышения устойчивости откоса и вновь вышеизложенным способом выполнить проверку устойчивости новой конструкции.

Вопросы обеспечения оптимальных параметров элементов дорожного полотна при проектировании автомобильных дорог с учетом пропуска большегрузных автомобилей становятся весьма актуальными в современных условиях реализации плана инфраструктурного развития Республики Казахстан [7]. В этих целях предусматривается соответствующее развитие транспортно-логистической инфраструктуры, включая и реализацию основных проектов строительства автомобильных дорог.

#### Список литературы

1. Бекмагамбетов М.М. Проблемы развития автомобильного и городского транспорта Республики Казахстан. – Алматы: Изд-во «Print-S», 2009. – 520 с.

2. Государственная программа развития и интеграции инфраструктуры транспортной системы Республики Казахстан до 2020 года / Утверждена Указом Президента Республики Казахстан от 13 января 2013 года № 725.
3. Автомобильные дороги. Примеры проектирования: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.С. Рожнякова. – М.: Транспорт, 1983. – 303 с.
4. Изыскания и проектирование автомобильных дорог: Справочник инженера-дорожника / Под ред. О.В. Андреева. – М.: Транспорт, 1989. – 559 с.
5. Проектирование автомобильных дорог: Справочник инженера-дорожника / Под ред. д-ра техн. наук Г.А. Федотова. – М.: Транспорт, 1989. – 438 с.
6. Справочная энциклопедия дорожника. Т. V. Проектирование автомобильных дорог / Под ред. проф. Г.А. Федотова, П.И. Поспелова. – М.: ФГУП «Информавтодор», 2007. – 668 с.
7. Нұрлы жол – путь в будущее / Послание Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана от 11 ноября 2014 года.

Получено 30.01.2018

---

УДК 629.014

**А.А. Давыдов, А.А. Макенов**

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск

#### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЯ ВНЕСЕНИЕМ ИЗМЕНЕНИЙ В КОНСТРУКЦИЮ

*Настоящая статья посвящена вопросам совершенствования эксплуатационных свойств автомобиля внесением изменений в его конструкцию. В ней рассматривается переоборудование автомобиля на примере замены двигателя и коробки перемены передач грузового автомобиля. Приведены результаты расчетов сравнительных характеристик автомобиля со штатными агрегатами и после его переоборудования. Внесение изменений в конструкцию автомобиля позволит существенно уменьшить расход топлива и повысить его тяговые свойства.*

*Бұл мақала автомобильдің конструкциясына өзгертулер енгізу арқылы пайдалану қасиеттерін жетілдіру мәселелеріне арналған. Мұнда жүк автомобилінің қозғалтқышы мен берілістер ауыстыру қорабын ауыстыру мысалында автомобильді қайта жабдықтау қарастырылады. Штаттық агрегаттарымен және қайта жабдықтаудан кейінгі автомобильдің салыстырмалы сипаттамаларының есептеу нәтижелері көрсетілген. Автомобиль конструкциясына өзгертулер енгізу отын шығынын айтарлықтай азайтуға және оның тарту қасиеттерін жоғарылатуға мүмкіндік береді.*

*This article is devoted to the questions of improving the operational properties of the car by introducing changes in its design. It looks at the refit of a car with the example of a replacement engine and gearbox change gear truck. The results of calculations of the comparative characteristics of a car with standard units and after its reequipping was shown. The introduction of changes in the design of the car will significantly reduce fuel consumption and increase its traction properties.*

**Ключевые слова:** автомобиль, безопасность движения, внесение изменений в конструкцию, двигатель, коробка передач, эксплуатационные свойства.

Основные эксплуатационные свойства автомобиля обеспечивают перевозку пассажиров и груза с максимальной производительностью, безопасностью и комфортабельностью при минимальных материальных и трудовых затратах. Анализ эксплуатационных свойств автомобиля позволяет определить его предельные возможности и помогает реализовать в условиях эксплуатации все преимущества, которыми обладает данная конструкция автомобиля. Все это способствует всестороннему анализу конструктивных факторов, которые влияют на эксплуатационные свойства автомобилей, подготавливаемых к производству или переоборудованию [1-2].



В настоящее время в эксплуатации находится большое количество автомобилей, основные технические характеристики которых требуют существенного улучшения, так как не отвечают требованиям действующих нормативных документов в сфере обеспечения безопасности дорожного движения. В современных условиях улучшение эксплуатационных свойств автомобилей возможно на основе переоборудования, т.е. внесения каких-то изменений в их конструкцию. Самым простым и эффективным методом в данном случае является замена некоторых агрегатов и узлов на узлы и агрегаты, применение которых позволяет улучшить отдельные эксплуатационные свойства автомобилей. В основном работы по переоборудованию автомобиля направлены на изменение его тяговых характеристик и аэродинамических свойств, что способствует повышению производительности, топливной экономичности и экологической безопасности.

Под внесением изменений в конструкцию автотранспортного средства (переоборудование) понимается исключение предусмотренных или установка не предусмотренных конструкцией конкретного транспортного средства составных частей и предметов оборудования, выполненных после выпуска транспортного средства в обращение и влияющих на безопасность дорожного движения.

С целью совершенствования эксплуатационных свойств грузового автомобиля ГАЗ-53 были внесены отдельные конструктивные изменения. Внесение изменений в конструкцию автомобиля ГАЗ-53 заключалось в замене базового двигателя ЗМЗ-53 на более экономичный и долговечный дизельный двигатель Д-240 и применении коробки передач автомобиля ЗИЛ-130. Краткая характеристика двигателей ЗМЗ-53 и Д-240 приведена в табл 1.

Таблица 1

*Краткая характеристика двигателей*

№ п-п	Наименование показателя	Значение для двигателя	
		ЗМЗ-53	Д-240
1	Марка автомобиля (трактора)	ГАЗ-53	МТЗ-80
2	Тип двигателя	четырехтактный, карбюраторный	четырехтактный, дизельный
3	Номинальная мощность, кВт (л.с.)	84,6 (115)	58,84 (80)
4	Частота вращения коленчатого вала при номинальной мощности, мин <sup>-1</sup>	3200	2200
5	Максимальный крутящий момент, Н·м (кгс·м)	327,9 (33,4)*	290,9 (29,6)*
6	Частота вращения коленчатого вала при максимальном моменте, мин <sup>-1</sup>	1920	1540
7	Число цилиндров	8	4
8	Расположение цилиндров	V-образное	рядное
9	Литраж, л. (рабочий объем)	4,25	4,75
10	Наименьший удельный расход топлива, мкг/Дж (г/э.л.с.·ч)	90,1 (238)	71,7 (190)
11	Масса двигателя (сухая) без сцепления, кг.	255	430
12	Топливо	бензин А-76	дизельное

Примечание. \* - расчетные значения

Анализ основных технических характеристик двигателей показывает, что дизельный двигатель Д-240 по своим мощностным и тяговым характеристикам уступает карбюраторному двигателю ЗМЗ-53 в 1,44 раз, по крутящему моменту в - 1,13 раза. Вместе с тем по условиям эксплуатации он находится примерно в одной группе. Для сравнительной оценки двигателей внутреннего сгорания, как правило, используют их внешнюю скоростную характеристику [1-

2]. Расчетные значения параметров скоростных характеристик двигателей ЗМЗ-53 и Д-240 представлены в табл. 2, 3.

Результаты расчетов основных эксплуатационных свойств автомобиля ГАЗ-53 базового исполнения и после внесения изменений в его конструкцию представлены в табл. 4.

Таблица 2

*Параметры скоростной характеристики двигателя ЗМЗ-53*

$n_e/n_N$	-	0,2	0,4	0,6	0,8	1
$n_e$	мин <sup>-1</sup>	640	1280	1920	2560	3200
$N_e$	кВт	19,6	41,9	62,9	78,5	84,6
$M_e$	Н·м	306,7	327,9	327,9	306,6	264,4

Таблица 3

*Параметры скоростной характеристики двигателя Д-240*

$n_e/n_N$	-	0,2	0,4	0,6	0,8	1
$n_e$	мин <sup>-1</sup>	440	880	1320	1760	2200
$N_e$	кВт	9,36	23,1	37,9	50,9	58,8
$M_e$	Н·м	213,4	262,1	287,1	288,9	267,5

Таблица 4

*Основные показатели эксплуатационных свойств автомобиля ГАЗ-53*

№ п-п	Наименование показателя	Ед. изм.	Значение показателей	
			двигатель ЗМЗ-53	двигатель Д-240*
1	2	3	4	5
1	Максимальный тяговый момент	Н·м	13203,8	13216,1
2	Максимальная тяговая сила	Н	29341,7	29369
3	Максимальная скорость движения автомобиля	км/ч	80	65
4	Максимальное ускорение	м/с <sup>2</sup>	1,47	1,5
5	Время разгона автомобиля до максимальной скорости	с	28	13,7
6	Контрольный расход топлива при скорости движения 40 км/ч	л/100км	24	17
7	Преодолеваемый угол подъема не менее	град.	22	22,7
8	Угол поперечной устойчивости	град.	36	36

Примечание. \* - с коробкой передач автомобиля ЗИЛ-130

После внесения изменений в конструкцию автомобиля ГАЗ-53 уменьшение мощности и крутящего момента, которое связано с использованием дизельного двигателя Д-240, удалось компенсировать применением коробки перемены передач автомобиля ЗИЛ-130. Это позволило обеспечить сохранение значений основных показателей тяговых свойств автомобиля. Более того, максимальный тяговый момент и максимальная тяговая сила несколько увеличились (увеличение составило 0,05%). При этом максимальная скорость движения составит 60...65 км/ч, что позволит обеспечить нормальную эксплуатацию автомобиля, не создавая помех при движении для других транспортных средств. Следует отметить некоторое повышение динамики разгона автомобиля. Например, максимальное ускорение увеличилось на 0,03 м/с<sup>2</sup>, что положительно сказывается на безопасности движения. Кроме того, повышается топливная экономичность автомобиля вследствие умень-

шения расхода топлива на 7 л при пробеге по участку автомобильной дороги протяженностью 100 км со скоростью 40 км/ч. Увеличение количества ступеней трансмиссии способствует лучшей приспособляемости автомобиля к различным условиям эксплуатации. Тормозные качества не претерпят существенных изменений, т.к. замедление и тормозной путь зависят от коэффициента сцепления шин с дорогой и начальной скорости торможения.

Увеличение массы автомобиля ГАЗ-53 после установки более тяжелого дизельного двигателя составляет всего 2,4%, что практически не меняет положения центра тяжести автомобиля, следовательно, устойчивость автомобиля останется прежней. При этом по своим установочным, посадочным и соединительным параметрам автомобильные двигатели ЗМЗ-53 и Д-240 являются не взаимозаменяемыми. Поэтому необходимо внести определенные изменения в схемы отдельных систем и агрегатов автомобиля ГАЗ-53 в виде дополнительных конструктивных элементов (табл. 5).

Таблица 5

*Предварительные технологические условия на изменение конструкции  
грузового автомобиля ГАЗ-53*

Наименование агрегата (системы)	Технологические условия
1	2
двигатель	При установке двигателя Д-240 на раме автомобиля ГАЗ-53 необходимо предусмотреть его подвеску на трех опорах (трехточечная подвеска) подобно креплению его на тракторе МТЗ-80 (МТЗ-82). Для того, чтобы обеспечить надежное крепление передней опоры двигателя, ее кронштейны соединяются двумя болтами М 20 с поперечной рамы, усиленной швеллером 6,5. Для снижения уровня вибрации двигателя необходимо оставить в конструкции подвески двигателя резинометаллический амортизатор, через который опора закреплена на кронштейне. Задняя часть двигателя крепится к лонжеронам рамы с помощью двух кронштейнов и подушек автомобиля ЗИЛ-130. Кронштейны крепятся к спинкам лонжеронов посредством 6-ти болтов М 14. К блоку цилиндров двигателя крепятся кронштейны (по одному с обеих сторон двигателя) тремя болтами М 18. Кронштейны двигателя и лонжеронов рамы соединяются с помощью подушек автомобиля ЗИЛ-130 болтами М 18. Такая конструкция подвески двигателя обеспечивает достаточную надежность его крепления к раме автомобиля и необходимые условия эксплуатации. Элементы крепления двигателя ЗИЛ-130, применяемые в конструкции подвески двигателя Д-240, приемлемы по своим прочностным характеристикам, т.к. двигатель ЗИЛ-130 по массе превышает двигатель Д-240 на 10 кг.
система охлаждения	В системе выпуска охлаждения используется радиатор автомобиля ГАЗ-53.
система смазки	Базовая, двигателя Д-240
система питания	Базовая, двигателя Д-240
система выпуска отработавших газов	В системе выпуска отработавших газов применяются элементы системы автомобиля ГАЗ-53 с переносом глушителя на правую сторону.
сцепление	Сцепление трактора МТЗ с использованием ведомого диска сцепления автомобиля ЗИЛ-130. Применение ведомого диска сцепления автомобиля ЗИЛ-130 обеспечивает надежную передачу крутящего момента и предохранение агрегатов трансмиссии от динамических нагрузок.
коробка передач	Автомобиля ЗИЛ-130
аккумуляторная батарея	Номинальное напряжение электрической сети 12В. Одна 6СТ-190 или две 6СТ-110 с обеспечением надежного крепления по месту.
стартер	СТ-212А
генератор	Г-304Д
регулятор напряжения	РР-362Б

Вместе с тем необходимо выполнение следующих основных требований, которые обеспечивают процедуру регистрации автомобиля в подразделениях административной полиции МВД Республики Казахстан [3-7]:

1. Внесение необходимых изменений в конструкцию автомобиля должно осуществляться только в условиях специализированных предприятий.

2. Составные части автотранспортных средств (АТС), которые устанавливаются или заменяются при внесении изменений в конструкцию, должны быть полнокомплектными, технически исправными и соответствовать технологическим требованиям.

3. Все крепежные изделия, которые применяются для соединения составных частей АТС при внесении изменений в конструкцию, должны быть только заводского изготовления и соответствовать установленным изготовителем для данной модели и составной части предмета оборудования АТС.

4. Для проведения сварочных работ на шасси автомобиля предприятие, которое осуществляет внесение изменений в конструкцию, должно располагать соответствующим квалифицированным персоналом, имеющим допуск на проведение такого рода сварочных работ с соблюдением соответствующих требований.

5. Все работы, выполняемые по внесению изменений в конструкцию автомобиля, должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов [6-7].

#### 1. Список литературы

1. Гришкевич А.И. Автомобили: Теория. – Минск: Высшая школа, 1986. – 207 с.
2. Давыдов А.А. Теория движения автомобиля: Учеб.-метод. пособие / А.А. Давыдов, А.А. Макинов. – Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2015. – 156 с.
3. Закон Республики Казахстан «О дорожном движении» № 194-V ЗРК от 17 апреля 2014 года (с изменениями и дополнениями).
4. Правила государственной регистрации и учета отдельных видов транспортных средств по идентификационному номеру транспортного средства / Утверждены приказом Министра внутренних дел Республики Казахстан от 2 декабря 2014 года № 862.
5. Правила дорожного движения Республики Казахстан / Утверждены Постановлением Правительства Республики Казахстан от 13 ноября 2014 года № 1196 (с изменениями и дополнениями).
6. СТ РК 1418-2014 Автотранспортные средства. Внесение изменений в конструкцию: Общие положения и технические требования. – Астана: Госстандарт, 2014. – 306 с.
7. СТ РК ГОСТ Р 51709-2004 Автотранспортные средства. Требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения: Методы проверки. – Астана: Госстандарт, 2004. – 35 с.

Получено 30.01.2018

---

УДК 669.534.537.539

**А.В. Долганов, Ю.Г. Русин,**

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск

**Ж.В. Еремеева**

Национальный исследовательский технологический университет МИСиС, г. Москва

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МИКРОЛЕГИРОВАНИЯ НА СПЕКАЕМОСТЬ ПОРОШКОВ ДИОКСИДА УРАНА И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НА ЭТОЙ ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ ТАБЛЕТОК**

*Объектом исследования являются легированные порошки диоксида урана, обладающие повышенной спекаемостью относительно стандартных порошков, предназначенных для использова-*

ния в атомной энергетике. Целью работы является усовершенствование технологии производства ядерного топлива из диоксида урана и экспериментально-аналитическое обоснование наилучшего способа введения легирующих добавок, применение которого позволит улучшить технико-экономические показатели процесса производства ядерного керамического топлива. На основе анализа полученных результатов в работе проведено обоснование выбранного способа введения легирующих добавок для его реализации в промышленных условиях. В ходе экспериментов были сформулированы окончательные требования, предъявляемые к методу легирования порошка диоксида урана.

Уран диоксидінің легирленген ұнтақтары зерттеу нысаны болып табылады, атом энергетикасында қолданылатын стандартты ұнтақтарға қарағанда оның бірігу қасиеті айрықша жоғары. Жұмыстың мақсаты - уран диоксидінен ядролық отын өндіру технологиясын жетілдіру және ядролық керамикалық отын өндіру процесінің техникалық және экономикалық параметрлерін жақсартуға мүмкіндік беретін легірлеуіш қоспаларды енгізудің ең жақсы тәсілі үшін тәжірибелік және аналитикалық негіздеу. Алынған нәтижелерді талдау негізінде өнеркәсіптік жағдайда жүзеге асыру үшін легірлеуіш қосымшаларды енгізу жайындағы таңдалған әдістің негіздемесі жасалды. Тәжірибелер барысында уран диоксидінің ұнтағын легірлеу әдісі бойынша ақыраы талаптары тұжырымдалды.

The subject of this research is uranium dioxide alloyed powders possessing more sinterability than standard powders used in nuclear power engineering. The purpose of this work is to improve the technology of nuclear fuel production from uranium dioxide and experimental and analytical justification of the best method of alloyage. This method will improve technical and economic performance of production process of nuclear ceramic fuel. Having analyzed the obtained results, in this work we justified the chosen method of alloyage for its realization in industrial conditions. In the course of experiments the final requirements made for the method of powder alloying have been defined.

**Ключевые слова:** ядерное топливо, микролегирование, керамическое топливо, диоксид урана, спекаемость.

Неуклонный рост производства и все возрастающих потребностей общества неизбежно приводит к вовлечению в сферу использования все большего количества энергоресурсов. Основным источником энергии в настоящее время является органическое топливо: каменный уголь, нефть, горючий газ. Однако запасы указанных источников энергии ограничены, и всё большее число развитых стран начинают зависеть от импорта энергоресурсов. Решение этой проблемы заключается в изыскании и освоении новых высокоэффективных методов получения электроэнергии за счет использования других источников энергии. Таким источником является атомная энергия [1].

Основу атомной энергетики составляют атомные электростанции (АЭС). В настоящее время в мире 439 АЭС обеспечивают производство 16% электроэнергии, потребляемой преимущественно в промышленно развитых странах. Особенности современного состояния мировой ядерной энергетики являются стабилизация производства электроэнергии на АЭС и постоянное потребление урана [2].

В настоящее время наблюдается ужесточение требований, предъявляемых к конструкциям ядерных энергетических установок, твэлов и качеству ядерного топлива. Потребителями топлива был определен ряд перспективных требований как к качеству топливных таблеток, важнейшими из которых следует считать требования к размеру зерна, к термической стабильности и величине объемной доли открытых пор в таблетках, так и к характеристикам исходных порошков диоксида урана, из которых они производятся [3].

На сегодняшний день производство таблетированного топлива является очень энергоемким процессом, что соответственно влияет на повышение цены на атомную энергию. Целесообразно проводить работы по снижению себестоимости топливных таблеток.

Целью данной работы является изучение влияния микролегирования на спекаемость порошков диоксида урана и усовершенствование на этой основе технологии получения топливных таблеток.

Для проведения исследования был использован промышленный, нелегированный алюминий, порошок  $UO_2$ , в качестве легирующей добавки для исследований был взят порошок  $Al(OH)_3$  промышленного изготовления и порошок, полученный в лабораторных условиях путем осаждения из раствора нитрата алюминия раствором  $NH_3$ . Раствор цехового нитрата алюминия и  $HNO_3$ , подогретый на водяной бане, нейтрализовали цеховым раствором аммиака, до выпадения осадка. Полученный осадок будет распульповываться в дистиллированной воде. Для сравнительной оценки влияния различных добавок также будет взят порошок  $Al_2O_3$  промышленного изготовления. Легирующие добавки будут использоваться в двух классах дисперсности -0,315 мм и -0,071 мм в количествах 0,003, 0,01 и 0,1% по массе для определения оптимальной крупности и количества вводимой добавки. С целью разрушения агрегативного состояния исходного порошка проводилась предварительная механическая обработка порошка  $UO_2$  (порционная загрузка составляла 2 кг) в СВУ с мелющими телами в течение 2 минут.

Следующей технологической операцией являлось смешение измельченного порошка с сухим связующим StZn. С целью равномерного распределения StZn по всему объему порошка смешение проводилось в смесителе «Турбула» в течение 20 минут. Порционная загрузка составляла 2,5 кг  $UO_2$  и 0,2% масс. StZn.

Далее проводили смешение смеси ( $UO_2$  с 0,2% масс. StZn) с расчетным количеством добавок. Смешение также проводилось в смесителе «Турбула» в течение 20 минут для равномерного распределения легирующих добавок по всему объему порошка  $UO_2$ . Порционная загрузка составила 1 кг смеси. Все добавки вводились на операции механического смешения.

Из полученных пресс-порошков (дисперсность легирующих добавок 0,315 мм) были отформованы прессовки с плотностью  $5,40 \pm 0,02$  г/см<sup>3</sup>. Формование прессовок проводилось при давлении 30 кН методом двустороннего сухого прессования на разборной матрице с использованием смазки матриц на прессе ИП-100-0.

Спекание прессовок проводили в печи СШВЭ по следующему режиму: скорость подъема температуры 100 °С/ч, выдержка при температуре  $1750 \pm 15$  °С в течение 8 ч, скорость снижения температуры 250 °С/ч. Полученные таблетки керамического топлива были прошлифованы и забракованы по внешнему виду.

Для оценки влияния легирующих добавок на характеристики спеченных таблеток был проведен анализ плотности и микроструктуры полученных таблеток (рис. 1).

Анализ показал, что в ходе спекания, которое является одним из наиболее важных процессов в технологии изготовления топливных таблеток, легирующие добавки оказали влияние на плотность спеченных таблеток за счет того, что добавки алюминия в процессе спекания распределяются по границам зерен в виде тонкой прослойки, что позволяет активировать процесс жидкофазного спекания [4]. По данным анализа отчетливо видно, что добавление любой из добавок в количестве 0,003% является малым количеством для активирования процесса массопереноса, а введение добавок в количестве 0,1% по масс. блокирует процесс активации жидкофазного спекания. Таким образом, введение добавок в количестве 0,01% является оптимальным. По данным анализа можно сделать вывод, что количество легирующих добавок оказывает значимое влияние на плотность спеченных таблеток, так как погрешность при измерении плотности составляет 0,007-0,009 г/см<sup>3</sup>.

Также по результатам проведенного анализа можно оценить зависимость среднего размера зерна от количества легирующих добавок и представить это графически (рис. 2).

Количественный анализ показал существенную зависимость размера зерна от количества легирующих добавок. Увеличение размера зерна происходит за счет уменьшения размера пор и средней доли пор [5]. Таким образом, введение алюминия позволяет увеличить размер зерна, что является положительным фактором в изготовлении топливных таблеток.

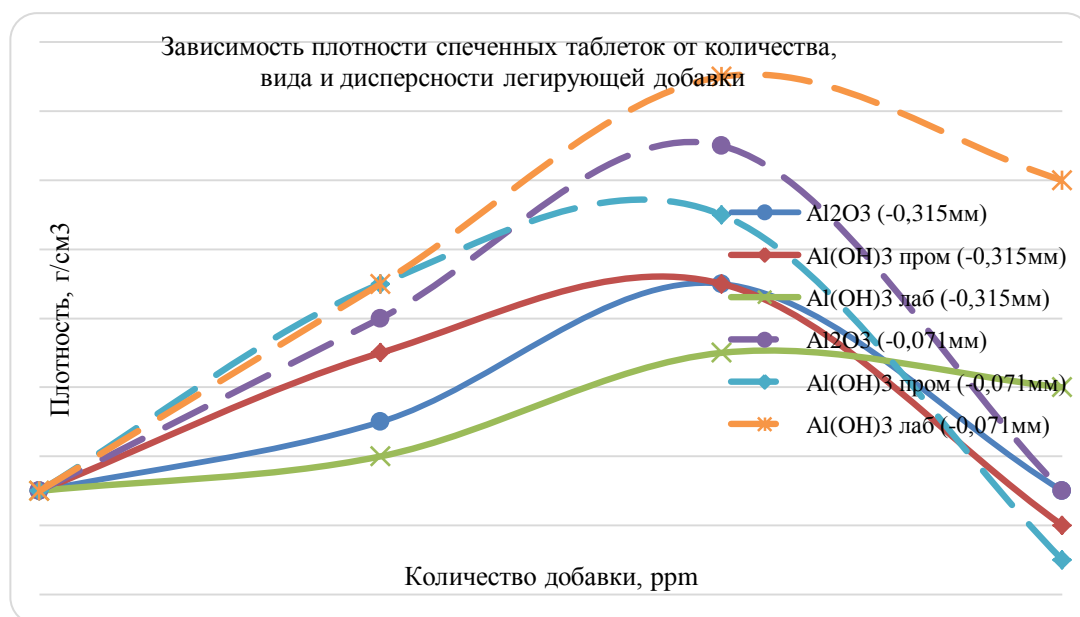


Рисунок 1 - Влияние легирующих добавок на плотность спеченных таблеток

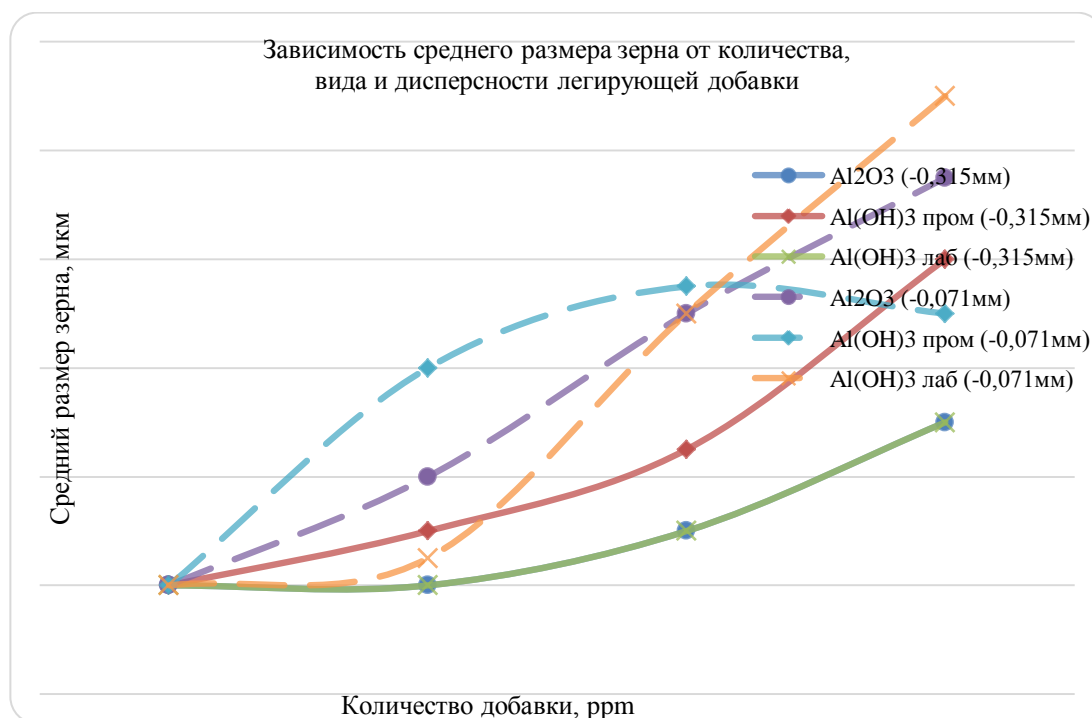


Рисунок 2 - Зависимость среднего размера зерна от количества добавок

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Влияние легирующих добавок на плотность не монотонно и приводит к изменению показателей плотности в зависимости от количества и вида добавки. По результатам проведенных исследований оптимальным количеством вводимой добавки является 0,01% по

масс. Введение  $Al_2O_3$ ,  $Al(OH)_3$  промышленного изготовления в количестве 0,01% по масс. привело к увеличению плотности на  $0,06 \text{ г/см}^3$ .

2. Добавление легирующих добавок оказывает прямо пропорциональное влияние на средний размер зерна. Добавки  $Al_2O_3$ ,  $Al(OH)_3$  промышленного и лабораторного изготовления в количестве 0,01% привели к увеличению размера зерна на 1, 2,5 и 1 мкм соответственно. Введение этих же добавок в количестве 0,1% также привело к увеличению среднего размера зерна на 3, 6 и 3 мкм.

3. Применение  $Al(OH)_3$  для сухого легирования порошков  $UO_2$  может позволить уменьшать продолжительность спекания в технологическом процессе изготовления топливных таблеток за счет того, что добавление частиц алюминия позволяет активировать процессы жидкофазного спекания при одновременном увеличении размера зерна и улучшении показателей термической стабильности по сравнению с нелегированным материалом.

#### Список литературы

1. Жиганов А.Н. Технология диоксида урана для керамического ядерного топлива / А.Н. Жиганов, В.В. Гузеев, Г.Г. Андреев. – Томск, 2002. – С. 326.
2. Решетников Ф.Г. Разработка, производство и эксплуатация тепловыделяющих элементов энергетических реакторов и др. / Ф.Г. Решетников, Ю.К. Бибилашвили, И.С. Головин. – М.: Энергоатомиздат. – 1995. – С. 320.
3. Баранов В.Г. Теплофизические свойства модифицированного оксидного ядерного топлива / В.Г. Баранов, С.А. Покровский, А.В. Тинешев // Атомная энергия. – 2011. – Т. 1. – С. 36-40.
4. Маныч А.В. Оптимизация микроструктуры топливных таблеток из  $UO_2$  с помощью легирующих добавок. Взаимодействие пор с границами зерен, модель ускоренного роста зерен  $UO_2$  при комплексном легировании // Отчет о НИР МБН. – 2001. – С. 36.
5. Панов В.С. Исследование влияния легирующих добавок на структуру и свойства топливных таблеток на основе диоксида урана / В.С. Панов, Л.В. Мякишев, В.Ю. Лопатин // Вестник науч.-техн. развития. – 2012. – № 1. – С. 63.
6. Matsuda T., Y. Yuasa. Characteristics of fuel tablets with addition of aluminum and silicium. // The report at a conference on uranium technology. Tokyo. 1997. P. 28.

Получено 30.01.2018

---

УДК 621.866

**М.Т. Елеукенов, К.К. Сейлгумаров**

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск

#### РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАВЕСНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ ПРИ МЕХАНИЗАЦИИ РАБОТ МАЛЫХ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

*В статье рассмотрены проблемы обеспечения навесным оборудованием отечественных тракторов для малых фермерских хозяйств. Приведены решения этой проблемы.*

*Мақалада шағын фермерлік шаруашылықтарындағы отандық тракторларды аспалы жабдықпен қамту мәселесі қарастырылған. Осы мәселенің шешімі келтірілген.*

*The article considers the problem of providing attachment of tractors for small farms. Given a solution for this problem.*

**Ключевые слова:** навесное оборудование, трактор, фермер, сельскохозяйственные.

В послании президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана 31 января 2017 г. говорится: «Агропромышленный комплекс Казахстана имеет перспективное



будущее. По многим позициям мы можем быть одними из крупнейших в мире производителей аграрной экспортной продукции. Особенно по производству экологически чистых продуктов питания. Бренд «made in Kazakhstan» должен стать эталоном такой продукции». В четвертом пункте говорится, что «в связи с этим следует повысить уровень производительности труда и снизить производственные расходы» [1].

Одним из способов повышения производительности труда для фермеров является переход на механизацию большинства видов работ. Это в основном погрузочно-разгрузочные, транспортирующие, дозирующие, подъемные и т.п. работы.

В Казахстане около 500 тысяч фермерских хозяйств. Большинство работ в фермерских хозяйствах приходится на механизированный транспорт. Многие крупные и средние фермерские хозяйства имеют в наличии тракторы разного класса мощности. Для каждого класса приходится подбирать различные по размеру виды навесного оборудования, которые требуются для ведения хозяйства (КУНы, отвалы, вилы, краны, ковши и т.п.). Малые хозяйства ограничиваются одним или двумя тракторами малого класса, т. к. они являются более дешевыми и экономичными по расходу топлива. В основном в работе малых ферм не требуется большей мощности. При этом, если трактор оснащён универсальным видом навесного оборудования, он способен заменить собой целый парк машин. Дополнительные механизмы предназначены для выполнения сельскохозяйственных и земляных работ.

Серийное навесное оборудование и универсальные погрузчики на тракторах не в полной мере обеспечивают эффективное проведение погрузочно-транспортных работ с сельскохозяйственными грузами. Особенно с единичными рассредоточенными грузами, при ограниченном грузопотоке и механизации работ в мелких хозяйствах, при работе в стесненных условиях, при уборке, доставке и хранении картофеля, овощей или фруктов, при работе с минеральными удобрениями, при эксплуатации и ремонте в хозяйствах сельскохозяйственной техники, сельском строительстве, содержании маломерных сельскохозяйственных объектов и внутрихозяйственных систем.

Разнообразие погрузочных, разгрузочных и транспортировочных работ в сельскохозяйственной деятельности требует наличия многочисленных видов навесного оборудования. Для выполнения этих работ фермеру приходится арендовать у сторонних организаций или самостоятельно конструировать разные виды приспособлений.

В дальнем и ближнем зарубежье многие фирмы нашли выход из этой проблемы путем производства малокомплектного вида дополнительного оборудования (рис. 1, 2) [2, 3].

На отечественном рынке навесное оборудование присутствует в широком ассортименте. В большинстве случаев оно производится не отечественным производителем и во многом доставляется на рынок Казахстана из России, Беларуси, Украины, Китая и дальнего зарубежья (США, Австралия, Япония, Италия, Германия и т.д.). Поэтому навесное оборудование для техники стоит неоправданно дорого. Цена за него колеблется от 400 тыс. тг. и выше в зависимости от устройства и комплектации. Связано это с тем, что оборудование ввозится из других стран и продается дилерами. Также навесные устройства зарубежных стран не всегда подходят для отечественных тракторов. Поэтому далеко не каждый аграрий, особенно начинающий, может позволить себе такую покупку.

Поскольку малое фермерство распространяется по Казахстану, и в селах почти у каждого есть по трактору, потребуется немалое количество навесного оборудования. Многие механизаторы находят выход из создавшейся ситуации, изготавливая необходимые им агрегаты собственными силами (рис. 3) [4].



Рисунок 1 - Навесное оборудование для тракторов и мини-тракторов производства фирмы Woods Equipmten, США



Рисунок 2 - Мультифункциональное навесное оборудование производства фирмы **MULTIONE**, Италия

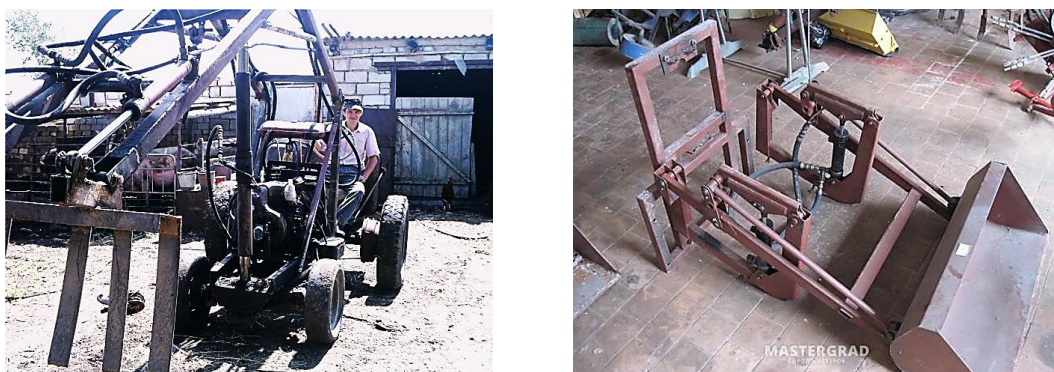


Рисунок 3 – Самодельные погрузочные агрегаты для тракторов малого класса мощности

Казалось бы, что конструкция таких навесных устройств не так уж и сложна, к тому же материалов и оборудования для их изготовления в нашей стране предостаточно. Из этого следует вопрос, почему отечественные производители не могут заняться конструированием и производством подобного оборудования?

Решением этой задачи является создание проектировочного отдела и в дальнейшем развитие производства. Данные проекты частично выполняются студентами бакалаврами и магистрантами в стенах Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева при выполнении проектных дипломных и магистерских работ.

Выполняемые проекты решают задачу обоснования и создания производства оборудования, призванного обеспечить возможность использовать мини-трактор как круглогодичную рабочую машину. А также сравнительно простых, малогабаритных, легких и недорогих грузоподъемных средств с широкой унификацией и прежде всего легких навесных средств механизации, агрегируемых с сельскохозяйственными тракторами и самоходными шасси в самом Казахстане. Проектируется оборудование соответственно современным стандартам и обеспечивает надежную и бесперебойную работу тракторов и орудий, спрос на которые продиктован потребностями рынка, особенно крестьянскими хозяйствами, фермерами, коммунальным хозяйством и сельскими жителями, которые занимаются натуральным хозяйством.

В заключение можно сказать, что решением проблемы обеспечения навесным оборудованием при механизации работ малых фермерских хозяйств может стать разработанный в магистерской диссертации проект комплекса навесного устройства.

#### Список литературы

1. Послание Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана 31 января 2017 г.
2. <http://importpart.com.ua/index.php?p=292>.
3. <http://multione-rus.ru/navesnoe-oborudovanie>.
4. <http://primo-sport.ru/samodelnyy-stogomet-na-minitraktor/>.

Получено 30.01.2018

---

УДК 629.33-192

**М.С. Муздыбаев, А.С. Муздыбаева, Д.М. Мырзабекова, А.И. Мухамедова**  
Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск

#### ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОТКАЗНОСТИ УЗЛОВ ПОДВЕСКИ И ХОДОВОЙ ЧАСТИ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ

*В статье представлены результаты в области экспериментальных и теоретических исследований безотказности узлов подвески и ходовой части транспортной техники. Выполнен анализ характера повреждений деталей подвески и ходовой части. Предложен простой и эффективный способ повышения безотказности наименее надежных элементов.*

*Мақалада көлік техникасының аспа және жүріс бөлігі түйіндерінің тоқтаусыздығын сараптамалық және теориялық зерттеу нәтижелері ұсынылған. Аспа және жүріс бөлігі бөлшектерінің бүліну сипатына талдау жасалған. Сенімділігі төмен элементтердің тоқтаусыздығын арттырудың қарапайым және тиімді тәсілі ұсынылған.*

*In article the results in the field of experimental and theoretical research of the reliability of the suspension components and the chassis of transport are presented. The analysis of the nature of damages of suspension parts and undercarriage is completed. A simple and effective way to increase the reliability of the least reliable elements is proposed.*

**Ключевые слова:** автобус, безотказность, элементы подвески и ходовой части, надежность.

В ситуации, когда парк городских автобусов морально и физически устарел, ТОО «Ульба-Транспорт» г. Усть-Каменогорска в числе первых предприняло шаги по постепенному обновлению подвижного состава. Известно, что от безотказности работы городских автобусов зависит эффективность и бесперебойное функционирование городского общественного транспорта. Выбор был остановлен на городских маршрутных автобусах марки Yutong, в частности модель 6108 NGH (производство КНР). Выбор обоснован тем, что данный автобус изготавливается по лицензии компании MAN (Германия) и является оптимальным по соотношению цена–качество. Следует отметить, что данные автобусы получили распространение в Восточно-Казахстанской области. При этом они работают на городских маршрутах в достаточно сложных дорожных условиях с высокими нагрузками на подвеску и ходовую часть. В связи с этим исследование безотказности подвески и ходовой части городских маршрутных автобусов модели Yutong 6108 NGH является актуальным и практически значимым.

Целью исследования является повышение безотказности узлов подвески и ходовой части городских автобусов в ТОО "Ульба-Транспорт". Объект исследования – городские маршрутные автобусы Yutong 6108 NGH автотранспортного предприятия ТОО "Ульба-Транспорт".

На надежность транспортной техники оказывает влияние множество факторов. Известно, что одним из них является дорожный фактор. В результате эксплуатации в неудовлетворительных дорожных условиях возникают отказы деталей и узлов подвески и ходовой части, наиболее подверженных влиянию эксплуатационных нагрузок и воздействию дорожного фактора. Выявление наиболее часто отказывающихся элементов конструкции позволит выполнить анализ причин их отказов и предложить научно-обоснованные решения по поддержанию надежности машин в эксплуатации.

В связи с этим было сделано предположение, что наиболее часто отказывающимися системами автобусов будут элементы подвески и ходовой части. Исследовав их безотказность, можно выявить наименее надежные конструктивные элементы, применительно к которым возможно найти реальные способы повышения их прочности и выносливости, а следовательно, надежности как самих элементов, так и узлов подвески и ходовой части в целом.

В ходе экспериментальных исследований были проведены эксплуатационные испытания автобусов. Произведен анализ собранной статистической информации в соответствии с методикой [1]. В результате обработки статистической информации выявлены наиболее часто отказывающиеся элементы подвески и ходовой части автобусов. Номенклатура элементов подвески и ходовой части, лимитирующих надежность автобуса Yutong 6108, определена по методу Парето, исходя из суммы отказов деталей по системам за период наблюдений. На рис. 1 указанные элементы расположены в порядке убывания долей их отказов от общего числа отказов элементов подвески и ходовой части. Как видно, наиболее часто отказывающим элементом подвески автобуса Yutong 6108 являются коренные листы рессор, а ходовой части - шпильки. Установлено, что наработки указанных элементов до первого отказа не противоречат нормальному закону распределения, а наработки до второго отказа не противоречат закону Вейбулла.

Произведена оценка достоверности [1] результатов экспериментального исследования применительно к наработкам рессор и шпилек до отказа. Отмечено, что при комплектовании подконтрольной группы машин важное условие репрезентативности не нарушено.

При определении объема выборки в исследовании принято, что доверительная вероятность  $\alpha=0,90\div0,95$  и точность выборочных характеристик  $\varepsilon=0,10\div0,15$ . Применительно к наработкам рессор и шпилек до отказа определены доверительные границы [1].

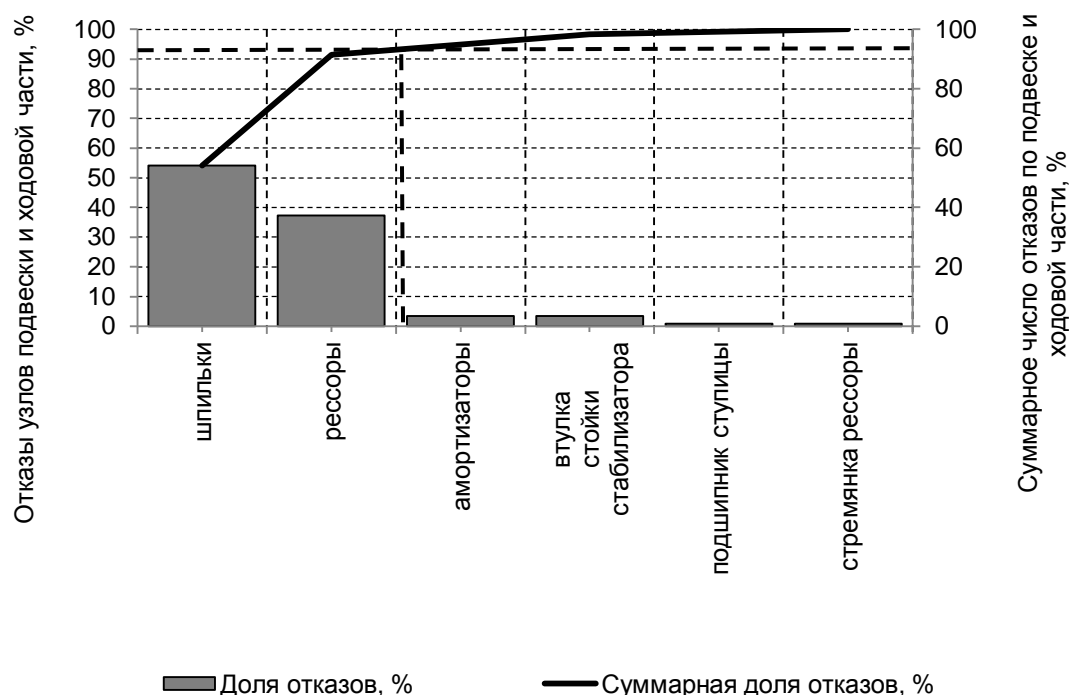


Рисунок 1 - Распределение долей отказов узлов подвески и ходовой части автобусов Yutong 6108

На этапе обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований был проведен анализ безотказности передней и задней рессор, колесных шпилек, а также предложены пути повышения их надежности. В процессе эксплуатационных испытаний и последующих экспериментальных исследований установлено, что происходит потеря несущей способности подвески автобуса из-за отказа основного элемента подвески – коренного листа рессоры.

Установлено, что основным фактором, повлекшим данные отказы, являются накопленные повреждения и усталость материала [2], а также перегрузки, возникающие в сложных дорожных условиях, а именно по причине неудовлетворительного состояния дорожного полотна (отмечено местами его полное отсутствие). Неудовлетворительное состояние дорожного полотна приводит к относительно высоким значениям ударных нагрузок, на которые не рассчитана конструкция подвески автобуса Yutong 6108. Немаловажным фактором возникновения отказов является неконтролируемая затяжка болтов стремянки рессоры при техническом обслуживании, что может приводить к возникновению дополнительных напряжений в данном элементе подвески в месте расположения центрального болта. Отмечено, что отказ листов рессоры происходит по причине образования усталостных трещин (рис. 2) и последующего излома в зоне образования трещины в рессоре.

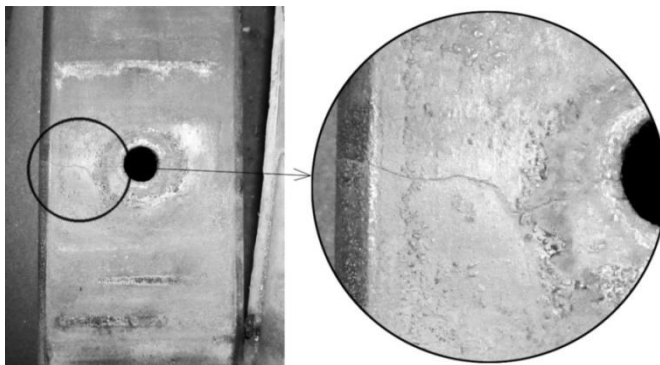


Рисунок 2 - Образование трещины в листе рессоры

Для анализа надежности рессоры разработана надежностная схема подвески (рис. 3) и составлена математическая модель расчета вероятности ее безотказной работы.

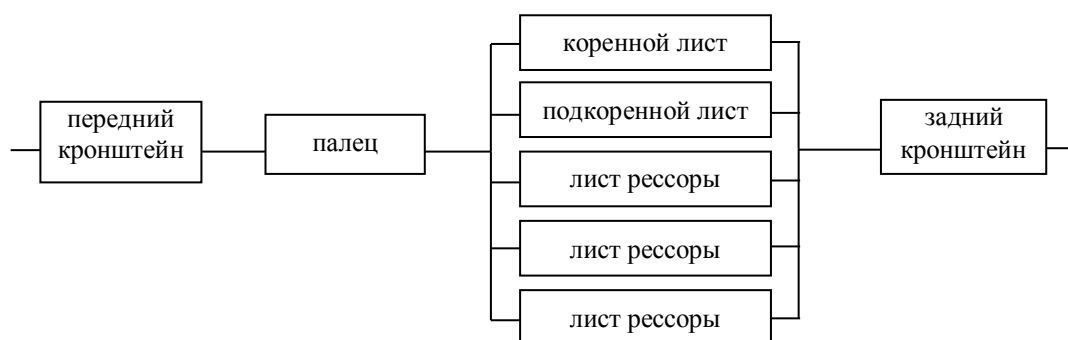


Рисунок 3 - Надежностная схема подвески

Вероятность ее безотказной работы будет рассчитываться по формуле:

$$P_c(t) = P_1(t) \cdot (1 - [(1 - P_2(t)) \cdot (1 - P_4(t))]) \cdot P_3(t), \quad (1)$$

которая в данном случае примет вид:

$$P_c(t) = P_{\text{передний кронштейн}}(t) \cdot P_{\text{палец}}(t) \cdot \left( 1 - \left[ \frac{(1 - P_{\text{коренной лист}}(t)) \cdot (1 - P_{\text{подкоренной лист}}(t))}{(1 - P_{\text{лист рессоры 3}}(t)) \cdot (1 - P_{\text{лист рессоры 4}}(t))} \right] \right) \cdot P_{\text{задний кронштейн}}(t) \quad (2)$$

В результате теоретического и экспериментального исследований предложен способ повышения несущей способности и выносливости листов рессор автобуса Yutong 6108 путем подбора аналога с более высокими прочностными качествами. Рекомендовано применение листов рессоры автомобиля КамАЗ 55111 (по каталогу № 55111-2912012-02), которые по геометрическим параметрам соответствуют размерам рессорных листов автобуса, так как оценка грузоподъемности показала, что несущая способность коренных листов рессор автомобиля КамАЗ 55111 (евро) выше несущей способности коренных листов рессоры исследуемых автобусов на 60%.

В процессе эксплуатационных испытаний в рамках экспериментальных исследований установлено, что потеря работоспособности ходовой части автобуса происходит из-за снижения несущей способности и отказов элементов ходовой части - колесных шпилек.

Установлено, что отказы шпилек происходят из-за образования трещин и последующего излома в резьбовой части шпилек (рис. 4) на границе ее примыкания к футорке, осуществляющей затяжку шпильки. Характер излома шпильки (рис. 4,б) соответствует хрупкому разрушению сплошных структур с высокой твердостью [3]. Данная гипотеза как наиболее вероятная была принята за основу в дальнейших исследованиях.

Для подтверждения данной гипотезы о хрупком разрушении шпильки было выполнено экспериментальное исследование твердости шпилек на испытательной базе метрологической лаборатории АО «Востокмашзавод», которая аттестована на соответствие квалификационным требованиям к метрологическим испытательным лабораториям.



Рисунок 4 - Шпилька с футоркой и гайкой после излома: а – вид сбоку; б – вид с торца

Исследование прочности материала шпилек показало, что в зоне излома шпильки имели относительно высокую твердость как поверхности, так и сердцевины (рис. 5). Значения твердости по поверхности резьбовой части составили 41-48 HRC, значения твердости по сердцевине - 35-39 HRC. Таким образом, результаты измерений показали, что шпильки действительно имеют избыточную твердость материала и склонны к хрупкому разрушению.

В результате исследований предложен способ повышения несущей способности и выносливости колесных шпилек автобуса Yutong 6108. Поиск решения показал, что к ступице автобуса подходят безфуторочные шпильки, которые по геометрическим параметрам соответствуют установочным размерам заводских шпилек автобуса Yutong.

Для оценки прочности шпилек, предлагаемых к установке взамен изламывающихся, были проведены измерения твердости поверхности резьбовой части в зоне прилегания гайки в сечении отверстия диска колеса (рис. 6).

Измерения показали, что твердость рабочей поверхности шпильки составляет 35 HRC, что свидетельствует о ее меньшей склонности к хрупкому разрушению. Это позволяет повысить надежность крепления колеса к ступице.



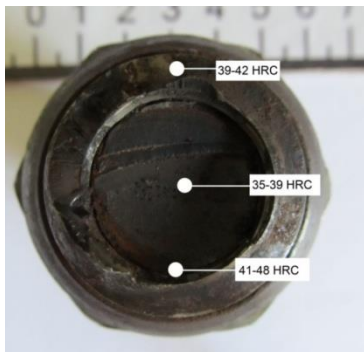


Рисунок 5 - Результаты измерений твердости

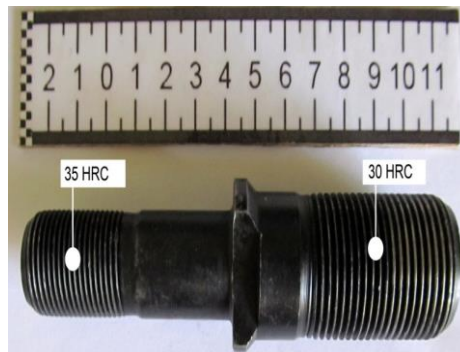


Рисунок 6 - Результаты измерений твердости бесфуторочной шпильки

Разработана надежностная схема ступичного узла ходовой части (рис. 7). Составлена математическая модель расчета вероятности безотказной работы ступичного узла, которая в данном случае имеет вид:

$$P_c(t) = P_{\text{подшипник ступицы}}(t) \cdot P_{\text{ступица}}(t) \cdot \left( 1 - \left[ \frac{(1 - P_{\text{шпилька}}(t)) \cdot (1 - P_{\text{шпилька}}(t)) \cdot (1 - P_{\text{шпилька}}(t)) \cdot (1 - P_{\text{шпилька}}(t)) \cdot (1 - P_{\text{шпилька}}(t)) \cdot (1 - P_{\text{шпилька}}(t)) \cdot (1 - P_{\text{шпилька}}(t)) \cdot (1 - P_{\text{шпилька}}(t)) \cdot (1 - P_{\text{шпилька}}(t)) \cdot (1 - P_{\text{шпилька}}(t))}{(1 - P_{\text{шпилька}}(t))} \right] \right) \cdot P_{\text{колесо}}(t) \quad (3)$$

На основе проведенных исследований разработаны рекомендации по подбору аналога с более высокими прочностными качествами. Рекомендовано применение бесфуторочной шпильки.

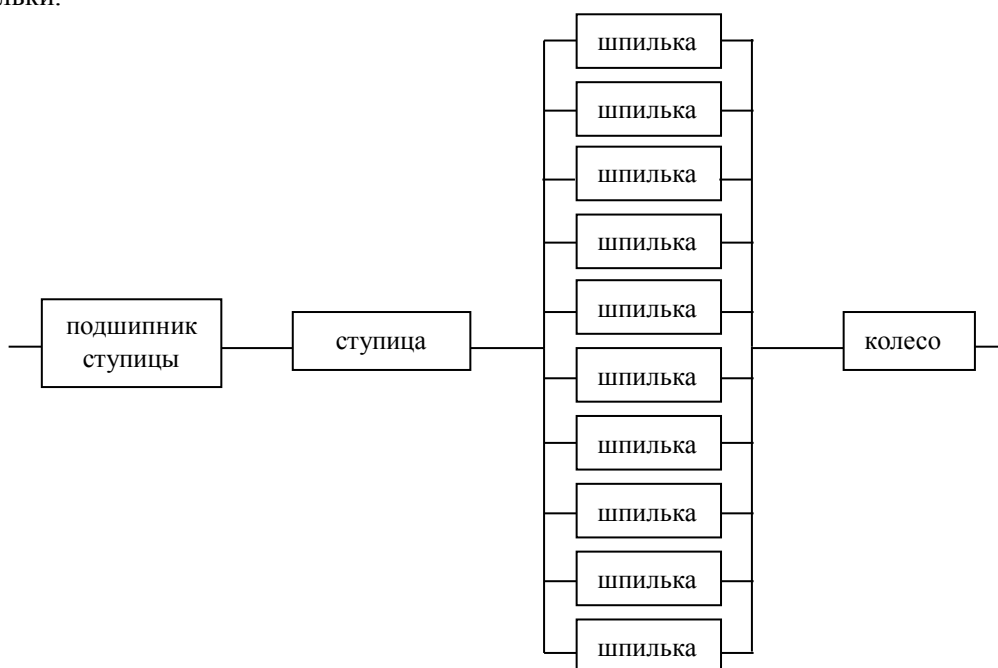


Рисунок 7 - Надежностная схема узла ходовой части

В заключение можно сделать следующие выводы. Согласно требований ISO, 9001 разработаны предупреждающие действия по недопущению нарушений технологии техниче-



ского обслуживания подвески и ходовой части автобусов. Разработаны рекомендации по повышению безотказности листов рессор и колесных шпилек как наименее надежных элементов подвески и ходовой части автобуса.

#### Список литературы

1. Несущая способность и расчет деталей машин на прочность. Руководство и справ. пособие / Под ред. С.В. Серенсена. - 3-е изд., перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1975.
2. Шор Я.Б. Таблицы для анализа и контроля надежности / Я.Б. Шор, Ф.И. Кузьмин. - М.: Советское радио - 1968.-288 с.
3. Седов Л.И. Механика сплошной среды. - М.: Наука, 1970. – Т. 2. - 568 с.

Получено 30.01.2018

---

УДК 620.178:629.33-192

**М.С. Муздыбаев, А.С. Муздыбаева, В.В. Роговский, Д.М. Мырзабекова**

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФРИКЦИОННЫХ НАКЛАДОК ТОРМОЗНЫХ МЕХАНИЗМОВ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ

*В статье представлены результаты исследований в области триботехнических свойств фрикционных накладок тормозных механизмов транспортной техники. Освещены вопросы износостойкости и надежности фрикционных узлов тормозной системы.*

*Мақалада көлік техникасының тежегіш механизмдерінің үйкелістік жапсырмаларының триботехникалық қасиеттерін зерттеу нәтижелері ұсынылған. Тежегіш жүйесінің үйкелістік түйіндерінің тозуға тұрақтылығы мен сенімділігі жөнінде мәселелер баяндалған.*

*In article the results of research in the field of the tribological properties of the brake mechanisms friction lining in transport are presented. The issues of durability and reliability of brake system friction nodes are covered.*

**Ключевые слова:** автомобиль, тормозной механизм, фрикционные материалы, триботехника, износостойкость, надежность.

Опыт эксплуатации механических транспортных средств (МТС) в городских условиях показал, что режимы работы фрикционных узлов тормозной системы, обеспечивающей безопасность дорожного движения, сопряжены с высокими нагрузками. Это приводит к их интенсивному износу, а несвоевременная замена изношенных фрикционных элементов снижает безотказность работы тормозной системы и безопасность дорожного движения в целом. С другой стороны, фрикционные накладки тормозных механизмов могут обладать абразивным эффектом, что влечет износ тормозных дисков или барабанов. Их замена сопряжена в эксплуатации с существенным повышением затрат на запасные части. В связи с этим исследование триботехнических свойств фрикционных накладок тормозных механизмов позволит повысить эффективность и безопасность эксплуатации МТС, что характеризует тематику данной работы как актуальную и практически значимую.

Целью исследования является повышение эффективности тормозных механизмов МТС на основе экспериментальных исследований триботехнических свойств фрикционных колодок.

Для оценки триботехнических свойств фрикционных колодок и их абразивности по отношению к тормозному барабану был создан испытательный стенд, на котором бы-

ли воспроизведены режимы работы фрикционных элементов тормозного механизма. Конструкция испытательного стенда запатентована в качестве изобретения в Республике Казахстан [1]. Изобретение относится к испытательной технике, а именно к испытаниям на износостойкость и абразивность фрикционных накладок тормозных механизмов автомобилей. Задача, решаемая изобретением, заключается в создании простого по конструкции и недорогого устройства, позволяющего объективно оценить и сравнить износостойкость и абразивность материалов фрикционных накладок для тормозных механизмов в равных условиях, близких к эксплуатационным.

Техническим результатом изобретения является сравнительная оценка износостойкости и абразивности фрикционных накладок тормозных механизмов МТС. Технический результат достигается тем, что на стенде для испытания образцов на износостойкость производится контрольный износ пары трения «фрикционная накладка - тормозной барабан» под нагрузкой, соответствующей удельной силе прижатия тормозной колодки к тормозному барабану, с относительной скоростью перемещения, соответствующей скорости скольжения тормозной колодки по тормозному барабану в тормозном механизме МТС при его торможении.

Сравнительные испытания на разработанном стенде показали, что для фрикционных колодок характерна высокая интенсивность износа, при этом фрикционный материал колодки обладает повышенными абразивными свойствами по отношению к тормозному барабану. Результаты испытаний представлены на рис. 1.

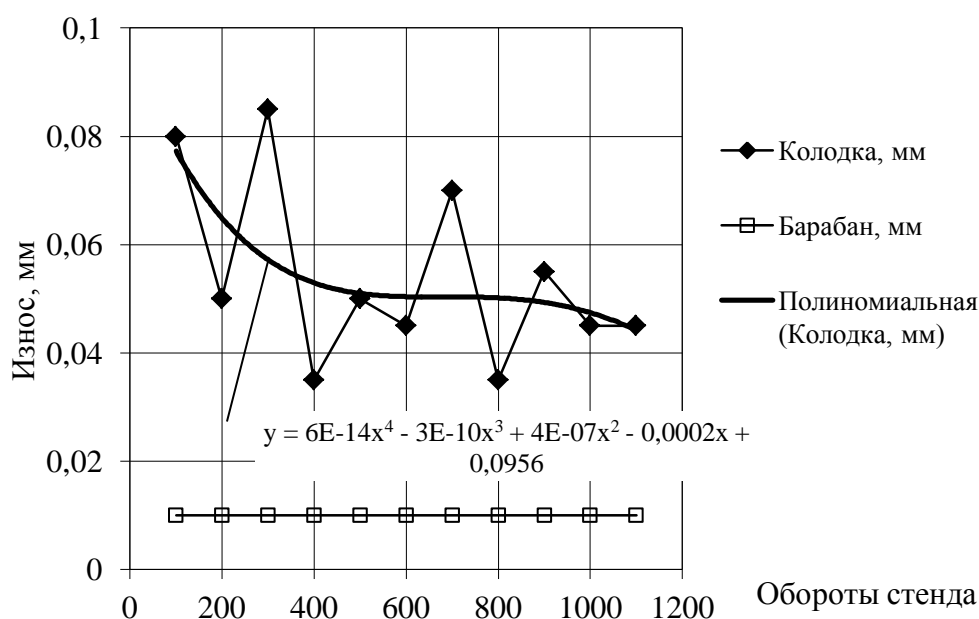


Рисунок 1 - Результаты испытаний на испытательном стенде фрикционной накладки фирмы Youtong (KHP)

Анализ рабочей поверхности тормозных колодок методом растровой электронной микроскопии показал, что результаты испытаний на износостойкость и абразивность обусловлены составом фрикционного материала. Снимок участка поверхности фрикционной накладки автобуса Youtong 6108 HGH представлен на рис. 2.

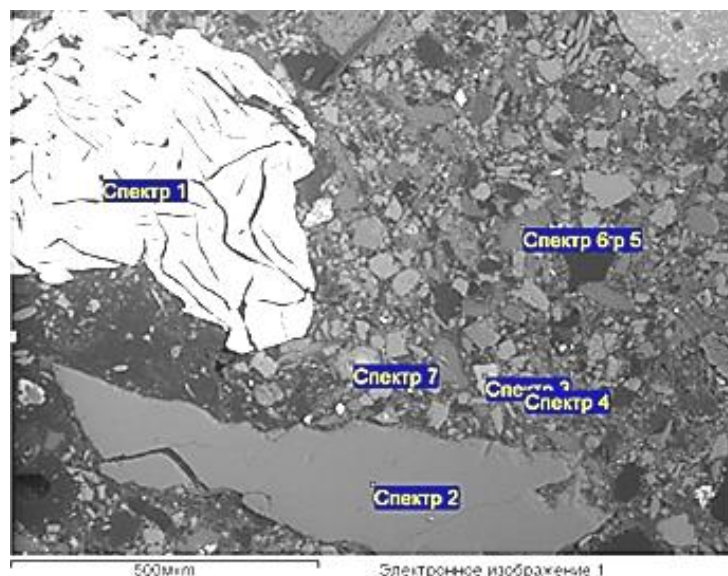


Рисунок 2 – Участок для анализа фрикционной накладки автобуса Youtong 6108 NGH методом растровой электронной микроскопии

Видно, что макроструктура материала представляет собой сложную композицию в виде смеси основного материала и различных добавок, придающих накладке характерные фрикционные и абразивные свойства. На поверхности они представлены в виде дислокаций неравномерно распределенных включений, имеющих различные размеры. Спектральный анализ фрикционной накладки автобуса Youtong 6108 NGH представлен на рис. 3.

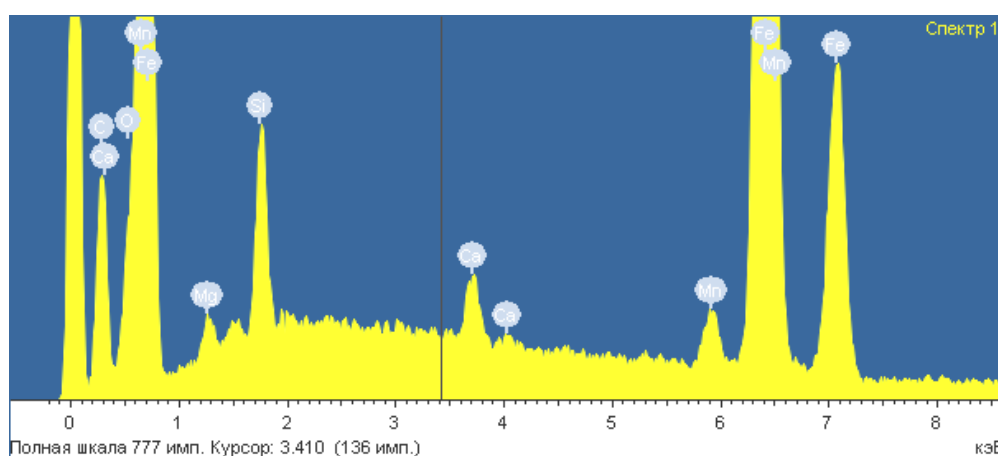


Рисунок 3 – Спектральный анализ фрикционной накладки автобуса Youtong 6108 NGH

Видно, что в преобладающем количестве в составе фрикционного материала присутствуют железо, кислород, кальций и барий. Их соединения, как правило, придают материалу высокий коэффициент трения. Присутствие в составе фрикционного материала кремния обусловило высокую абразивность материала. При этом в нем не обнаружено

медьсодержащих включений. Контртело трения (тормозной барабан) закономерно будет подвержено интенсивному износу.

Для сравнения были проведены испытания ряда аналогичных изделий различных изготовителей. Результаты испытаний показали, что фрикционные материалы, имеющие включения медьсодержащих соединений, обладают меньшей абразивностью по отношению к контртелу трения. При этом стабильность фрикционных свойств обеспечивается более равномерной структурой смеси фрикционного материала тормозной накладки.

Результаты испытаний фрикционной накладки производства ЗАО «КА-2» (Россия) представлены на рис. 4, спектральный анализ - на рис. 5.

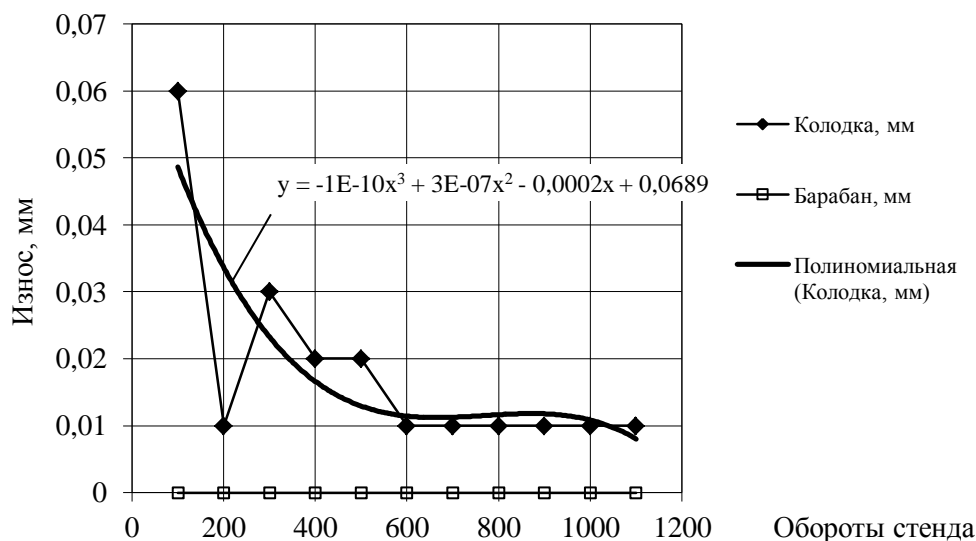


Рисунок 4 - Результаты испытаний на испытательном стэнде фрикционной накладки производства ЗАО «КА-2» (Россия)

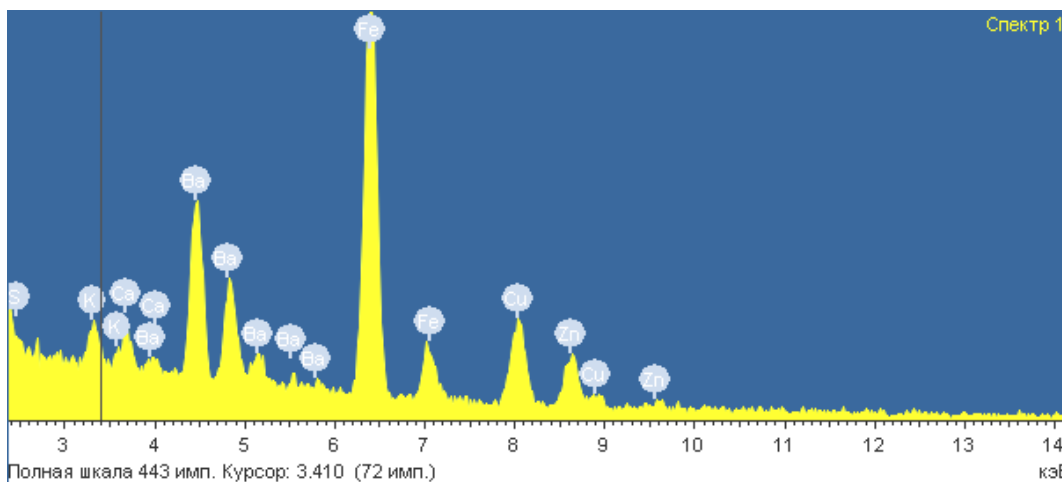


Рисунок 5 – Спектральный анализ фрикционной накладки производства ЗАО «КА-2» (Россия)

Результаты испытаний фрикционной накладки производства Toyota motor Co. (Япония) представлены на рис. 6, спектральный анализ - на рис. 7.

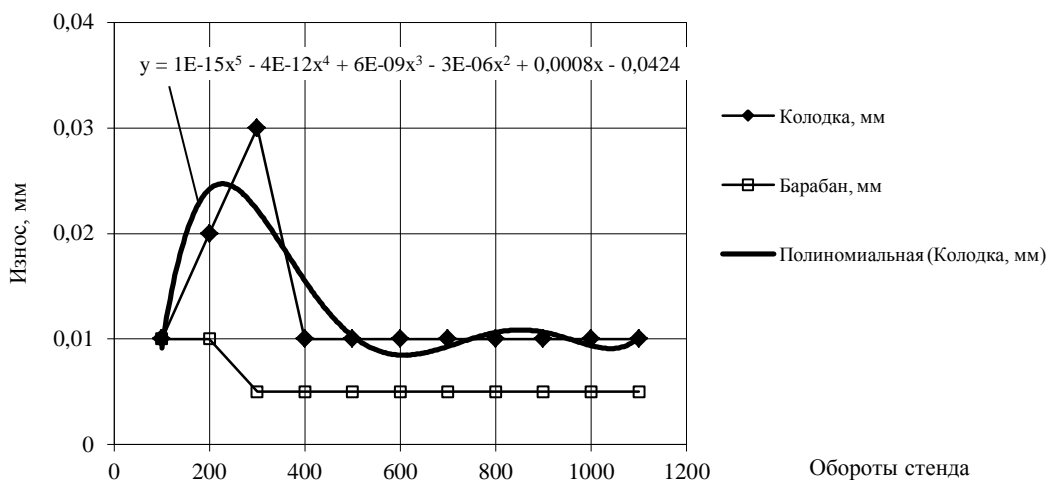


Рисунок 6 - Результаты испытаний на испытательном стенде фрикционной накладки производства Toyota Motor Co. (Япония)

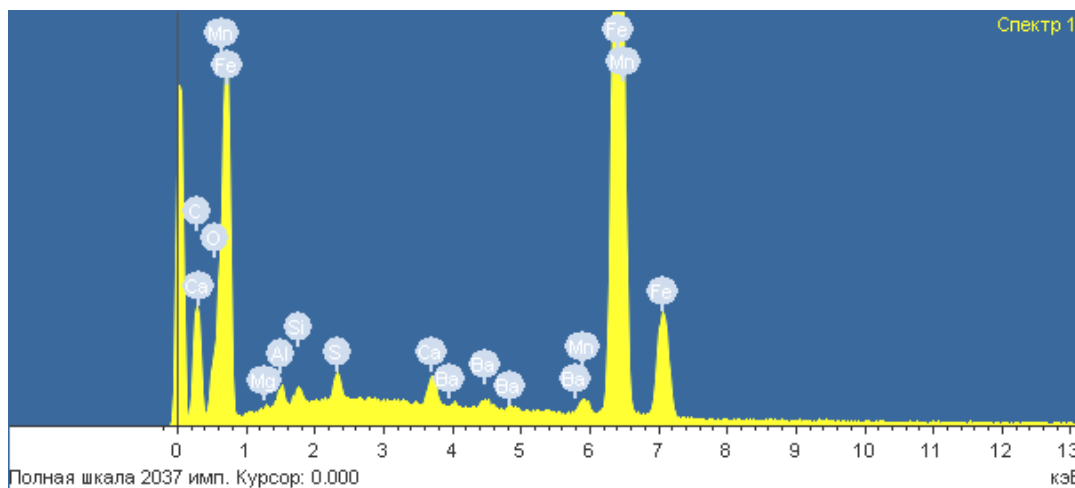


Рисунок 7 – Спектральный анализ фрикционной накладки производства Toyota Motor Co. (Япония)

Результаты изнашиваемости и износостойкости фрикционных накладок, показавших наиболее высокие результаты, приведены для сравнения на рис. 8, а результаты изнашивания контртела (тормозного барабана) – на рис. 9. С позиций оценки износостойкости наилучший результат показали фрикционные накладки производства Toyota Motor Co. (Япония), а с позиций абразивного влияния на контртело – фрикционные накладки производства ЗАО «КА-2» (Россия).

Произведена технико-экономическая оценка затрат на поддержание надежности тормозных механизмов в зависимости от типа фрикционного материала тормозных накладок (табл. 1). Как видно, наименьшие удельные затраты на поддержание надежности тормозного механизма с учетом износа как тормозных колодок, так и тормозного барабана дос-

тигают наименьшего значения в случае применения фрикционных материалов российского производства, в частности производства ЗАО «КА-2».

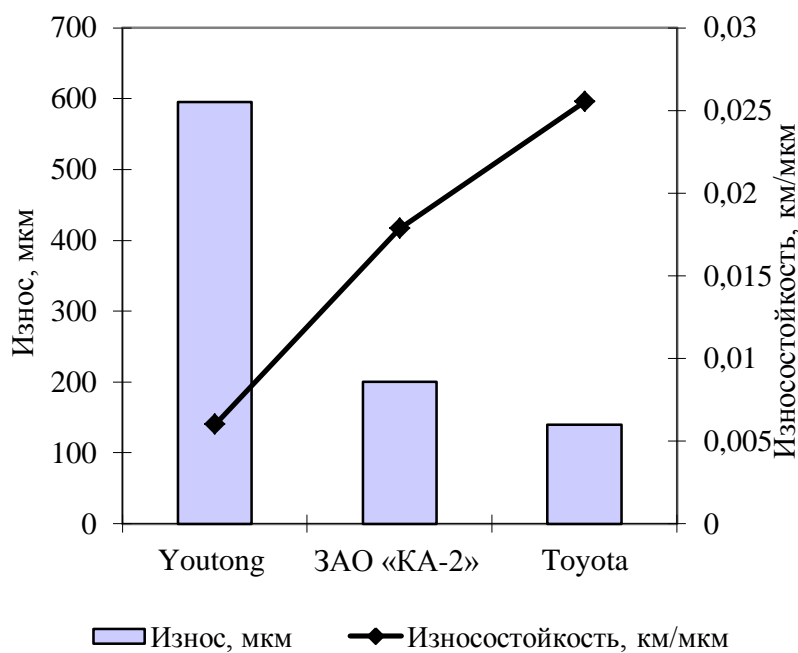


Рисунок 8 – Сравнительные результаты изнашиваемости и износостойкости фрикционных накладок

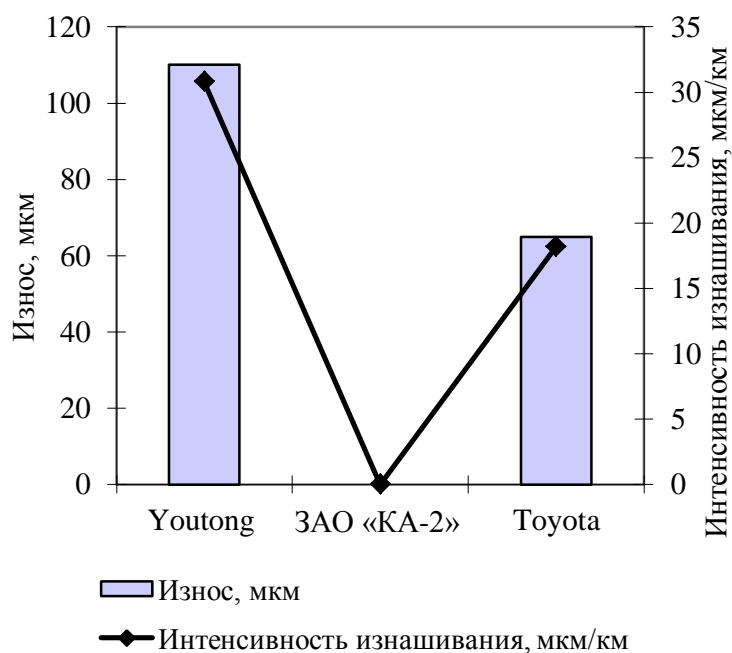


Рисунок 9 – Сравнительные результаты изнашиваемости тормозного барабана в зависимости от абразивных свойств фрикционных накладок

Таблица 1

*Удельные затраты на замены изношенных деталей тормозного механизма*

Показатель	Youtong (КНР)	ЗАО «КА-2» (Россия)	Toyota Motor Co. (Япония)
Удельный стоимостной расход тормозных колодок, тг/км	4,44	2,65	1,81
Удельная стоимость замены тормозной колодки, тг/км	0,76	0,25	0,18
Удельный расход тормозных барабанов, тг/км	1,49	0	0,88
Удельная стоимость замены тормозного барабана, тг/км	0,31	0	0,19
Суммарные удельные затраты на замены деталей тормозного механизма, тг/км	7,01	2,90	3,05

В заключение можно сказать, что с позиций технико-экономических показателей эффективности эксплуатации тормозной системы автобусов целесообразно отказаться от дешевых тормозных колодок китайского производства в пользу комплектующих российского производства, поскольку они имеют требуемые фрикционные свойства и обеспечивают минимальное абразивное влияние на тормозной барабан. Это позволяет наилучшим образом поддержать работоспособность тормозной системы МТС.

## Список литературы

1. Инновационный пат. 28734 Республика Казахстан, МПК G01N 3/08 (2006.01). Стенд для испытания образцов на износостойкость / В.В. Роговский, М.С. Муздыбаев, А.С. Муздыбаева, В.В. Роговский, Д.М. Мырзабекова; Заявитель и патентообладатель В.В. Роговский, М.С. Муздыбаев, А.С. Муздыбаева, В.В. Роговский, Д.М. Мырзабекова. - №2013/0029.1; Заявл. 14.01.2013; Оpubл. 15.07.2014, Бюл. № 7. – 3 с.: ил.

Получено 30.01.2018

УДК 527.42

**Е.А. Нурайканов, Р.Т. Измайлов, Г. Жомарткызы, С. Кумаргажанова**

Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университеті, Өскемен қаласы

**КҮН БАТАРЕЯЛАРЫН ПАЙДАЛАНАТЫН ТӨМЕН ВОЛЬТТЫ LED ЖАРЫҚТАНДЫРУ ЖҮЙЕСІН ӨЗІРЛЕУ**

*Предлагаемая система управления низковольтного светодиодного освещения с помощью разработанной схемы контроллера Arduino и модуля управления контроллером позволяет значительно снизить его стоимость.*

*Arduino контроллерлер тізбегі мен контроллерді басқару модулінің көмегімен төмен вольтты жарықдиодты жарықтандыру үшін ұсынылатын басқару жүйесі оның өзіндік құнын айтарлықтай төмендетеді.*

*The practical significance of the work is that the proposed control system for low-voltage LED lighting with the help of the developed Arduino control scheme and controller control module allows to significantly reduce its cost.*

Жарық - өмірге белсенді түрде әсер ететін маңызды экологиялық факторлардың бірі. Күн панельдерінде жарық диодты жарықтандырудың автономды жүйесін пайдалану,

электр желісіндегі тұрақсыздықтың болмауы немесе қаржылық артықшылық болмаған кезде ғана негізделеді.

Энергетикалық қажеттілік жыл сайын артып келеді. Дәстүрлі табиғи ресурстардың қорлары (мұнай, көмір, газ және т.б.) тамамдалуда. Осыған байланысты энергияны үнемдейтін технологияларды енгізумен қатар дәстүрлі емес энергетикалық ресурстарды, бірінші кезекте күн, жел, геотермалдық энергияны пайдалану қажет болады. Жаңартылатын энергия көздері арасында, экологиялық тазалықты және кең таралуды ескере отырып, күн энергиясы ең перспективалы болып табылады.

Жарық диодты жарықтандыру әдеттегі қыздыру немесе люминесцентті лампалармен салыстырғанда 40% -дан 80% -ға дейін үнемдейді. Бұл көрсеткіш жарықдиодтар пайда-сына шешуші болып табылады, өйткені энергияны төмен тұтыну жеңіл, күнмен сақтала-тын энергия толық ауқымды жарықтандыру үшін жеткілікті болады.

Бұл жұмыс күн батареяларын қолданумен жарықдиодты жарықтандырудың төмен вольтты жүйесін басқару үшін бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеуге және дамытуға бағытталған.

Бұл тақырыптың өзектілігі балама энергия көздерін кеңінен қолдану арқылы растала-ды.

Деректер базасында генерацияланған энергетикалық деректерді жинақтау Arduino mega2560 микроконтроллерінің көмегімен жүзеге асырылады.

Қысқаша сипаттама:

- микроконтроллер: ATmega2560;
- жұмыс кернеуі: 5В;
- кіріс кернеуі (ұсынылады): 7-12V;
- кіріс кернеуі (шектеу): 6-20В;
- Digital I / O: 54 (оның 14-і PWM шығу ретінде жұмыс істей алады);
- аналогтық кірулер: 16;
- кіріс / шығыс арқылы үздіксіз ток: 40 мА;
- шығу үшін тікелей ток 3,3 В 50 мА;
- флэш жады: 256 Кб (оның ішінде 8 килобайт жүктеуші үшін қолданылады);
- RAM: 8 КВ;
- тұрақты емес жады: 4 Кб;
- сағат жиілігі: 16 МГц.



1-сурет - Arduino mega2560

Arduino Mega ATmega2560 микроконтроллерінде орнатылған басқарма 16 аналогты, 4 сериялық порт UART, 16 МГц кварцты генератор, USB коннекторы, қуат қосқышы, ICSP



коннекторы және ысыру түймешігі, 54 сандық кіріс/шығыс ұяшықтары (шығу ШИМ ретінде пайдаланылуы мүмкін). Жұмыс істеу үшін платформаны компьютерге USB кабелі арқылы қосу немесе AC / DC адаптерін, немесе қайта зарядталатын батареяны қосу керек. Arduino Mega 2560 Uno немесе Duemilanove платформаларына арналған барлық кеңейту карталарымен үйлесімді.

Arduino Mega USB қосылымы немесе сыртқы қуат көзі арқылы жұмыс істей алады. Қуат көзі автоматты түрде таңдалады.

Сыртқы қуат (USB емес) AC/DC кернеу түрлендіргіші (қуат блогы) немесе батарея жинағы арқылы берілуі мүмкін. Кернеу түрлендіргіші орталық контактіге оң жақ полюсі бар 2.1 мм шанышқы арқылы қосылады. Аккумуляторлық сымдар қуат қосқышының GND және Vin (POWER) терминалдарына жалғанған.

Платформа 6 В-тан 20 В-қа дейінгі сыртқы қуатпен жұмыс істей алады. 7 В-тан төмен кернеудің кернеуі 5 В-тан кем шығуы, ал платформа тұрақсыз болуы мүмкін. 12 В-тан жоғары кернеуді пайдаланған кезде, кернеу реттегіші қатты қызып кетуі және тақтаға зақым келтіруі мүмкін. Ұсынылған диапазон 7В-тан 12 В-қа дейін.

Arduino Mega2560 платформасында компьютермен, Arduino немесе микроконтроллерлермен байланысу үшін бірнеше құрылғылар орнатылған. ATmega2560 TTL үшін 4 сериялық UART порттарын қолдайды. ATmega8U2 чипте компьютерлік бағдарламалары бойынша виртуалды COM портын қамтамасыз етеді, USB арқылы интерфейстің біреуіне басшылық орнатылған (OSX және Linux негізінде файл жүйесінде .inf қажет, машина виртуалды COM порты дұрыс жұмыс істеу үшін Windows іске қосылғанда автоматты түрде COM портты таниды). Arduino Serial Monitor (Serial Monitor) бағдарламасы платформаға қосылған кезде мәтіндік деректерді жіберуге және алуға мүмкіндік береді. Платада RX және TX жарықдиодтары ATmega8U2 микросхемасы және USB қосылымы арқылы деректер тасымалданғанда жыпылықтайды.

Mega жаңа кодты қайта құрудан бұрын, платформаға арналған түймені басу арқылы емес, қайта жүктеуді бағдарламаның өзі жүзеге асырады. ATmega8U2 кейбір жолақтары, деректер бақылау ағыны (DTR), автоматты қайта қосу 100 нФ конденсатор арқылы ATmega2560 микроконтроллерге жалғанған. Осы сызықты белсендіру, яғни төмен деңгейдегі сигнал микроконтроллерді қайта іске қосады. Бұл функцияны қолданатын Arduino бағдарламасы, бағдарламалау ортасындағы жүктеу түймешігін бір рет басу арқылы кодты жүктейді. DTR сигналының төмен деңгейі кодын жазудың басталуымен үйлестіріледі, бұл жүктеушінің күту уақытын азайтады.

Функцияда тағы бір қосымша бар. Mega2560 қайта жүктеу Mac X немесе Linux (USB арқылы) арқылы жұмыс істейтін компьютерде Arduino бағдарламасына қосылған кезде пайда болады. Қайта жүктеуден кейінгі келесі секундтан кейін жүктеуші іске қосылады. Бағдарламалау кезінде тұғырнаманың қате деректерді (барлық жаңа бағдарламаның кодтарын қоспағанда) алдын алу үшін кодтың алғашқы бірнеше биті кешіктіріледі. Платформаға жазылған эскизін бір реттік күйге келтіруді немесе бірінші басталатын кез келген басқа деректерді енгізсеңіз, деректерді жібермес бұрын компьютердегі бағдарлама бір секунд күтетініне көз жеткізіңіз.

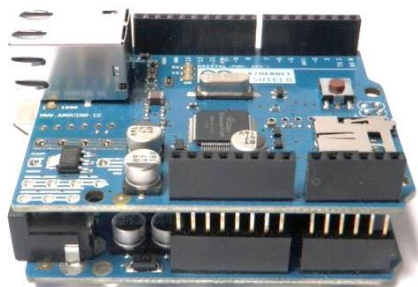
Mega2560 құрылғысында тиісті жолды бұзып, автоматты қайта жүктеу желісін өшіруге болады. Содан кейін сызықтың екі ұшынан алынған фишкалар қалпына келтіру мақсатында қосылуы мүмкін. Желі «RESET-EN» деп аталады. Автоматты түрде қалпына келтіруді ажыратып, 5 В көзі мен осы жолдың арасында 110 Ом резисторды қосу арқылы да мүмкін.

Ethernet Shield сізге Arduinoны интернетке қосуға мүмкіндік береді. Бұл көтергіш Arduino мүмкіндігін кеңейтеді және интернет бар жерде әлемнің кез келген жерінен деректерді жіберуге және алуға мүмкіндік береді. Мысалы, сіз роботты веб-тораптан қашықтан

басқара аласыз немесе жаңа хабар сіздің twitter-ге келгенде сигналдың қандай түрін болса да іске асыра аласыз. Ethernet Shield сізге жаңа мүмкіндіктердің шексіз санын ашады.

Ethernet Shield орнату Arduino арналған қосқыштар көмегімен жүзеге асырылады. Кейбір шаяпалар Arduino компаниясының бұрынғы нұсқаларына сәйкес келмеуі мүмкін, сондықтан Arduino тақталарын Rev 3 пайдалану ұсынылады.

Ethernet Shield W51000 чипіне негізделген, ол 16К ішкі буфері бар. Қосылым жылдамдығы 10/100 Мб-қа жетеді. Бұл ең жылдам байланыс емес, бірақ бұл жеткілікті, сеніңіз.



2-сурет - Arduino Ethernet Shield

Ethernet қалқаны сипаттамаларының қысқаша тізімі:

- Arduino тақтасы жұмыс істеу үшін қажет;
- жұмыс істейтін қуат - 5 В (Arduino тақтасы жұмыс істейді);
- Ethernet контроллері: W5100 16К буферімен;
- қосылу жылдамдығы: 10 / 100Mb;
- Arduinoға SPI порты арқылы қосылады.

Arduino Ethernet Shield кітапханасы арқылы жұмыс істейді, ол әдепкі бойынша Arduino IDE-ге біріктірілген.

Ethernet шилінде Micro SD картасын орнатуға арналған слот бар, оған үлкен ақпараттарды сақтауға және тікелей Arduino сайттарын жүктеуге болады. Бұл жағдайда қосымша кітапхананы пайдалану қажет екенін ұмытпаңыз. Қосымша ақпарат: SD карталарын пайдалану.

Сонымен қатар Arduino құрылғысын Ethernet қосылымын пайдалану арқылы қуаттай аласыз. Ол үшін Ethernet (PoE) модулін пайдалану қажет, орнату орны Ethernet Shieldде.

Arduino компьютерге USB кабелі арқылы қосылған және Ethernet Shield роутерге (немесе тікелей интернет-кабеліне) қосылған.



3-сурет - Arduino құрылғысын Ethernet қалқанына қосу

1.0 нұсқасынан кейін Arduino IDE нұсқаларында DHCP-дің қолдауы бар және IP мекенжайын қолмен конфигурациялаудың қажеті жоқ. Сіздің тақтаға тағайындалған IP-мекенжайын анықтау үшін DhcpAddressPrinter эскизін пайдаланыңыз. Мас мекенжайын орнатқаннан кейін, нобайды Arduino тақтасына жүктеп, сериялық мониторды ашуға болады. Нәтиже пайдаланылатын IP адресі болуы керек.

Біздің зерттеуімізге сүйене отырып, келесі қорытындыларды шығара аламыз. Arduino mega2560 платасы қолжетімді, платалар жаңа қолданушыға түсінікті. Жаңартылған бағдарламаны өзгеріссіз орнату мүмкіндігімен қатар көмекші бағдарламалар арқылы өзгерістер енгізу мүмкіншілігі бар. Пайдаланушының қалауына байланысты жаңа құрылғылар орнатуға болады.

#### Ақпарат көздері

1. [http://unihobbies.co.za/index.php?route=product/product&path=70\\_71&product\\_id=67#all](http://unihobbies.co.za/index.php?route=product/product&path=70_71&product_id=67#all).
2. <http://forum.arduino.cc/index.php?topic=100335.0>.
3. [http://publikz.com/blog\\_18784](http://publikz.com/blog_18784).
4. <http://tehnopage.ru/ethernet-arduino-pwm-control>.
5. <http://www.ieer.org/ensec/no-37/no37russ/>.
6. <http://www.ieer.org/ensec/no-38/no38russ/>.
7. <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/ee210548.aspx>.
8. <http://electronics-lab.ru/blog/mcu/4020.html>.

Получено 30.01.2018

---

УДК 67.017

**Р.В. Сапинов, А.Н. Жакупов, В.Ф. Починок, А. Саду**

Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, г. Павлодар

#### ПОЛУЧЕНИЕ НОВЫХ ВИДОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПУТЕМ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВ

*В настоящей статье автор дает анализ существующих традиционных строительных материалов и перспективу их замены новыми материалами на основе техногенных и бытовых отходов.*

*Мақалада автор дәстүрлі құрылыс материалдарын талдап, оларды техногендік және тұрмыстық қалдықтар негізінде жаңа материалдармен алмастыру мүмкіндігін көрсетеді.*

*This article, the author gives an analysis of existing traditional building materials and the prospect of replacing them with new materials based on man-made and household waste.*

**Ключевые слова:** техногенные отходы, бытовые отходы, пластик, строительные материалы, экология, композитные материалы, инновации, экономия.

В настоящее время проблемы экологии и переработки техногенных отходов в Павлодарском регионе стоят по-прежнему остро. В области расположены крупнейшие ГРЭС, ТЭЦ и металлургические производства, вырабатывающие тысячи тонн отходов в виде угольной золы и шлаков. Помимо этого, есть проблема с переработкой бытовых отходов в виде пластика – ПЭТ-бутылок и различных видов упаковок из полиэтилена. Ежегодно по области вывозится около 650 тыс. т ТБО, объем накопленных отходов составляет 5,2 млн т. Также ежегодно образуется более 180 млн т промышленных отходов, таких как вскрышные породы, отходы производства и потребления, из которых перерабатывается лишь 20%. В соответствии с Экологическим кодексом природопользователи разрабатывают мероприятия, на

реализацию которых ежегодно затрачиваются значительные средства (2014 г. – 19,8 млрд тг., 2015 год – около 15 млрд тг.). Однако предприятиями топливно-энергетического комплекса переработка отходов не ведется (ТОО «Экибастузская ГРЭС-1 им. Б. Нуржанова, АО «Евроазиатская энергетическая корпорация», ТОО «Экибастузская ГРЭС-2», АО «Павлодар-энерго») [1]. Сегодня проводится много изысканий в области переработки техногенных отходов [2], разрабатываются различные варианты переработки бытовых отходов (ПЭТ), предлагаются различные схемы переработки [3-5], а также варианты использования продуктов переработки отходов [6-9]. Кроме того, предлагается использование продуктов переработки ПЭТ-отходов в медицине [10] и в качестве очистителей для воды и воздуха [11, 12], но проблема, как видно, далека от решения. В связи с этим инновационные способы утилизации либо повторное использование отходов для производства различных видов продукции как альтернативы продуктам из традиционных материалов будут актуальными. Широким спросом на рынке строительных материалов пользуется брусчатка, тротуарная плитка, бордюры, изготовленные из песка и цемента. Кроме этого, для кровли используют металлочерепицу и другие материалы. Также широко используются канализационные люки и кольца (обычно чугунные) и различные канализационные трубы из чугуна и пластика. Все эти виды продукции из традиционных материалов, несмотря на их популярность, имеют ряд существенных недостатков. Так, брусчатка и бордюры, изготовленные с использованием цемента, имеют водопоглощение от 2 до 5% [3]. Условия Павлодарской области сказываются на долговечности брусчатки (рис. 1,а), даже изготовленной с соблюдением технологии, довольно пагубно. Это можно было наблюдать на Павлодарской набережной и в других местах Павлодара, где практически вся брусчатка пришла в негодность в течение 4-5 лет (рис. 1,а,б).



Рисунок 1 – Состояние брусчатки в г. Павлодаре в 2017 году

Канализационные люки и кольца из чугуна, помимо дороговизны и большого веса, подвержены актам вандализма, а изготовленные из бетона недолговечны и нефункциональны. Таким образом продукция, изготовленная из материала, позволяющего избежать этих недостатков, будет пользоваться несомненным преимуществом.

Цель эксперимента - получение материала для изготовления строительных материалов путем добавки в расплавленную пластическую массу наполнителей (золы и песка) в различных пропорциях. В ходе эксперимента использованы частицы измельченной пластмассы различных фракций. Материалы для исследования были приготовлены из бывших в употреблении пластиковых бутылок (ПЭТ) из под минеральной воды (рис. 2,а), золы

экибастузского угля (рис. 2,б), речного песка (рис. 2,в), аспирационной золы металлургического производства из фильтров с АКП (рис. 2,г). ПЭТ-бутылки были измельчены до фракции 20х20х1 и 2х2х1 мм. Песок и зола предварительно просушены в муфельной печи при температуре 100 °С в течение 20 минут.



Рисунок 2 – Используемое сырье: а - нарезанный пластик (ПЭТ); б - песок речной; в - зола из экибастузского угля; г - аспирационная зола металлургического производства

Физические параметры материалов приведены в табл. 1.

Таблица 1

*Физические свойства исходных материалов*

	Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>	Температура плавления, °С,	Предел прочности при разрыве, Мпа	Водопоглощение за 24 ч, %	Фракция
ПЭТ	1,4	260	50	< 0,1	20х20х1, 2х2х1 мм
Зола угольная	0,8	1300	-	-	1 мм
Шлак металлургический	2,7	1400	-	-	25 мкм
Песок речной	1,52	1700	-	-	2 мм

Для нагрева пластмассы до температуры плавления использована муфельная печь лаборатории на базе ПГУ им. С. Торайгырова (рис. 3,а). Уплотнение образцов для придания формы и дальнейших механических испытаний проводилось на прессе-брикетировщике с ручным приводом (рис. 3,б), усилием 50 Н.

В результате эксперимента были получены несколько образцов. Образцы, приготовленные из пластиковых материалов фракцией 20х20х1 мм, с пропорциями наполнителей 1:1:1 (рис. 4,а) и 1:1,5:0,5 (рис. 4,б) и без применения красителей, имеют матовый сероватый цвет, не разбиваются при падении с высоты более 2 метров на твердую поверхность. Были испытаны сжатием на прочность при помощи гидравлического пресса ПГМ 100 МГ4 (рис. 6). Во время проведения теста разрушения образца не произошло. Механические характеристики и определение водопоглощения по ГОСТ 4650-80 приведены в табл. 2.



а



б

Рисунок 3 – Оборудование для нагрева и прессования образцов:

а - муфельная печь SNOL 1,3 -1300; б - ручной пресс



а



б

Рисунок 4 – Образцы без красителя из пластиковых материалов фракцией 20х20х1 мм:

а - с пропорциями наполнителей 1:1:1; б - с пропорциями наполнителей 1:1,5:0,5

Таблица 2

*Механические характеристики образцов*

	Прочность, МПа	Водопоглощение, %
Образец № 1 - пропорции наполнителей 1:1:1 (пластик, зола, песок)	40	<1
Образец № 2 - пропорции наполнителей 1:1,5:0,5 (пластик, зола, песок)	40	<1
Образец № 3 - пропорции наполнителей 0,5:1,5:1 (пластик, зола, песок)	22,46	<1
Образец № 4 - пропорции наполнителей 0,6:1,5:0,4 (пластик, зола, песок)	23,15	<1
Образец № 5 - пропорции наполнителей 0,6:1,5:0,4 (пластик, шлак металлургический, песок)	53,85	<1
Бетон М200	19,26	> 5
Бетон М400	40	4,2



Следующие образцы были приготовлены из пластиковых материалов фракцией 2х2х1 мм с пропорциями наполнителей 0,5:1:1,5 (рис. 5,а) и 0,7:1,3:1 (рис. 5,б). Для испытания образцов сжатием на прочность был также использован гидравлический пресс ПГМ 100 МГ4 (рис. 6). При проведении теста произошло частичное разрушение образца (рис. 5,в). Кроме этого, у образцов было определено водопоглощение по ГОСТ 4650-80 (табл. 2).



Рисунок 5 – Образцы с красителем из пластиковых материалов фракцией 2х2х1 мм:  
а - с пропорциями наполнителей 0,5:1,5:1; б - с пропорциями наполнителей 0,6:1,5:0,4;  
в - разрушение образца

Далее был изготовлен образец из пластиковых материалов фракцией 2х2х1 мм с пропорциями наполнителей 1:1:0,5 и с использованием металлургического шлака (рис. 7). При проведении теста была достигнута максимально возможная нагрузка 105,8 кН, пресс был автоматически отключен по перегрузке. Прочностные характеристики образца приведены в табл. 2.



Рисунок 6 – Пресс гидравлический ПГМ 100 МГ4



Рисунок 7 – Образец из пластиковых материалов фракцией 2х2х1 мм с пропорциями наполнителей 1:1:0,5 и с использованием металлургического шлака

Основываясь на вышеизложенном, можно сказать, что полученные образцы не уступают по механическим характеристикам самым прочным маркам бетона, а образцы под номером 5 даже превосходят. При этом материал имеет довольно эстетичный вид, обладает высокой пластичностью и устойчивостью к ударным нагрузкам, имеет низкое, по сравнению с бетонами, водопоглощение (4,2% у марки М400). Это позволяет избежать разру-

шения материала после обильных осадков и наступления низких температур. Для промышленного производства продукции из данного материала целесообразно применить шнековый экструдер, как это предлагается в [6], однако, минуя стадию получения гранул, добавлять наполнитель на стадии расплавления ПЭТ. Это позволит сократить затраты на повторное расплавление материала. И поскольку образцы, изготовленные непосредственно из измельченных отходов фракции 20х20х1 мм, ведут себя не хуже, чем образцы фракцией 2х2х1 мм, их качество не пострадает.

Кроме бутылок, для изготовления строительных материалов можно использовать и другие отходы тары и упаковки [13], предварительно разделяя их по маркам пластмасс, так как их смешивание не желательно. Для этого можно установить мусорные баки во дворах жилых домов для различных видов пластмасс, что значительно облегчит их переработку.

#### Список литературы

1. <http://doklad.ecogofond.kz/os-pavlodarskaya-obl>.
2. Капустин Ф.Л. Получение легкого заполнителя на основе золы-уноса Рефтинской ГРЭС для конструкционных бетонов / Ф.Л. Капустин, И.В. Фомина // Уральский федеральный ун-т им. первого президента России Б.Н. Ельцина, Ин-т материаловедения и металлургии, Экология и промышленность России. – 2014. – № 8. – С. 32-34.
3. <http://stroyres.net/kamennye-materialy/bruschatka>.
4. Иванова О.А. Утилизация и переработка пластиковых отходов / О.А. Иванова, Е.О. Реховская // Молодой ученый, 2015. – № 21. – С. 54-56. – URL: <https://moluch.ru/archive/101/22978> (2017-12-03).
5. Переработка пластиковых отходов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://alon-ra.ru/pererabotka-plastikovyh-othodov.html>.
6. Супрун Л.В. Анализ и решение проблемы утилизации и вторичной переработки полиэтилентерефталат (ПЭТ) отходов в городе Томске / Л.В. Супрун, С.В. Романенко, Т.С. Цыганкова // Вестник науки Сибири. – 2012. – № 4. – С. 107–112.
7. Пономарёва В.Т. Использование пластмассовых отходов за рубежом / В.Т. Пономарёва, Н.Н. Лихачёва, З.А. Ткачик // Пластические массы. – 2002. – № 5. – С. 44–48.
8. Масленников А. Вторая жизнь // PakkoGraff. – 2004. – № 8. – URL: <http://www.pakkograff.ru/reader/articles/materials/polymers/1069.php> (10.03.2012).
9. Переработка отходов ПЭТ // GalPET official site. – 2007: URL: <http://www.galpet.com.ua/pererabotka-othodov-pet>.
10. Косинцев В.И. Антимикробные волокнистые материалы // Энергетика: экология, надежность, безопасность: Материалы докладов XV Всероссийской науч.-техн. конф. – Томск, 9–11 дек. 2009. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009.
11. Косинцев В.И. Волокнистые материалы для очистки воды от нефтепродуктов // Энергетика: экология, надежность, безопасность: Материалы докладов XV Всероссийской науч.-техн. конф. – Томск, 9–11 дек. 2009. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009.
12. Бордунов В.В. Перспективные полимерные волокнистые материалы для очистки воздуха // Известия Том. политехн. ун-та. – 2002. – Т. 305. – Вып. 3: Проблемы и перспективы технологий атомной промышленности: тематический вып. – С. 222–226.
13. Клинков А.С. Утилизация и вторичная переработка тары и упаковки из полимерных материалов. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2010. – 100 с.

Получено 30.01.2018



УДК 669.1

**С.С. Спанов**

ТОО «KSP Steel», г. Павлодар

**А.К. Жунусов, Л.Б. Толымбекова**

Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, г. Павлодар

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОСТИ ШЛАКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЛЮСОВ  
ПРИ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКЕ СТАЛИ**

*В представленной работе исследуется применение на агрегате «ковш-печь» (АКП) флюсообразующей добавки на основе отходов огнеупорных материалов с содержанием  $Al_2O_3$  на базе сталеплавильного завода ТОО «KSP Steel» (г. Павлодар). Данный материал позволяет стабилизировать рафинировочные шлаки, снизить затраты на производство стали, а также служит заменителем плавикового шпата ( $CaF_2$ ).*

*Ұсынылған жұмыста «KSP Steel» ЖШС (Павлодар қ.) болат балқыту зауыты базасында құрамында  $Al_2O_3$  бар отқа төзімді материалдардың қалдықтары негізіндегі қож түзуші қоспаларды «шөміш-пеш» (АШП) агрегатында қолдану зерттеледі. Бұл материал тазалаушы қождарды тұрақтандырады, болатқа шығындарды азайтады, сонымен қатар балқымалы шпатты ( $CaF_2$ ) ауыстыруға мүмкіндік береді.*

*In this article, the use of a flux-forming additive based on waste of refractories with  $Al_2O_3$  content that are based on the steelmaking plant of KSP Steel LLP (Pavlodar) is investigated on the ladle furnace (LF) unit. This material allows stabilizing refining slag, lower costs for steel production, and also serves as a substitute for fluorspar ( $CaF_2$ ).*

**Ключевые слова:** шлак, флюсообразующие добавки, вязкость, межфазное натяжение, плавиковый шпат.

В настоящее время в металлургической промышленности существуют проблемы, связанные со складированием шлаков и других отходов производства. При этом масштаб проблемы таков, что в ряде случаев она ограничивает возможности дальнейшего развития предприятий из-за недостатка пространства, которое должно быть занято отходами текущего производства.

На сегодняшний день уже предложены схемы переработки имеющихся отвалов с извлечением из них корольков стали и чугуна, цветных металлов, строительных материалов. Однако по этим схемам невозможно перерабатывать саморассыпающиеся шлаки чёрной металлургии, поскольку при затвердевании и охлаждении они быстро превращаются в мелкодисперсную пыль, которая затем легко разносится ветром, загрязняя пригодные к переработке шлаки, окружающие территории, почву, воду.

Явление саморассыпания ковшевых шлаков обусловлено особенностями их структуры, которые вызваны, в свою очередь, особенностями технологического процесса обработки стали в агрегате «ковш-печь» (АКП), где производятся операции рафинирования и легирования стали, и это связано с полиморфным превращением высокотемпературных модификаций двухкальциевого силиката  $2CaO \cdot SiO_2$  ( $C_2S$ ).

В представленной работе исследуется применение на АКП флюсообразующей добавки на основе отходов огнеупорных материалов с содержанием  $Al_2O_3$  на базе сталеплавильного завода ТОО «KSP Steel» (г. Павлодар). Данный материал позволяет стабилизировать рафинировочные шлаки, снизить затраты на производство стали, а также служит заменителем плавикового шпата ( $CaF_2$ ). Плавиковый шпат используют при производстве стали как материал, разжижающий шлак. Однако у него есть ряд недостатков: дефицитный материал; фториды в условиях обработки стали в ковше испаряются, ухудшая экологическую обстановку; фторид кальция снижает стойкость футеровки ковша, а также оказывает временное разжижающее действие, а после испарения части введённого в шлак фто-

рида кальция жидкоподвижность и степень гомогенности шлака снижаются; шлаки с повышенным содержанием  $\text{CaF}_2$  обладают повышенной водородопроницаемостью, что вредно с точки зрения качества стали.

Материал на основе отходов огнеупорных материалов с содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$  образуется в достаточном количестве, чем плавиковый шпат, используемый для разжижения шлаков на большинстве предприятий, и может поставляться на предприятия по ценам в несколько раз ниже, а отходы огнеупорных материалов с содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$  по нулевой стоимости. Учитывая, что он все же работает как эффективный разжижитель шлака, технология использования отходов огнеупорных материалов с содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$  при внепечной обработке стали может быть очень рентабельной.

Оценка возможности использования отходов огнеупорных материалов в металлургическом переделе включала в себя определение возможности регулировки с её помощью химического состава анализируемых шлаков с целью получения жидких, гомогенных шлаков с требуемыми рафинировочными свойствами. Регулировка химического состава также позволит снизить расходы шлакообразующих материалов.

В данной работе применена методика авторов работы [1]. С помощью симплекс-решетчатого метода планирования был составлен план проведения эксперимента, включающий исследование 14-ти составов шлаков с измерением их вязкости по описанной ранее методике, проведение рентгено-фазового анализа полученных образцов и расчёта их металлургических свойств. Химические составы экспериментальных шлаков подбирались с учётом дальнейшего построения области тройной диаграммы  $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  (рис. 1), которая перекрывает область химических составов проанализированных шлаков внепечной обработки стали.

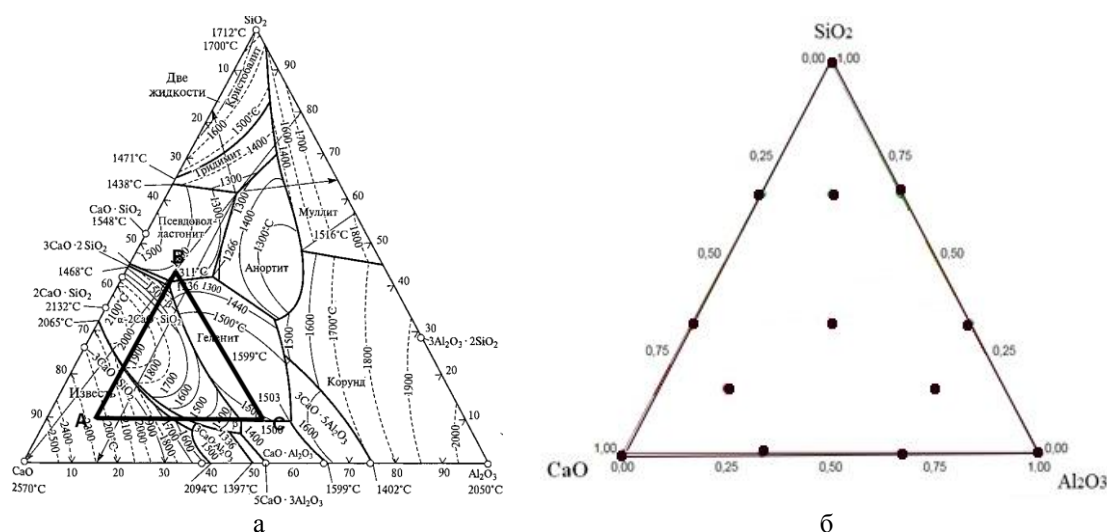


Рисунок 1 – Исследуемая область тройной диаграммы  $\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3$  (а) и область проведения эксперимента (б)

При построении этой области из проанализированных ранее шлаков был выбран один с наибольшим содержанием оксида кальция (шлак № 12 в табл. 1). Далее к нему в различных соотношениях добавлялись  $\text{SiO}_2$  и добавка с высоким содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Пределами добавления последних служили содержания оксидов кремния и алюминия в анализируемых ранее шлаках.

На рис. 1,б приведена область проведения эксперимента с нанесёнными кодированными содержаниями используемых компонентов, в левой нижней вершине расположен базовый шлак (состав № 12, табл. 1), движение в сторону вершины  $\text{SiO}_2$  осуществлялось добавкой к базовому шлаку  $\text{SiO}_2$ , а к вершине  $\text{Al}_2\text{O}_3$  флюсообразующей добавкой с высоким содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

В итоге был исследован набор шлаков, химические составы которых и расчёт сырьевых смесей для их получения представлены в табл. 1.

Таблица 1

*Химические составы исследованных шлаков*

№ шлака	Компонент, масс.%			Содержание оксида, масс.%				
	Базовый шлак	$\text{SiO}_2$	Флюсы	$\text{CaO}$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{MnO}$	$\text{MgO}$	$\text{SiO}_2$
1	66,67	26,67	6,67	46,87	7,83	0,32	7,56	37,03
2	60,00	26,67	13,33	42,33	12,99	0,33	7,58	36,38
3	86,67	13,33	0,00	60,75	3,16	0,37	8,92	26,34
4	73,33	26,67	0,00	51,40	2,67	0,31	7,55	37,67
5	73,33	13,33	13,33	51,67	13,47	0,38	8,95	25,04
6	73,33	13,33	13,33	51,67	13,47	0,38	8,95	25,04
7	60,00	40,00	0,00	42,06	2,19	0,26	6,17	49,00
8	86,67	6,67	6,67	60,89	8,56	0,41	9,62	20,03
9	86,67	0,00	13,33	61,02	13,96	0,44	10,33	13,71
10	73,33	0,00	26,67	51,94	24,28	0,45	10,36	12,42
11	60,00	0,00	40,00	42,86	34,59	0,46	10,40	11,12
12	100,00	0,00	0,00	65,42	3,43	0,40	9,59	14,01
13	60,00	13,33	26,67	42,59	23,79	0,40	8,99	23,75
14	66,67	6,67	26,67	47,27	24,04	0,42	9,68	18,09

Далее на область эксперимента наносили значения измеренной вязкости шлаков, данные рентгено-фазового анализа этих шлаков, рассчитанные десульфурierende показатели и межфазное натяжение (рис. 2, 3).

По данным [2-5] (рис. 2), в области высокого содержания  $\text{CaO}$  наблюдается значительный рост вязкости шлаков, что свидетельствует о приближении состава жидкого шлака к насыщению по этому оксиду, а в некоторых случаях и о пресыщении с выделением  $\text{CaO}$  в виде твёрдых частиц. Кроме того, именно в этой области наблюдалось явление саморассыпания полученных шлаков.

Десульфурierende свойства оценивали с помощью индекса Маннесманна (рис. 3,а), определяемого по следующему отношению:

$$(\text{CaO}/\text{SiO}_2)/\text{Al}_2\text{O}_3. \quad (1)$$

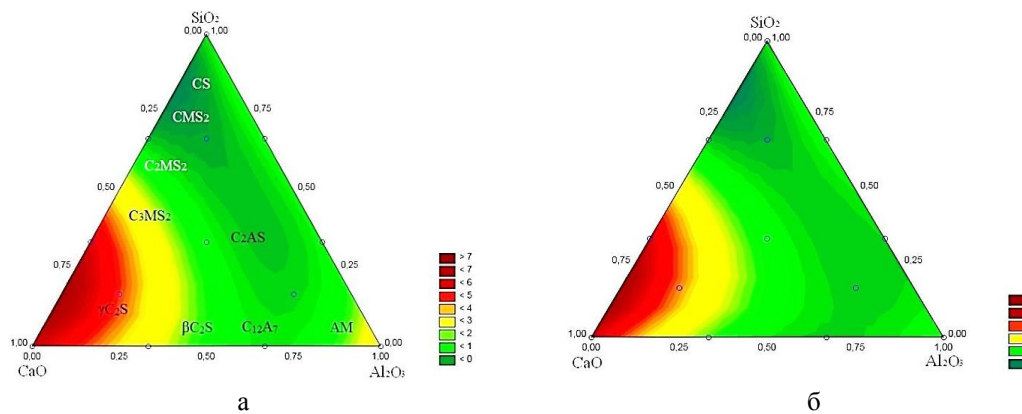


Рисунок 2 – Результаты рентгено-фазового анализа экспериментальных шлаков и их вязкость (Па·с): а – при 1500 °С; б – при 1550 °С

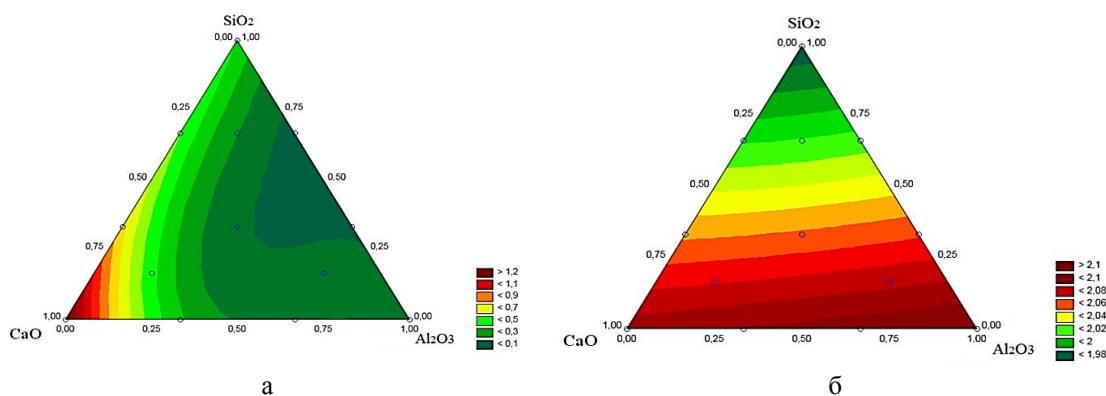


Рисунок 3 – Результаты расчётов, нанесённые на план эксперимента:  
а – распределение индекса Маннесманна в области экспериментов, (%<sup>-1</sup>);  
б – межфазное натяжение экспериментальных шлаков (Дж/м<sup>2</sup>)

Согласно литературным данным [6], наилучшие десульфуризирующие свойства шлака достигаются при значении этого индекса от 0,35 до 0,45%<sup>-1</sup>, то есть в нижней средней области диаграммы. Межфазное натяжение между металлом и шлаком в металлургическом переделе характеризует степень их разделения. Регулируя этот показатель, можно снизить количество капель шлака, запутавшихся в объёме металла, и количество оставшихся в объёме шлака корольков металла. Таким образом можно уменьшить количество неметаллических включений в стали, что положительно отразится на её качестве. Чем выше значение межфазного натяжения, тем легче разделяются шлаковая и металлическая фазы.

Приведённые выше графики показывают, что в обозначенной области основные металлургические показатели меняются в широком диапазоне. Исходя из требований по основности и химическому составу к шлакам АКП, введение оксида кремния в шлаки внепечной обработки нецелесообразно и даже вредно для процесса. Введение добавки с высоким содержанием Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в эти шлаки не снижает рафинировочные свойства, а также способствует разжижению шлака и повышению межфазного натяжения, что должно способствовать удалению неметаллических включений из стали. Кроме того, введение этой добавки позволяет стабилизировать шлаки, предотвращая их рассыпание.

Таким образом, использование комплексной добавки с высоким содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$  для регулирования составов рафинировочных шлаков весьма перспективно с точки зрения металлургических характеристик шлака.

#### Список литературы

1. Егiazарьян Д.К. Метод анализа вязкости сталеплавильных рафинировочных шлаков / Д.К. Егiazарьян, М.Р. Ярмухаметов // Сб. тр. XIV Российской конф. «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов». - Екатеринбург, 2015. - С. 216–217.
2. Шешуков О.Ю. Шлаковый режим агрегатов внепечной обработки стали и стойкость огнеупоров / О.Ю. Шешуков, А.А. Метелкин, И.Д. Кашеев и др. // Новые огнеупоры. - 2015. - № 3. - С. 63.
3. Sheshukov, O.Y. The Slag Regime of Equipment Used for the Secondary Treatment of Steel and the Durability of Its Refractories / Sheshukov O.Y., Nekrasov I.V., Mikheenkova M.A., Egiazar'yan D.K., Ovchinnikova L.A., Metelkin A.A., Kashcheev I.D., Tsepelev V.S. // Refractories and Industrial Ceramics – 2015. – vol. 56. – iss. 4.
4. Шешуков О.Ю. Влияние фазового состава рафинировочного шлака на стойкость футеровки агрегата «печь-ковш» / О.Ю. Шешуков, И.В. Некрасов, М.А. Михеенков и др. // Новые огнеупоры. - 2015. - № 3. - С. 55.
5. Шешуков О.Ю. Шлаковый режим агрегатов внепечной обработки стали и стойкость огнеупоров / О.Ю. Шешуков, И.В. Некрасов, М.А. Михеенков и др. // Новые огнеупоры. - 2015. - № 8. - С. 7-12.
6. Wcisło, Z. Role of slag in the steel refining process in the ladle / Z. Wcisło, A. Michaliszyn, A. Baka // Journal of Achievement in Materials and Manufacturing Engineering – 2012. – № 12. – Vol.55, issue 2. – P. 390–395.

Получено 30.01.2018

---

УДК 69.002.5

**А.Д. Сулейменов, Г.А. Гурьянов, О.Ю. Васильева**

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск

#### ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ В ВИБРОВРАЩАТЕЛЬНОЙ МЕЛЬНИЦЕ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ

*В данной статье рассмотрена новая конструкция вибровращательной мельницы, эффективность работы которой предварительно исследована с применением разработанного авторами экспериментального стенда. Получены предварительные экспериментальные результаты, позволяющие говорить о более высокой интенсивности процесса помола в камере новой мельницы.*

*Берілген мақалада бірлді-айналмалы ұсақтау аспабының жаңа құрылысы қарастырылды және оның жұмыс тиімділігі авторлар жасаған тәжірибелік стендті қолдану арқылы алдын ала зерттелді. Жаңа ұсақтау аспабының камерасында ұнтақтау үрдісінің жоғары шапшаңдығын білуге мүмкіндік беретін алдын ала тәжірибелік нәтижелер алынды.*

*In this paper, a new design of a vibrating grinding mill is considered, the efficiency of which has been previously studied using the experimental stand developed by the authors. Preliminary experimental results are obtained, which allow us to speak of a higher intensity of the grinding process in the chamber of a new mill.*

**Ключевые слова:** тонкое измельчение, мельница, интенсивность измельчения, перемешивание мелющих тел.

На сегодняшний день повышение эффективности тонкого измельчения материалов является актуальной задачей, которая реализуется во многих отраслях производства: горной, химической, строительной и пищевой промышленности. Например, в строитель-

стве измельчение является одним из ключевых элементов при производстве цемента, извести, сухих смесей, гипса и других строительных материалов [1].

Авторами ранее был проведен анализ вибрационных мельниц и предложены принципы создания новой конструкции мельницы [2]. Из проведенного авторами анализа существующих конструкций мельниц следует, что наиболее распространенным помольным агрегатом для измельчения материала являются вращающиеся шаровые мельницы. Несмотря на широкую применимость шаровых мельниц с вращающейся камерой, наиболее перспективным методом тонкого измельчения является вибрационный метод, который осуществляется в вибрационных мельницах. Они характеризуются малой продолжительностью тонкого измельчения, обладают высокой энергонапряженностью среды помола и имеют компактные габаритные размеры.

При патентно-литературном обзоре и анализе существующих конструкций вибрационных мельниц [3, 4] авторами были выявлены особенности взаимодействия мелющих тел с измельчаемой средой в зависимости от конструктивных особенностей агрегатов. Из рассмотренных вариантов наибольший интерес представляют вибрационные мельницы с комбинированным способом разрушения (т.е. совместный удар, истирание и раздавливание) и сложным пространственным движением загрузки внутри камеры помола. Достаточно высокую эффективность измельчения материалов показывает вибровращательная мельница с продольно-поперечным движением мелющих тел (рис. 1) [5, 6]. В данной мельнице движущиеся мелющие тела описывают сложную траекторию в результате одновременного поступательного, вращательного и колебательного движений во всех трех плоскостях. В результате повышается эффективность помола, которая может быть выражена в увеличении степени измельчения или приросте удельной поверхности.

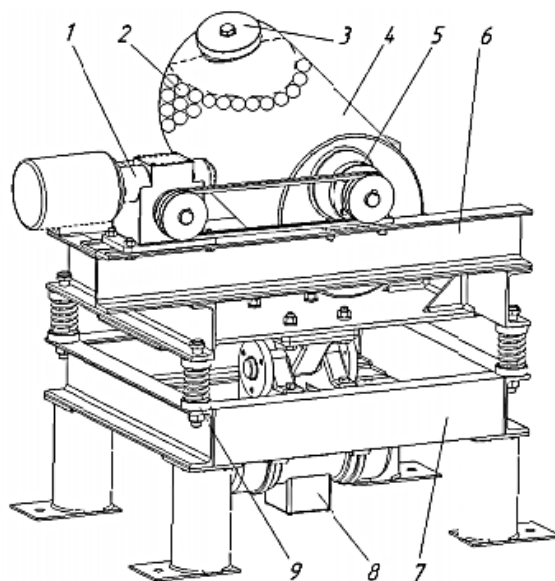


Рисунок 1 – Вибровращательная мельница с продольно-поперечным движением мелющих тел:  
1 – привод; 2 – мелющие тела; 3 – загрузочный люк; 4 – камера помола; 5 – подшипниковая опора;  
6 – подвижная рама; 7 – неподвижная рама; 8 – вибропривод; 9 – пружины

Недостатками данной мельницы является низкая скорость продольного перемещения материала при высоких скоростях вращения камеры, что приводит к снижению полезного

влияния на процесс измельчения как продольного перемещения материала, так и динамической составляющей нагружения в продольном направлении, характеризующихся силами удара  $F_{уд}$  и истирания  $F_{тр}$ . Известно, что сила удара прямо пропорциональна ускорению мелющих тел:

$$F_{уд} = m \cdot a_{зам}, \quad (1)$$

где  $m$  – масса загрузки, кг;  $a_{зам}$  – ускорение замедления,  $\text{м/с}^2$ .

А сила трения при взаимном движении мелющих тел определяется силой удара, которая в данном случае выполняет функцию сжимающей силы в соответствии с формулой

$$F_{тр} = \mu \cdot F_{уд}, \quad (2)$$

где  $\mu$  – коэффициент трения.

Исходя из этого, низкое значение динамической составляющей продольного перемещения мелющих тел формирует низкие ударные нагрузки на начальных этапах разрушения, когда для измельчения достаточно крупных частиц более эффективным является применение удара, а в дальнейшем приводит к снижению силы прижатия мелющих тел друг к другу, а значит и к снижению силы истирания, что негативно влияет на эффективность измельчения на последующих этапах, когда по мере уменьшения размеров частиц более эффективным для измельчения становится применение истирания.

Из вышесказанного следует, что для дальнейшего совершенствования вибровращательных измельчителей тонкого помола необходимо:

- 1) повысить степень свободы движения мелющих тел, т.е. возможность движения последних вдоль и вокруг координатных осей;
- 2) обеспечить интенсивное динамическое нагружение измельчаемого материала, например, за счет интенсификации продольной составляющей нагружающих сил.

В целях реализации указанных принципов авторами предложена новая конструкция измельчителя. Особенность данной конструкции заключается в том, что заполняемая мелющими телами (шарами) камера помола выполнена в виде двух цилиндрических секций, соединенных торцами под углом друг к другу, имеющих возможность совершать вращательное и вибрационное движения. На предлагаемую конструкцию помольного агрегата подана заявка на полезную модель и получено положительное решение о выдаче патента.

Предлагаемое техническое решение повышает ударные нагрузки за счет обеспечения удара «мелющее тело - мелющее тело» (при их встречном движении) и «мелющее тело - торцевая стенка камеры» (при их обратном движении) в условиях вращательного и вибрационного движений камеры за счет более короткого продольного перемещения мелющих тел (шаров), осуществляемого с большими ускорениями.

Произведем предварительную оценку интенсивности измельчения в вибровращательной мельнице новой конструкции. Наряду с ударом, одним из способов разрушающего воздействия в данной мельнице является истирание, значение которого, как известно, определяется силой прижатия мелющих тел друг к другу. Необходимым условием истирания частиц (формирования напряжений сдвига) является контактно-взаимное движение мелющих тел. Косвенным критерием для оценки эффективности формирования напряжений сдвига может являться скорость процесса взаимного движения мелющих тел, характеризующая, в свою очередь, скоростью их перемешивания.

Перемешивание, характеризующее взаимное движение мелющих тел (шаров) в камере помола, также характеризует динамику истирающего воздействия, то есть время или скорость перемешивания косвенно характеризуют интенсивность взаимного движения мелющих тел (шаров) в камере помола, что в свою очередь свидетельствует об интенсивности приложения истирающих нагрузок к измельчаемому материалу.

Поскольку очевидно, что ускорение мелющих тел в наклонной цилиндрической камере пропорционально углу наклона камеры помола, можно предположить, что значение данного параметра будет непосредственно оказывать влияние на силу соударения мелющих тел и интенсивность истирания измельчаемого материала за счет увеличения числа контактов мелющих тел при равномерном перемешивании загрузки. Поэтому сначала оценим влияние угла наклона секции камеры на интенсивность движения загрузки.

Для этого авторами проведены исследования интенсивности перемешивания мелющих тел в трех камерах помола, выполненных в виде двух цилиндрических секций, соединенных торцами под углами 20, 35 и 45° друг к другу соответственно (рис. 2).

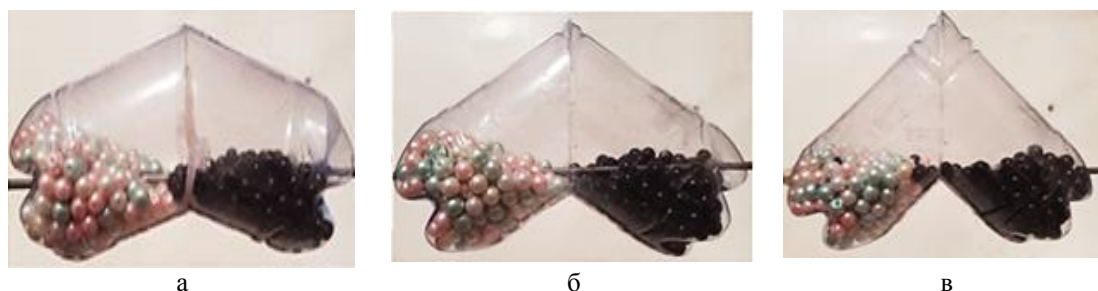


Рисунок 2 – Камеры помола с двумя цилиндрическими секциями, соединенными торцами под углом друг к другу: а) - 20°; б) - 35°; в) - 45°

Исследования проводились на экспериментальном стенде, обеспечивающем одновременное вращательное и вибрационное движение камеры. По результатам эксперимента было установлено, что камера помола в виде двух цилиндрических секций, соединенных торцами под углом 45° друг к другу (далее V-образная камера с углом 45°), за более короткое время и более равномерно перемешивает мелющие тела по сравнению с другими двумя камерами. Поэтому для дальнейших исследований была выбрана V-образная камера с углом 45°.

Следующий этап эксперимента заключался в проведении сравнительного анализа интенсивности перемешивания мелющих тел для V-образной камеры с углом 45° и вибровращательной мельницы с цилиндрической наклонной камерой (рис. 1). В работе [7] был установлен оптимальный угол цилиндрической наклонной камеры, численно равный 18°.

Был проведен сравнительный анализ интенсивности перемешивания мелющих тел существующей конструкции мельницы с цилиндрической наклонной камерой помола (оптимальный угол – 18°) и новой конструкции с V-образной камерой с углом 45°. Эксперимент проводился на разработанном авторами статьи стенде (рис. 3), который состоит из следующих элементов: подвижной рамы, установленной с помощью пружин на неподвижной раме, вибратора, электродвигателя, вала.

До начала эксперимента были предварительно подготовлены две камеры: V-образной формы с углом 45° и наклонная цилиндрическая с углом 18°. Процедура проведения экспериментальных исследований состояла из двух этапов. Первый этап заключался в оценке качества перемешивания мелющих тел на стенде с V-образной.

В соответствии с алгоритмом эксперимента камера помола была заполнена шарами черного и белого цветов. При этом в каждую секцию были загружены шары черного и белого цветов без перемешивания (рис. 4,а). После приведения в действие стенда шары совершали сложное вращательно-вибрационное движение, которое обеспечивалось за счет работы вибратора и вращения камеры с помощью электродвигателя. При этом часто-



та вращения составляла 60 об/мин, а амплитуда вибрации – 2,5 мм. Во время эксперимента были зафиксированы стоп-кадры положения мелющих тел за каждый 3-й полный оборот камеры помола (рис. 5-9,а).

Объектом исследования второго этапа эксперимента являлась мельница с цилиндрической наклонной камерой с углом  $18^{\circ}$  (рис. 4,б). Аналогично первому этапу эксперимента камера была последовательно заполнена шарами черного и белого цвета (рис. 4,б). Процесс эксперимента был идентичен экспериментальным исследованиям V-образной камеры.

Из результатов эксперимента (рис. 5-9) следует, что в V-образной камере равномерное перемешивание мелющих тел достигается уже на 9-м обороте камеры (рис. 7,а), а в наклонной камере - только на 15-м обороте (рис. 9,б). После достижения равномерного перемешивания мелющих тел при указанных значениях количества оборотов камер (рис. 5-9) дальнейший процесс улучшения результатов перемешивания не дает.

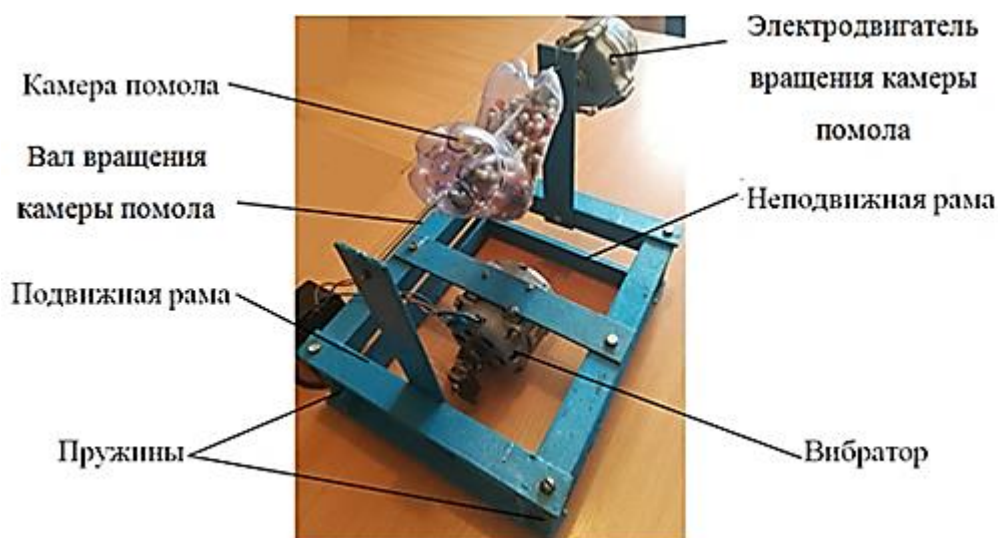


Рисунок 3 – Экспериментальный стенд



а



б

Рисунок 4 – Исходные положения камер:  
а - V-образная; б - наклонная



а



б

Рисунок 5 – Стоп-кадры за полный 3-й оборот камер:  
а - V-образная; б - наклонная



а



б

Рисунок 6 – Стоп-кадры за полный 6-й оборот камер:  
а - V-образная; б - наклонная



а



б

Рисунок 7 – Стоп-кадры за полный 9-й оборот камер:  
а - V-образная; б - наклонная



а



б

Рисунок 8 – Стоп-кадры за полный 12-й оборот камер:  
а - V-образная; б - наклонная



а  
Рисунок 9 – Стоп-кадры за полный 15-й оборот камер:  
а - V-образная; б - наклонная

То, что для V-образной камеры достижение равномерного перемешивания шаров происходит быстрее, свидетельствует о том, что мелющие тела в этом случае движутся в камере подобной формы более интенсивно, т.е. с более высокими скоростями и ускорениями. Из этого следует, что мелющие тела движутся более интенсивно относительно друг друга, что в свою очередь свидетельствует о том, что между ними в процессе этого движения возникают более интенсивные истирающие нагрузки, что позволяет говорить о возможной большей интенсивности и эффективности процесса измельчения в вибровращательной мельнице новой конструкции по сравнению с вибровращательной мельницей с цилиндрической наклонной камерой. Полученные результаты позволяют говорить о потенциале, имеющемся в новой конструкции мельницы с V-образной камерой и перспективности ее дальнейшего исследования и применения для тонкого измельчения материалов.

#### Список литературы

1. Ходаков Г.С. Тонкое измельчение строительных материалов. – М.: Изд-во лит-ры по строительству, 1972. – 233 с.
2. Гурьянов Г.А. О некоторых принципах создания эффективных помольных агрегатов / Г.А. Гурьянов, Т.М. Кумыкова, А.Д. Сулейменов // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе: Материалы междунар. науч.-практ. конф. – Пермь: Изд-во Пермского нац. исследовательского политехн. ун-та, 2017. – С. 188-191.
3. Suleimenov A.D., Bekbolatov K.S., Kumykova T.M. Analysis of constructions of milling machines for fine grinding // Творчество молодых – инновационному развитию казахстана: Материалы III междунар. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и молодых ученых. – Усть-Каменогорск: Изд-во ВКГТУ, 2017. – С. 219 - 223.
4. Кугель Р.В. Вибропомольные установки. Устройство, назначение, выбор / Р.В. Кугель, Д.О. Коновалов, А.Ю. Элькин. – М.: Промстройиздат, 1956. – 67 с.
5. Патент 105199 Российская Федерация, МПК В 02 С 17/06. Вибровращательная мельница / А.Ю. Гаврунов, В.С. Богданов; Заявитель и патентообладатель Белгород. гос. технол. ун-т им. В.Г. Шухова. – № 2010152390/21; Заявл. 21.10.2010; Опубл. 10.06.2011; Бюл. № 16. – 4 с.
6. Гаврунов А.Ю. Вибровращательная мельница с продольно-поперечным движением мелющих тел / А.Ю. Гаврунов, В.С. Богданов // Вестник ТГТУ. - 2013. - Т. 19. - № 4. - С. 864 - 869.

Получено 30.01.2018

УДК 665.75:7.038

**М.Д. Уразгалиева, М.Ж. Алмагамбетова**

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г. Уральск

**Е.Г. Гиладжов, А.Т. Сагинаев**

Атырауский университет нефти и газа, г. Атырау

**ПРИМЕНЕНИЕ БИОЭТАНОЛА И ЕГО СМЕСИ В КАЧЕСТВЕ ВЫСОКООКТАНОВЫХ КОМПОНЕНТОВ БЕНЗИНОВ**

*В статье рассматривается биоэтанол в качестве присадки, повышающей октановое число автомобильного бензина. Для эксперимента был выбран бензин производства ТОО «Атырауский нефтеперерабатывающий завод» и биоэтанол марки «Люкс» производства ТОО «Талгарспирт». В результате экспериментов было установлено влияние биоэтанола на октановое число бензина.*

*Мақалада биоэтанол автомобиль бензинінің октан санын көбейтетін қоспа ретінде қарастырылады. Эксперимент үшін бензин «Атырау мұнай өңдеу зауыты» ЖШС бензині және «Талгарспирт» ЖШС зауыты өндіретін «Люкс» маркалы биоэтанол қолданылды. Эксперименттер нәтижесінде биоэтанолдың бензиннің октандық санына әсері анықталды.*

*In the article bioethanol is considered as an additive increasing the octane number of automobile gasoline. For the experiment, was used gasoline produced by LLP "Atyrau Oil Refinery" and bioethanol of Lux brand produced by LLP "Talgarspirit". As a result of the experiments, the effect of bioethanol on the octane number of gasoline was established.*

**Ключевые слова:** октановое число, бензин, биоэтанол, присадка, октанометр.

В связи с применением в технике альтернативных топлив перед химмотологами возникают проблемы, решение которых имеет важное практическое значение. Без решения химмотологических проблем, связанных с безопасностью, повышением качества, надежностью и улучшением экологичности, невозможно эффективное использование альтернативных моторных топлив на автотранспорте. При этом необходимо развивать научно-теоретические основы химмотологии, т.е. применения альтернативных топлив, учитывая их специфические свойства. Возможности применения альтернативных топлив на автомобильном транспорте определяются следующими условиями: обеспеченностью сырьевой базой для массового производства, технологической и энергетической совместимостью с двигателями и силовыми установками, приемлемыми показателями процесса энергоиспользования: безопасностью и экологичностью [1-4].

Необходимо остановиться на роли биоэтанола, выступающего в качестве альтернативного компонента топлива, а также на наличии мер государственного стимулирования, которые помогают продвижению топлив с биоэтанолом на топливный рынок стран СНГ. Уровень потребления и производства биоэтанола в разных странах в последние годы значительно вырос. Причинами роста использования автомобильного топлива с этанолом послужили его высокие экологические и эксплуатационные характеристики. Из стран бывшего Советского Союза отметим усилия Украины, Беларуси и Казахстана.

В Казахстане уже сделаны первые шаги по государственному регулированию зарождающейся биотопливной промышленности. В 2006 г. был запущен первый завод по производству биоэтанола мощностью 57 тыс. т в год, принадлежащий частным российским и казахстанским компаниям. Биобензин пользуются хорошим спросом. Об этом говорит тот факт, что компания уже начала реализацию своей продукции через сеть автозаправочных станций в Алматы, Астане, Павлодаре, Петропавловске и др. городах РК. Казахстан может значительно увеличить производство этанола из низкокачественного зерна, применяемого в качестве добавки к топливу. Только за счет переработки низкокачественного зерна, ежегодно образующегося в процессе производства зерновых культур, в

Казахстане можно производить более 3 млрд л биотоплива. Казахстан - крупнейший производитель зерна в Центральной Азии [5-6].

В связи с актуальностью защиты окружающей среды от вредных выбросов транспорта и связанным с этим поиском экологичных альтернативных моторных топлив нами в последние годы проводятся исследования свойств биоэтанола в качестве присадок, повышающих октановое число бензина.

Целью настоящей работы являлось изучение возможностей использования биоэтанола в качестве компонента автомобильного бензина как в чистом виде, так и в смеси с метил-третбутиловым эфиром.

Определение октанового числа бензиновых композиций, содержащих предлагаемые добавки, проводили экспресс-методом на измерителе детонационной стойкости бензинов на октанометре SHATOX SX-100K (пр-во НПО «SHATOX» ИХН СО РАН). При этом в качестве эталонов сравнения использованы параметры, которые соответствует ГОСТ Р 51866-2002(ЕН 228-99), ТУ 4215-002-60283547-2006. В качестве присадки, повышающей октановое число бензина, использовали биоэтанол марки «Люкс» производства ТОО «Талгар» и товарный МТБЭ производства ОАО НИИ «Ярсинтез», соответствующий требованиям ТУ 38.103704-90.

Эффективность присадок в качестве высокооктановых компонентов исследовали при введении их в бензин в концентрации 7 и 11% (масс). Влияние смешанных присадок на повышение октанового числа бензина нами определялось по приросту октанового числа прямогонного бензина производства ТОО «Атырауский нефтеперерабатывающий завод».

В табл. 1 представлены результаты исследования при добавке биоэтанола (БЭ) и его смеси с МТБЭ на прямогонный бензин производства ТОО «Атырауский нефтеперерабатывающий завод».

Таблица 1

*Изменение октанового числа прямогонного бензина  
при добавлении биоэтанола и его смеси с МТБЭ*

Состав присадки	Кол-во присадки, %	Октановое число, ИМ			Октановое число, ММ		
		без добавки	с добавкой	прирост ОЧИ	без добавки	с добавкой	прирост ОЧМ
БЭ	7	68,5	77,9	9,4	58,0	67,5	9,5
	11	-	78,0	9,5	-	68,0	10
МТБЭ	7	52,3	64,3	12,5	52,0	59,8	7,8
	11	-	67,9	15,6	-	61,3	9,3
БЭ +МТБЭ 1:1	7	-	71,2	18,9	-	61,1	9,1
	11	-	77,3	25	-	67,3	15,3

При добавлении биоэтанола и его смеси с МТБЭ повышение октанового числа прямогонного бензина доходит до 25 по исследовательскому методу и до 15,3 по моторному методу (рис. 1, 2). Это указывает на то, что зависимость детонационной стойкости смесей от концентрации биоэтанола и эфира в исследованных пределах линейна.

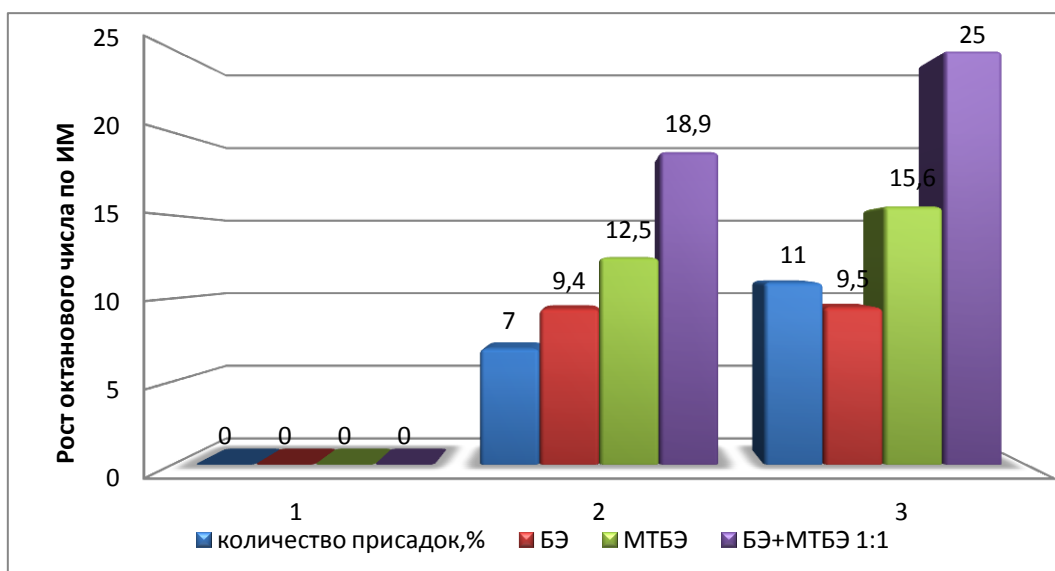


Рисунок 1 – Изменение октанового числа прямогонного бензина при добавлении биоэтанола и его смеси с МТБЭ по ИМ

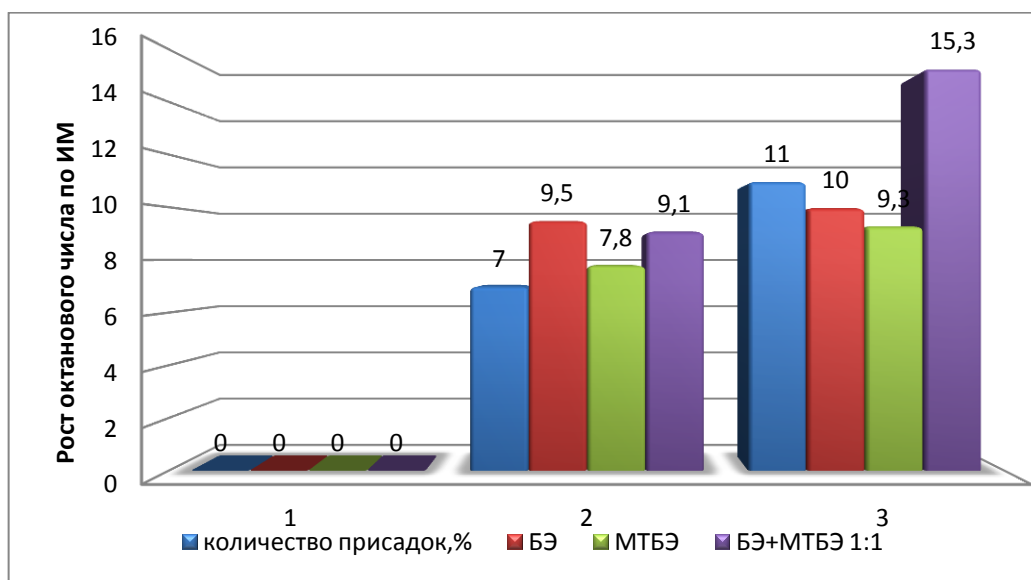


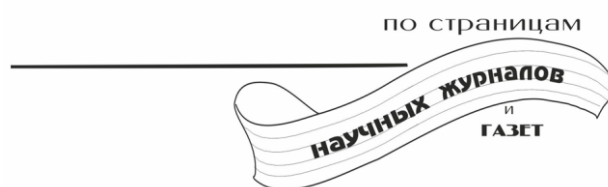
Рисунок 2 – Изменение октанового числа прямогонного бензина при добавлении биоэтанола и его смеси с МТБЭ по ММ

Таким образом, нами показано, что композиции биоэтанола ТОО «Талгар» с МТБЭ можно использовать в качестве кислородсодержащей добавки к бензинам, которая позволит увеличить выпуск высококачественного товарного бензина для автомобильных двигателей и обеспечит чистоту топливной системы и экономию топлива.

## Список литературы

1. Емельянов В.Е. Химмотологические проблемы производства и применения альтернативных моторных топлив // Химия и технология топлив и масел. – 2014. – № 5. – С. 21-23.
2. Карпов С.А. Развитие технологии производства этанола в качестве альтернативного источника топлива из целлюлозного сырья / С.А. Карпов, С.И. Сейдахметов, М.А. Пыханова и др. // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2007. – № 4. – С. 33-38.
3. Мандреа А.Г. Этанол – топливо из возобновляемого растительного сырья // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2006. – № 3. – С. 35-36.
4. Данилов А.М. Присадки к топливам как решение химмотологических проблем // Химия и технология топлив и масел. – 2014. – № 5. – С. 31-34.
5. Карпов С.А. Актуальные аспекты производства топливного этанола в России и за рубежом. // Химия и технология топлив и масел. – 2008. – № 1. – С. 3-5.
6. Карпов С.А. Биоэтанол в России и странах СНГ: Современные аспекты производства и перспективы развития // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2009. – № 8. – С. 3-7.

Получено 30.01.2018

**АВТОМОБИЛЬ, УПРАВЛЯЕМЫЙ «СИЛОЙ МЫСЛИ»**

Для маломобильных граждан в Нижегородском государственном университете им. Н.И. Лобачевского (ННГУ) разрабатывается нейропилотируемое электроприводное транспортное средство - нейромобиль. Такая машина будет выполнять ментальные команды пилота, то есть те действия, о которых подумал водитель. Недавно разработчики представили общественности полноразмерный макет инновационного авто.

«Наука и жизнь» № 1, 2018





ӨОЖ 551.5 (574.42)

**Ә.М. Базарбекова**

С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік университеті, Өскемен қ.

**ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАНДА ҚЫС МЕЗГІЛІНДЕГІ АТМОСФЕРА ЦИРКУЛЯЦИЯСЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

*В статье рассмотрены особенности циркуляции атмосферы в зимний период в Восточном Казахстане, также в ходе описания синоптического состояния использовались индексы циркуляции Байдал М.Х. и Блинова Е.Н., индекс циркуляции на уровне зональных  $H_{500}$ . Эти данные необходимы для жизни человечества, сельского хозяйства и некоторых отраслей экономики.*

Мақалада қыс мезгіліндегі атмосфера циркуляциясының Шығыс Қазақстандағы ерекшеліктері қарастырылды, сонымен қатар синоптикалық жағдайды сипаттау барысында М.Х. Байдал бойынша циркуляция индекстері мен Е.Н. Блинованың  $H_{500}$  деңгейіндегі зоналды циркуляция индексі қолданылды. Бұл мәліметтер адамзат өміріне, ауыл шаруашылығына, экономиканың кейбір салаларына қажетті болып табылады.

*In the article the peculiarities of the atmospheric circulation in winter in Eastern Kazakhstan, as well as in describing the Synoptic state index was used circulation Baidal M.X. and Blinova E.N. index circulation at the level of zonal  $H_{500}$ . These data are necessary for human life, agriculture and some sectors of the economy.*

**Түйін сөздер:** атмосфера циркуляциясы, ауа температурасы, экстремалды жылы, экстремалды суық, циркуляция формалары.

Кез келген жердің климатының қалыптасуына температура режимі, ауа массаларының типі мен олардың жылжуын, фронттік үдерістері мен атмосфералық жауын-шашынды анықтайтын радиациялық және циркуляциялық жағдайлар ықпал етеді. Аталған метеошамалар мәні атмосфера циркуляциясымен тығыз байланысты.

Қыс мезгіліндегі атмосфера циркуляциясының Шығыс Қазақстандағы (ШҚ) ерекшеліктерін талдау мақсатында Кенді Алтайдағы Өскемен, Риддер және оңтүстік Алтайдағы Қатон-Қарағай мен Ертіс маңындағы Семей станциялары, Зайсан мен Ақсуат станцияларының материалдары алынды. Талдау кезеңі 1981 жылдан 2010 жыл аралығын, яғни 30 жылды құрады.

Алынған нәтижелердің адамзат өміріне, ауыл шаруашылығына, экономиканың кейбір салаларына әсері үлкен. Сондықтан ШҚ-да қыс мезгіліндегі ауа температурасының таралуын, оның өзгерушілігіне қатысты себептерді анықтай отыра, процестің дамуы мен құраушы факторларын анықтау өзекті болып табылады.

Бастапқы мәліметтер қоры «Қазгидромет» РМК метеорологиялық станция торабынан алынды. Синоптикалық жағдайды сипаттау барысында М.Х. Байдал бойынша циркуляция индекстері мен Е.Н. Блинованың  $H_{500}$  деңгейіндегі зоналды циркуляция индексі қолданылды.

Ауа температурасының орташа айлық аномалиясының таңбасы мен мөлшері көп жағдайда атмосфераның жалпы циркуляция жағдайларына байланысты болады. Қазақстан территориясындағы циркуляция формаларын М.Х. Байдал бірінші болып зерттеген. Өзінің еңбектерінде ол жоғары фронталды аумақтың ендіктік орналасуы кезеңдеріндегі атмосфералық процестердің кейбір ерекшеліктерін қарастырды. Кейіннен ол бірінші нағыз синоптикалық аудандағы меридионалды циркуляция кезінде жоталар мен жыралар осьтерінің орналасу ерекшеліктерін көрсетті және Қазақстан территориясы бойынша тем-



пература мен жауын-шашын мәндерінің таралу ерекшеліктерін айқындады. Қазіргі уақытта макропроцестердің сараптамасы үшін Г.Я. Вангенгейм мен А.А. Гирс классификациясы кең қолданылады. Оның негізі XX ғасырдың 30-шы жылдары қаланған [1].

М.Х. Байдал 1953 жылы көрсеткендей, Қазақстан бойынша ауа температурасының негізгі аймақтық сипатта таралуы мен циркуляцияның үш түрінің (Е, С және Ш) схемасының арасында нақты байланыс бар және жеткілікті ашық көрсетілген келісушілік орын алады. Мысалы, біршама уақыт ішінде (декада, ай және маусым) циркуляцияның айқын бір түрінің басым болуы кезінде Қазақстан аймағы бойынша ауа температуралары аномалиясының нақты таңбасының таралуы байқалады.

1981-2010 жылдарда экстремалды жылы және суық жылдар байқалған. М.Х. Байдалдың циркуляция формаларының күндер саны келесі кестеде көрсетілген (1-кесте).

1-кесте

*М.Х. Байдал бойынша экстремалды температуралардың желтоқсан айындағы циркуляция формаларының күндер саны*

Экстремалды жылы				Экстремалды суық			
Жылдар	циркуляция формалары			Жылдар	циркуляция формалары		
	Ш	С	Е		Ш	С	Е
1988	2	27	2	1981	6	10	15
1989	12	19	0	1984	12	13	6
1992	13	18	0	1993	18	5	8
1994	8	20	3	2001	0	20	11
1999	16	12	3	2002	2	21	8
2006	11	16	4	2005	0	16	15
	-	-	-	2010	-	-	17
Жалпы	62	112	12	Жалпы	32	85	80

1-кестеде көрсетілгендей, желтоқсан айында экстремалды жылы айларда циркуляцияның С мен Ш формасы, ал экстремалды суық айларда циркуляцияның С мен Е формалары басымырақ болғандығы байқалады.

Бұл С циркуляция формасында Батыс Сібір мен Қазақстанда Шығыс Атлантикадағы жотаның анық көрсетілмеген жырасы орналасады, Қазақстан үстінде батыс ағыны, Ресейдің еуропалық территориясында (РЕТ) ауа райы сипаты циклондық болады. Ауа температурасы көбінесе нормадан төмен, Қазақстанда оңтүстік циклонның шығуы баяу, бірақ ауа райының антициклондық түрі басым қалыптасады.

М.Х. Байдал бойынша экстремалды температуралардың қаңтар айындағы циркуляция формаларының күндер саны келесі кестеде көрсетілген (2-кесте).

2-кестеде көрсетілгендей, қаңтар айында экстремалды жылы айларда С мен Ш формасы және экстремалды суық айларда циркуляцияның С формасы мен Е формасы басым болғандығы байқалады. Е формасы кезінде Қазақстан үстінде биіктік жыра орналасады. Яғни Қазақстанда белсенді циклондық құрылым суық қыстың, суық жаздың және жауын-шашынның жеткілікті мөлшерін қамтамасыз етеді. Күнделікті картада бақыланатын атмосфераның жалпы циркуляциясы процесінің құрылымы мен сипаттамасын тек метеорологиялық элементтердің картасы, жинақы-кинематикалық және аномалиялар карталарының көмегімен ғана көрсетуге болмайды.

## 2-кесте

*М.Х. Байдал бойынша экстремалды температуралардың қаңтар айындағы циркуляция формаларының күндер саны*

Экстремалды жылы				Экстремалды суық			
Жылдар	циркуляция формалары			Жылдар	циркуляция формалары		
	Ш	С	Е		Ш	С	Е
1982	12	15	4	1984	8	4	19
1983	25	6	0	1985	12	13	6
1987	0	28	3	1996	9	15	7
1989	14	17	0	1998	12	16	3
1992	11	20	0	2001	10	8	13
1997	8	23	0	2005	5	12	14
2002	19	12	0	2006	2	13	16
2003	15	13	3	2008	9	9	13
2007	12	16	3	2010	12	9	10
Жалпы	116	150	13	Жалпы	79	99	101

М.Х. Байдал бойынша экстремалды температуралардың ақпан айындағы циркуляция формаларының күндер саны келесі кестеде көрсетілген (3-кесте).

3-кестеде көрсетілгендей, ақпан айында экстремалды жылы айларда циркуляцияның С мен Ш формасы және экстремалды суық айларда циркуляцияның Е мен С формасы басым болған.

## 3-кесте

*М.Х. Байдал бойынша экстремалды температуралардың ақпан айындағы циркуляция формаларының күндер саны*

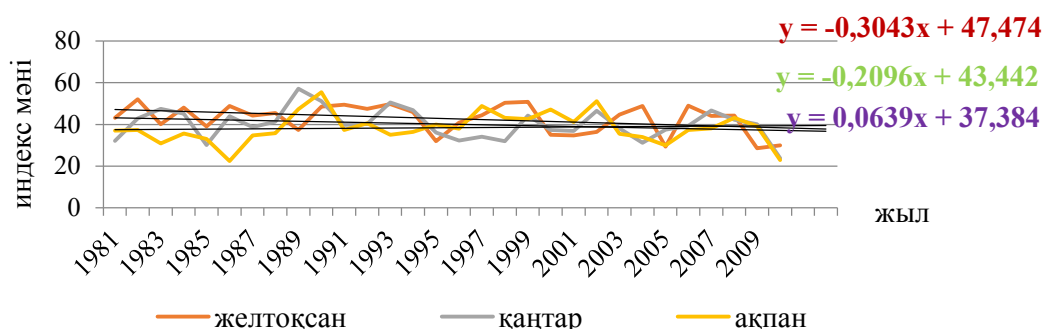
Экстремалды жылы				Экстремалды суық			
Жылдар	циркуляция формалары			Жылдар	циркуляция формалары		
	Ш	С	Е		Ш	С	Е
1982	5	23	0	1984	0	0	29
1983	4	24	0	1986	6	20	2
1995	17	0	11	1988	8	15	6
1999	1	22	5	2005	0	8	20
2002	19	9	0	2010	9	1	18
2004	5	19	5	-	-	-	-
2006	3	18	7	-	-	-	-
2007	11	14	3	-	-	-	-
2008	15	8	6	-	-	-	-
Жалпы	80	137	37	Жалпы	23	44	75

Е формасында Қазақстан үстінде биіктік жыра орналасады, яғни Қазақстанда белсенді циклондық құрылым суық қыстың, суық жаздың және жауын-шашынның жеткілікті мөлшерін қамтамасыз етеді. Күнделікті картада бақыланатын атмосфераның жалпы циркуляциясы процесінің құрылымы мен сипаттамасын тек метеорологиялық элементтердің картасы, жинақы-кинематикалық және аномалиялар карталарының көмегімен ғана көрсетуге болмайды. Бұл мақсатта жиі әртүрлі, әсіресе атмосфера циркуляциясының қарқындылығын анықтауда кең қолданатын және ең алдымен оның зоналды, меридионалды құраушыларын анықтайтын сандық көрсеткіштерді (индекстерді) қолданады. Экстре-

малды жылы және экстремалды суық айларда циркуляцияның Ш формасы да кездеседі. Циркуляцияның батыс формасында (Ш) тропиктер мен полюс ендіктері арасындағы температуралық градиент күшейеді.

Қазақстанда ауа температурасының шамалы теріс таңбалы аномалиялары байқалады, әсіресе жылы кезеңдерде (изогипстер ендік бойымен, ауа ағыны батыстан шығысқа қарай бағытталады). Белгілі индекстің мәнінде әдетте үлкен аймақта сол мәнге сәйкес макросиноптикалық процестер орын алады, сондықтан индекстер жөніндегі ақпараттарды қолдана отырып, макропроцестің белгілі түрін анықтауға болады. Е.Н. Блинова айналып тұрған сферикалық Жерде бароклинді атмосфераның термобарикалық алқабындағы толқындық ауытқу қозғалысының мәселесіне шешім тапты. Е.Н. Блинова индексі Батыс-Шығыс тасымалдауының қарқындылығын сипаттайды [2].

Графикте 1981-2010 жылдардағы қыс мезгіліндегі Е.Н. Блинованың  $H_{500}$  деңгейіндегі зоналды циркуляция индексінің жүрісі көрсетілген (1-график).



1-график - 1981-2010 жылдардағы қыс мезгіліндегі  
Е.Н. Блинованың  $H_{500}$  деңгейіндегі зоналды циркуляция индексінің жүрісі

1-графикте көрсетілгендей, қарастырылған жылдар ішінде Е.Н. Блинованың  $H_{500}$  деңгейіндегі зоналдылық циркуляция индексінің 30 жылдағы тренд сызығының желтоқсан және қаңтар айларында төмендегені, ал ақпан айында өскені байқалады, яғни желтоқсан және қаңтар айларында зоналды процестер төмендесе, ақпан айында олардың жоғарылауы байқалған.

ШҚ-да қыс мезгіліндегі атмосфера циркуляциясының ерекшеліктерін қарастырғанда келесі қорытындылар шығарылды:

1. 1981-2010 жылдардағы экстремалды жылы және экстремалды суық айларда байқалған М.Х. Байдалдың циркуляция формаларының жағдайлар саны анықталды. Нәтижесінде қыс мезгілінде экстремалды жылы айларда циркуляцияның С мен Ш формасы, ал экстремалды суық айларда циркуляцияның С мен Е формалары басымырақ болғандығы байқалады.

2. 1981-2010 жылдардағы қарастырылған Е.Н. Блинованың  $H_{500}$  деңгейіндегі зоналды циркуляция индексінің 30 жылдағы тренд сызығының желтоқсан және қаңтар айларында төмендегені, ал ақпан айында өскені байқалады, яғни желтоқсан және қаңтар айларында зоналды процестер төмендесе, ақпан айында олардың жоғарылауы байқалған.

Бұл жұмыста алынған нәтижелерді ғылыми-практикалық жұмыстарда және климатология бағытында жұмыс істейтін ұйымдар қолдануы мүмкін.

## Әдебиеттер

1. Байдал М.Х. Основные формы циркуляции атмосферы и их влияние на погоду в Казахстане // Тр. КазНИГМИ. – Л.: Гидрометеиздат, 1995. – С. 9-105.
2. Байдал М.Х. Комплексный макроциркуляционный метод долгосрочных прогнозов погоды. -Л.: Гидрометеиздат, 1961. – 211 с.

Получено 30.01.2018.

**«ЭМОЦИОНАЛЬНОЕ» ПЛАТЬЕ**

На очередном показе мод в Манчестере (Англия) демонстрировалось платье с элементами из графена - очень прочного и токопроводящего материала из расположенных в один слой атомов углерода. В поясе платья спрятаны аккумулятор, датчик движения и микропроцессор. Когда носительница платья дышит глубоко, платье загорается синим светом, а при неглубоком дыхании - зелёным.

«Наука и жизнь» № 1, 2018



УДК 004.056

Е.Б. Қуандық, А.И. Еремин, Ж.З. Жантасова, А.Р. Сыздыкпаева,  
А.С. Тлебалдинова

Восточно-Казахстанский государственный университет им. С. Аманжолова,  
г. Усть-Каменогорск

#### ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ УГРОЗЫ БЕЗОПАСНОСТИ МАЙНИНГА КРИПТОВАЛЮТ

*В данной статье авторами рассмотрены информационно-технологические процедуры эмиссии и проведения транзакций с криптовалютой. Классифицированы виды угроз безопасности майнинга криптовалют. Также авторами проанализированы наиболее приемлемые решения и предопределены перспективы применения криптовалюты как финансовой денежной единицы.*

*Мақалада криптовалютаны ақпараттық-технологиялық өңдеу және транзакцияларды орындау процедуралары қарастырылған. Криптовалютаға төнетін қауіптер классификацияланған. Криптовалютаны қаржылық ақша бірлігі ретінде қолдануға қандай шешімдердің қолайлы екендігіне авторлардың өз көзқарасы берілген.*

*In this article, the authors consider information and technological procedures for mining cryptocurrency and executing transactions. There are classification threats to the security of mining cryptocurrency. Also, the authors analyzed the most acceptable solutions and determined the prospects for applying the crypto currency as a financial unit.*

**Ключевые слова:** криптография, биткоин, майнинг, криптовалюта, уязвимость транзакций.

На современную экономику большое влияние оказывает процесс информатизации. Распространение коммерции за счет компьютеризации общества привело к возникновению таких явлений, как электронные деньги и электронные платёжные системы.

Прогресс не стоит на месте, и появляются совершенно новые способы расчетов между людьми и организациями с использованием новейших методов. Это не очередная система, имитирующая уже существующие денежные знаки, такие как, например, рубль, доллар или евро. Это самостоятельная мера измерения ценности - биткоин. В 2008 году человеком или группой лиц под псевдонимом Сатоши Накамото был опубликован файл с описанием протокола и принципа работы одноранговой сети. В начале 2009 года выпущена первая версия биткоин-кошелек и запущена сеть биткоин [1]. Биткоины - это не обычные деньги. Они не выпускаются центральными банками и не зависят от кредитно-денежной политики того или иного государства. Эмиссия происходит только в цифровом виде. Любой желающий может добывать криптовалюту (заниматься майнингом). Для этого используются вычислительные мощности компьютера. Само слово «майнинг» пришло к нам, как это часто бывает, из английского. Дословно переводится как «добыча полезных ископаемых». Только добыча криптовалюты производится не в шахте, а за компьютером. Что представляют собой те же биткоины? Это последовательность уникальных зашифрованных блоков информации. Проще говоря - определенная последовательность единиц и нулей. Таким образом, чтобы добыть новые биткоины, нужно вычислить новую уникальную последовательность блоков. Полученные блоки передаются в базу биткоинов по сети. Причем чем больше биткоинов добыто, тем сложнее получить новые. Зависимость количества добываемых биткоинов от времени представлена на графике (рис. 1).



Рисунок 1 - Прогнозируемый объем эмиссии биткойнов до 2020 года (млн шт.)

Дело в том, что объем эмиссии первой криптовалюты фиксирован. С течением времени за одно и то же количество блоков дают все меньше биткойнов. Первоначально размер вознаграждения при создании блока составлял 50 биткойнов. Сейчас награда за блок - 12,50 [2].

Для вычисления блоков требуется выполнить большое количество независимых друг от друга расчетов. Так как расчеты независимы между собой, то их можно производить параллельно. Технически с такой задачей лучше всего справляются графические процессоры (в видеокартах). Сложность вычисления блоков со временем растет. Генерация блоков становится более энергозатратной. Сейчас уже счет за электричество, который тратится видеокартой, перекрывает доход от производства биткойнов. Выгодным остается только промышленный майнинг с большим количеством профессиональных процессоров [3].

Когда произошла первая сделка по продаже биткойнов, их курс составлял всего 0,25 центов за одну монету. На сегодняшний день стоимость этой криптовалюты увеличилась в несколько тысяч раз. Появившись всего несколько лет назад, эта электронная валюта за короткое время приобрела огромную популярность среди пользователей интернета. Биткойны стали не только способом заработка денег и инструментом для расчетов за различные товары и услуги, но и высокодоходной инвестицией. Значимость криптовалют признают крупнейшие торговые площадки мира и работают над тем, чтобы ввести биткойны в разряд своих платежных инструментов. Сегодня появилась возможность брать кредиты в криптовалюте, что делает ее равноценным аналогом привычных банковских денег и частично объясняет, почему биткойн дорогой.

Эксперты считают, что данная валюта будет по-прежнему дорожать, и называют несколько причин востребованности биткойнов:

- ограниченная эмиссия;
- повышение себестоимости валюты;
- динамичный процесс формирования цены биткойна;
- отсутствие долговых обязательств;
- отсутствие централизованного эмитента;
- оперативность и анонимность сделок.

Наряду с перечисленными выше преимуществами криптовалюты, она имеет и некоторые недостатки, которые могут негативно влиять на ее стабильность. Дорогой биткойн может изменять свою стоимость под влиянием следующих факторов:

1. Спекулятивные операции. Все сколько-нибудь значимые активы являются инструментом для заработка биржевых спекулянтов.

2. Ограничение сферы использования. После того, как китайские юридические компании отказались от использования биткоинов, курс валюты упал практически на 30%. Любые искусственные ограничения применения криптовалюты могут повлиять на ее стоимость.
3. Снижение эмиссии вследствие уменьшения объема операций с валютой. Такое происходит, когда владельцы валюты придерживаются ее с целью накопления, сокращая свои траты [4].

Норвежский студент Кристофер Кох (Kristoffer Koch) заинтересовался загадочной интернет-валютой. Он потратил около 24 долларов (150 крон) на приобретение 5 тысяч биткоинов (тогда один биткоин стоил меньше цента), но через какое-то время обнаружил, что его биткоины резко выросли в цене. По обменному курсу на тот момент их стоимость составила 885 тысяч долларов. Кох обналичил одну пятую этой суммы. Полученных денег ему хватило на покупку трёхкомнатной квартиры в престижном районе Осло, столице Норвегии [5].

Лежащие в основе биткоина хэширование SHA256 и генерация публичных ключей с помощью эллиптических кривых вроде бы не подвержены слабостям, внесённым NSA. Компрометация SHA256, в принципе, не столь большая проблема, так как его потенциальный взлом, во-первых, легко решается переходом на другие варианты proof-of-work алгоритмов, а во-вторых, не открывает возможностей скрытной манипуляции. Если взлом алгоритма SHA256 не является большой проблемой, то средства хранения биткоинов и платформы для торговли ими имеют свои недостатки.

*Кошелек слабо защищен от краж.* По умолчанию кошелек незашифрован. По этой причине он становится легкой добычей для мошенников. Однако последние версии клиентов биткоин уже содержат шифры для защиты данных кошелька, но пользователь должен вручную подключить шифр. Новый кошелек можно вскрыть старым паролем через бэкапы. Старую копию кошелька со старым паролем часто можно легко восстановить с помощью создания программы восстановления (например, Apple Time-Machine): восстановление старого кошелька с паролем восстанавливает текущий кошелек и текущий пароль. Поэтому частая смена пароля не является гарантией полной безопасности. Для решения проблемы создатели криптовалюты должны внести изменения так, чтобы смена пароля кошелька автоматически создавала новый кошелек с новым паролем, и накопленные сбережения должны автоматически переноситься на новый кошелек. При этом при попытке восстановления копии старого кошелька и пароля будут нерабочими.

Прослеживание истории денежных транзакций может быть использовано для идентификации адреса. В известной атаке Сибиллы хакер может попытаться наполнить сеть подконтрольными ему узлами, и остальные пользователи смогут подключиться только к блокам, созданным для мошенничества. Атакующий может видеть все ваши транзакции с помощью специальных программ.

*Атака 51%.* На ранних этапах своего развития биткоин и любая подобная ей валюта уязвима к так называемой атаке 51%: пока в распоряжении атакующего находятся мощности большие, чем у всей остальной сети, то он сможет не подтверждать чужие блоки, подтверждая только свои, а значит получать 100% всех новых биткоинов и блокировать по своему усмотрению любые транзакции. Однако проводить любые транзакции по своему усмотрению он не сможет, поскольку у него не будет чужих приватных ключей, чтобы эти транзакции подписать. На данный момент для осуществления такой атаки в сети биткоин требуется вычислительная мощность, во много раз превышающая мощность

всех суперкомпьютеров из рейтинга TOP-500 (500 самых мощных в мире суперкомпьютеров). После массового перехода майнеров с видеокарт на специально разработанные для добычи биткоинов интегральные схемы (asic) защита от такой атаки стала ещё сильнее.

*Атаки Denial-of-Service (DoS).* Отправка большого количества "мусорных" данных на узел, обрабатывающий транзакции, может усложнить его работу. Биткоин имеет встроенную защиту от атак типа «отказ в обслуживании», но современные атаки такого типа с каждым разом становятся все сложнее для блокировки.

*Уязвимость транзакций.* Несмотря на то, что транзакции в биткоин подписываются, эта подпись охватывает не всю информацию, которая хешируется для получения хеша транзакции. Фактически существует возможность изменить параметры транзакции так, что изменится хеш, но подпись останется прежней. На основе этого может быть организована атака при выводе средств со сторонних сервисов. В исходной транзакции заменяется идентификатор, деньги доходят до адресата, но тот сообщает в техническую поддержку сервиса, что исходная транзакция не дошла. В результате сервис может совершить повторную отправку средств.

*Проблемы с безопасностью и баги.* Баги могут привести к нестабильности в защите системы. Например, в узле информация должна обновляться за короткий отрезок времени. Если из-за бага это не произошло, в цепочке не появилась нужная информация, неправильные данные начали распространяться по сети и т.д. Все это может стать причиной остановки работы сети на несколько часов. Современные версии клиентов биткоин создаются с учетом того, что им придется реагировать на баги и вовремя исправлять ошибку.

*Проблемы недалекого будущего. Взлом хэш-функций.* Алгоритмы для вычисления хэш-функции стандартов SHA256 и ECDSA считаются такими, которые невозможно взломать на текущих компьютерных мощностях. Появление высокопроизводительных квантовых компьютеров увеличит риск взлома данных функций. В этом случае хэш-функцию биткоин можно будет заменить на более сложную.

*Увеличение числа пользователей.* Сеть биткоин справится с наплывом пользователей. Но если каждый пользователь начнет пользоваться специальными программами для того, чтобы спрятать свои IP-адреса (являющиеся доступными остальным пользователям), сеть работать не будет.

*Возможные проблемы с сегментацией и потерей транзакций.* Могут возникнуть трудности с делением блоков и узлов, а также путаница в транзакциях и потеря некоторых из них. Разработчики биткоин максимально следят за возможностью возникновения таких проблем и создают специальные коды, которые предотвращают трудности в работе сети.

*Транзакции-спам и транзакции-«пустышки».* Хакеры могут рассылать пользователям ложные транзакции, тем самым усложняя работу системы. Возможна также рассылка «пустышек» для создания сбоев работы сети.

*Проблема генерации избыточного числа адресов.* Количество адресов на работу сети не влияет. Это может только занять место на жестком диске или забрать ресурсы центрального процессора ПК отдельно взятого пользователя.

*Генерация блоков сниженной сложности.* Злоумышленник гипотетически может создать цепочку фиктивных блоков со сниженной сложностью. Эти блоки будут действующими для сети, но их цепочка не сможет соединиться с другими цепочками в сети, поскольку остальные узлы смогут проверить, что блок является фиктивным. Так обманные блоки будут отклонены сетью [6].

Таким образом, криптовалюту целесообразно определить как особую разновидность электронных денег, функционирование которых основано на децентрализованном меха-



низме эмиссии и обращении и представляет собой сложную систему информационно-технологических процедур, построенных на криптографических методах защиты, регламентирующих идентификацию владельцев и фиксацию факта их смены. Между тем, в настоящее время функционирование криптовалют основано лишь на неформальных нормах. Несмотря на высокую популярность, законодательно проведение операций с криптовалютами не закреплено [7]. В свое время росту популярности виртуальных монет способствовало резкое увеличение их курса. Однако они приобрели функцию резервного средства, предназначенного для безопасного хранения и приумножения сбережений. В последнее время наметилась совсем иная тенденция. Наряду с первым, биткоины понемногу приобретают статус обычного расчетного денежного инструмента [4].

Возможно, что в недалеком будущем биткоин заменит наличные денежные средства и займет свое место на глобальном финансовом рынке.

#### Список литературы

1. Манахов В.А. Пиринговая электронная платёжная система — биткоин // Инновации в науке: сб. ст. по матер. XXIX междунар. науч.-практ. конф. № 1(26). – Новосибирск: СибАК, 2014.
2. <https://bitinfocharts.com/ru/bitcoin/>.
3. <http://kinvestor.ru/kriptoaluta-kak-zarabotat/>.
4. <https://baksman.org/faq/pochemu-bitkoin-takoj-dorogoj.html>.
5. <https://tjournal.ru/48463-bitcoin-fluctuations-lottery>.
6. [https://ru.bitcoinwiki.org/wiki/Уязвимости\\_Bitcoin?mobileaction=toggle\\_view\\_desktop](https://ru.bitcoinwiki.org/wiki/Уязвимости_Bitcoin?mobileaction=toggle_view_desktop).
7. Вахрушев Д.С. Криптовалюта как феномен современной информационной экономики: проблемы теоретического осмысления / Д.С. Вахрушев, О.В. Железов // Интернет-журнал Научное ведение. - 2014. - Выпуск 5(24). - Режим доступа: <https://cyberleninka.Ru/article/n/kriptoaluta-kak-fenomen-sovremennoy-informatsionnoy-ekonomiki-problemy-teoreticheskogo-osmysleniya>.

Получено 30.01.2018

по страницам



#### ЦИФРЫ И ФАКТЫ

Десять лет назад — в 2008 году — человечество перешло важную границу: впервые в истории большинство людей стали жить в городах. И, по прогнозам, в ближайшие 30 лет в города переселятся ещё 2 миллиарда человек.

В Китае разработан способ определения группы крови за полминуты (стандартный процесс занимает до 20 минут). Каплю крови помещают на полоску индикаторной бумаги, пропитанной антителами, и бумага меняет цвет в зависимости от группы крови.

«Наука и жизнь» № 1, 2018



УДК 620.4

**Р.Б. Абдрахманов, Н.Т. Рустамов**

Международный казахско-турецкий университет им. Х.А. Ясави, г. Туркестан

**ФРАКТАЛЬНОСТЬ УПРАВЛЯЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В АКТИВНЫХ СИСТЕМАХ**

*В данной работе показана фрактальность управляющих воздействий  $G(\eta)$  в организационных системах, названных активной системой  $A_c$ . При этом фрактальная размерность  $D$  управляющих воздействий характеризует увеличение или уменьшение воздействия на элементы системы в зависимости от выполнения плана  $X$ .*

*Бұл жұмыста белсенді жүйе  $A_c$  деп аталатын ұйымдастырылған жүйелерде  $G(\eta)$  басқарушы әсерлердің фракталдық қасиеттері көрсетілген. Мұнда басқарушы әсерлердің  $D$  фракталдық өлшемдері  $X$  жоспарды орындауға байланысты жүйенің элементтеріне әсерінің артуы немесе кемуін сипаттайды.*

*In this work it is shown fractality of the control actions  $G(\eta)$  in the organizational systems called active system  $A_c$ . In this case, the fractal dimension  $D$  of control actions characterizes the increase or decrease of the effect on the elements of the system, depending on the fulfillment of the plan  $X$ .*

**Ключевые слова:** фрактальная геометрия, фрактальность управляющих воздействий, фрактальная размерность, активная система, глубина и сила управляющих воздействий, отношения Мандельброта, мера управления.

Как известно, физические объекты создают геометрию, а геометрия говорит, как должны происходить физические процессы. Мир, к которому мы привыкли, цельноразмерный. Наличие длины, ширины и высоты означает, что физические объекты находятся в трехмерном пространстве. Но многие физические объекты и происходящие в них процессы изломаны, изрезаны, фрагментарны. Они создают новую геометрию, в которой пространство не цельноразмерное, а дробное, или фрактальное [1]. В Евклидовой геометрии линия - это одномерный объект, и для изменения ее длины требуется бесконечное число масштабов. Размерность такой фрактальной линии оказывается больше единицы. По поводу этого говорят о масштабности или масштабируемости объектов. Еще фрактальные линии имеют свойство, называемое самоподобием.

Многомасштабность качественно можно понять следующим образом. Наверняка все замечали, что оценка расстояния «на глазок» в горах или на сильно пересеченной местности не совпадает с реально пройденным расстоянием. Это связано с тем, что обычно линии мы представляем себе плавными, а на самом деле в природе почти все линии сильно изрезаны и искривлены. Такие линии Б. Мандельброт назвал фрактальными [2]. У этих линий длина зависит от измерительной линейки, т.е. от масштаба изменения.

Ниже приведем формулу Мандельброта, пропуская, как можно вывести эмпирически эту формулу:

$$L = C \cdot \gamma^{1-D}, \quad (1)$$

где  $L$  – длина измеряемой кривой линии;  $C$  – масштабный множитель;  $\gamma$  - масштаб измерения;  $D$  – фрактальная размерность. Эту формулу называют первой аксиомой фрактальной геометрии. Аксиома многомасштабности: чтобы что-то изменить, надо иметь набор масштабов. Введя вторую аксиому, означающую, что любой участок фрактальной линии обладает одной и той же фрактальной размерностью, формуле (1) можно дать компактную формулировку:

$$\eta L = C \cdot (\eta \gamma)^{1-D}. \quad (2)$$

Надо только учитывать, что здесь скобки представляют собой оператор, означающий, что сначала надо задавать масштабный множитель, и только после этого можно будет возводить в степень. Аксиомы фрактальной геометрии составляют два условия для трех величин: длины, масштаба и фрактальной размерности. В качестве свободного параметра, очевидно, надо брать фрактальную размерность, ее можно определить, рассматривая детальный механизм явления. Если с точки зрения этой геометрии рассмотреть процессы управления в организационных системах, то можно объяснить многие вопросы, связанные с эффективностью этих систем.

В активных (организационных) системах  $A_c$ , т.е. системах, в которых управляемые субъекты обладают свойством активности, в том числе свободой выбора своего состояния, остро стоит вопрос оценки управляющих воздействий на эти субъекты, названные элементами [3]. Помимо возможности выбора состояния, элементы активной системы  $A$ , обладают собственными интересами и предпочтениями, осуществляют выбор состояние целенаправленно (в противном случае их поведение можно было бы рассматривать как пассивное). Соответственно конкретизируется и модель управляющих воздействий системы  $G(\eta)$ , которая должна учитывать проявления активности управляемых субъектов  $A_c$ . Управляющие воздействия (или процедура активизации потенциала управления  $P_y^{A_c}$   $\eta \in U$ ) по своей физической природе имеют два компонента: *силу* и *глубину* [4]. Но с другой стороны это воздействие приходится постоянно менять (то усиливать, то ослаблять) в зависимости от выполнения плана  $X$ -системы. Как можно оценить меру этим воздействиям? Ведь от этой меры зависит управляемость  $A_c$ , оценивающей эффективность  $A_c$ .

Допустим, что состояние  $A_c$  описывается переменной  $y \in U$ , принадлежащей допустимому множеству  $A$ . Состояние системы в рассматриваемый момент времени зависит от управляющих воздействий  $\eta \in U$   $P_y^{A_c}$ ,  $y = G(\eta)$ . Предположим, что на множестве  $U \times A$  задан функционал  $\Phi(G(\eta), P_o^{A_c})$ , определяющий эффективность функционирования системы (с точки зрения  $P_o^{A_c}$  системы). Величина  $K G(\eta), P_o^{A_c} \subset \Phi G(\eta), P_o^{A_c}$  называется эффективностью управляющих воздействий  $G(\eta) \in U$ .

Надо найти такое допустимое управление (воздействие) при определенных соотношениях компонентов потенциала  $P_o^{A_c}$  активной системы, которое бы максимизировало значение ее эффективности при условии, что известна реакция активных элементов на управляющие воздействия  $G(\eta)$ , т.е.

$$\eta^* \in \operatorname{Argmax} K G \eta, P_o^{A_c} = \eta \in U | \forall \gamma \in U K(G(\eta), P_o^{A_c}) \geq K(G(\gamma), P_o^{A_c}). \quad (3)$$

Как известно из [1, 2], несмотря на внешнее разнообразие встречающихся в природе самоподобных структур, все они обладают общей количественной мерой - фрактальной размерностью, характеризующей скорость увеличения элементов фрактала с увеличением интервала масштабов, на котором он рассматривается.

Ключевым содержанием данной концепции применительно к управлению организационными структурами является следующее. Предприятие (производственное подразделение) понимается принципиально как живой и обучающийся организм, действующий в быстро меняющейся обстановке. В соответствии с этим оно называется фрактальным (от лат. «fractus» - ломаный, состоящий из фрагментов). Варнеке [5] дает следующее его определение: «Фракталы представляют собой самостоятельно действующие подразделения предприятия, цели и действия которых можно четко разграничить». Фрактальные предприятия создаются путем сведения воедино сетеобразных, гибко кооперируемых фракталов при высокой интенсивности информационных и коммуникационных связей.

В управлении организационными структурами учет их фрактальных свойств дает возможность оценки изменения управляющих воздействий в зависимости от выполнения плана  $X$  [6]. Чтобы понять эту концепцию, в первую очередь мы должны раскрыть фрактальное свойство  $G(\eta)$ .

В работе [7] потенциал  $A_c$  определяется как состоящий из трех компонентов: внешний потенциал  $\Pi_{\text{вн}}^{A_c}$ , внутренний потенциал  $\Pi_{\text{вт}}^{A_c}$  и потенциал управления  $\Pi_y^{A_c}$ , т.е.

$$\Pi_o^{A_c} : \Pi_{\text{вн}}^{A_c} \& \Pi_{\text{вт}}^{A_c} \& \Pi_y^{A_c}. \quad (4)$$

Тогда состояние  $A_c$  описывается переменной  $y \in U$ , принадлежащей допустимому множеству  $A$ . Состояние системы в рассматриваемый момент времени зависит от управляющих воздействий:

$$\eta \in U \quad \Pi_y^{A_c}, \quad y = G(\eta), \quad (5)$$

где  $G(\eta)$  - это модель управляющих воздействий.

По своему содержанию управляющее воздействие выражается следующим образом:

$$U = f \& q, \quad (6)$$

где  $f$  - сила воздействия;  $q$  - глубина воздействия.

Тогда свойства восприимчивости к воздействию  $G(\eta)$  у активных элементов  $A_3$  вызывают следующие естественные реакции [8]:

1. Сопrotивляемость возникает, когда цели  $A_3$  и центра не совпадают. Этот параметр обозначим как  $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ .

2. Избирательность появляется, если  $f \rightarrow \max$ . Этот параметр обозначим как  $I = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}$ .

3. Неопределенность возникает, когда  $f \rightarrow \max$  и  $q \rightarrow \min$  или  $f \rightarrow \min$  и  $q \rightarrow \max$ . Этот параметр обозначим как  $N = \{n_1, n_2, \dots, n_k\}$ .

3. Активность возникает, когда цели  $A_3$  и центра совпадают. Этот параметр обозначим как  $A1 = \{a1_1, a1_2, \dots, a1_l\}$ .

Когда центром производятся управляющие воздействия  $U$ , т.е. центр начинает управлять, то для  $A_c$  модель управляющих воздействий будет  $G: U \rightarrow X$  или

$$G(f \& q) : ((U \rightarrow S) \& (U \rightarrow I) \& (U \rightarrow N) \& (U \rightarrow A1)) \rightarrow X. \quad (7)$$

Эта формула показывает, что в  $A_c$  управление - это воздействие на активные элементы  $A_3$  системы с целью выполнения поставленного плана  $X$ . В свою очередь, как уже отметили, воздействие  $\eta \in U$  состоит из двух компонент:  $q$  - глубины воздействия и  $f$  - силы воздействия. Чтобы удачно выполнить план  $X$ , центр  $A_c$  должен выработать меру воздействия на  $A_3$ . Если изменения этой меры обозначим как  $D$ , то мерой управления будет  $G$ . С геометрической точки зрения масштабом воздействие  $\eta \in U$  будет сила воздействия  $f$ , а глубина воздействия  $q$  будет масштабным множителем. При таком подходе модель управления  $A_c$  будет оцениваться следующей формулой:

$$G(q \& f) \approx q \cdot f^{1-D}. \quad (8)$$

Формула (8) означает, что эффективность управляющих воздействий степенным образом зависит от силы воздействия и подобна формуле (1). В этом случае  $D$  называется фрактальной размерностью, которая характеризует скорость изменения управляющих воздействий в зависимости от выполнения плана  $X$ , а  $G(\eta)$  - фрактальной размерностью  $D$  управляющих воздействий.

Если цель центра обозначим как  $\Psi_{A_c}(X, \Omega)$ , где  $X$  - план  $A_c$ ,  $\Omega$  - множество типов  $A_3$ , то  $A_3$  способен выбирать, кроме своего плана  $x_j$ , еще некоторые действия. Это значит, что у него существует своя цель  $\Psi_{A_3}(X, \Omega)$ , эти действия  $A_3$  отражаются на параметре  $r$ . Послед-

ствием этих действий может быть невыполнение плана  $x_j$ . Такое действие  $A_j$  начинается после действия управляющих воздействий  $\eta \in U(\Pi_y^{A_c})$ :  $y=G(\eta)$ . Здесь возможно несовпадение  $\Psi_{A_3}(X, \Omega)$  и  $\Psi_{A_c}(x, \Omega)$ . Допустим, что  $\eta^v = \eta(y) \in U$ ,  $\eta: A \rightarrow U$ , т.е. допустимое управление, максимизирующее эффективность, показанное в (3), определяется следующей теоремой.

*Теорема 1.*  $K G(\eta), \Pi_o^{A_c} \rightarrow \max_{\eta \in U}$ , когда  $G(\eta)=I$ .

*Доказательство* этой теоремы производится построением истинностной таблицы  $G(\eta)$  (7) [8, 9].

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы. Сама процедура выбора управляющих воздействий сильно зависит от оценки выполнения плана в данный момент. Если план выполняется, то  $G(\eta)$  не изменится, если план не выполняется, то надо, чтобы  $G(\eta) \rightarrow \max_{\eta} D$ , т.е. надо усилить силу воздействия и участить его глубину, так как глубина воздействия играет роль масштабного множителя. Это достигается увеличением фрактальной размерности, означающим корректировку плана. С другой стороны, оценка фрактальной размерности управляющих воздействий производится в этапе процедуры планирования. Такой подход оценки  $D$  дает возможность центру прогнозировать поведение активных элементов в период выполнения плана.

Необходимость к этому возникает из-за существования в структурах  $A_c$  и между активными элементами реакции на управляющие воздействия. Целью корректировки  $D$  является обеспечение условия (3).

#### Список литературы

1. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. - М.: Изд-во «Институт компьютерных исследований», 2002. - 656 с.
2. Балханов З.К. Основы фрактальной геометрии и фрактального исчисления / Под. ред. Ю.Б. Башкуева. - Улан-Удэ: Изд-во Бурятского госуниверситета, 2013. - 224 с.
3. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. - М.: Изд-во физико-математических литератур, 2007. - 584 с.
4. Рустамов Н.Т. Активизация потенциала управления организации / Н.Т. Рустамов, Г.Ж. Азретбергенова, М.Ж. Жасузакова. - Алматы: Изд-во "ЭКОНОМИКА", 2015. - 140 с.
5. Варнеке Х.Ю. Революция в предпринимательской культуре. Фрактальное предприятие. - М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 1999. - С. 157-232.
6. Рустамов Н.Т. Фрактальное управление активной системой. Доклады республ. науч.-техн. конф. «Современное состояние и перспективы применения информационных технологий в управлении». - Джизак, РУз, 2016. - С. 272-277.
7. Рустамов Н.Т. Потенциал активной системы и ее устойчивость / Н.Т. Рустамов, Г.М. Порсаев // Проблемы вычислительной и прикладной математики. - Ташкент, 2016. - С. 91-98.
8. Рустамов Н.Т. Закономерности организационных успехов и неудач / Н.Т. Рустамов, М. Ибраим, Р.Б. Абдрахманов. - Ташкент: «Fan va texnologiya», 2009. - 200 с.
9. Хуснутдинова Х.Х. Информационные системы оценки управляемости / Х.Х. Хуснутдинова, Н.Т. Рустамов. - Ташкент: ФАН, 2005. - 128 с.

Получено 30.01.2018

УДК 331.107

**Р.Б. Абдрахманов, Н.Т. Рустамов**

Международный казахско-турецкий университет им. Х.А. Ясави, г. Туркестан

**СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЯЕМОСТЬ В АКТИВНОЙ СИСТЕМЕ**

*В данной статье рассматриваются вопросы стратегического планирования в активной системе с учетом управляемости элементов системы с оценкой его потенциала. Доказывается необходимость стратегического планирования для эффективного управления активной системой.*

*Бұл мақалада белсенді жүйелерді оның потенциалдарын ескере келе стратегиялық жоспарлау мәселелері қарастырылады. Белсенді жүйелерді тиімді басқару үшін стратегиялық жоспарлаудың қажеттілігі дәлелденеді.*

*This article discusses the strategic planning of an active system based on its potentials. The necessity of strategic planning for effective management of the active system is proved.*

**Ключевые слова:** активная система, стратегическое планирование, условие открытого управления, условие NDA, процедура административного контроля, потенциал системы, потенциал управления.

Основными составляющими любой организации (активной системы  $A_c$ ) являются люди, входящие в данную организацию, задачи, для решения которых данная организация существует, и управление, которое формирует, мобилизует и приводит в движение потенциал организации для решения стоящих перед ней задач.

С другой стороны, стабильное существования любой организационной структуры во многом зависит от ее потенциала  $\Pi_o^{A_c}$  [1], состоящего из трех компонентов: внешний потенциал  $\Pi_{\text{вн}}^{A_c}$ , внутренний потенциал  $\Pi_{\text{вн}}^{A_c}$ , потенциал управления  $\Pi_y^{A_c}$ , т.е.

$$\Pi_o^{A_c} : \Pi_{\text{вн}}^{A_c} \& \Pi_{\text{вн}}^{A_c} \& \Pi_y^{A_c}. \quad (1)$$

Без знания потенциала управления своей организации руководитель не сможет осуществить стратегическое планирование. Для этого он должен уметь вовремя объективно оценивать потенциал управления своей организации. В свою очередь, такая оценка тесно связана с тем, как построена процедура административного контроля  $A_k$ . В связи с этим система управления организации должна обладать чертами самонастраивающейся системы, обеспечивающей решение задачи эффективно реагировать, приспосабливаться к изменениям внешней и внутренней среды для выживания и достижения поставленных целей с учетом человеческого фактора [2].

Для нестабильной и противоречивой рыночной среды решение такой задачи по существу означает возможность выживания предприятия за счет активного организационного поведения в этой среде. Отсюда следует необходимость обращения к внутренним механизмам управления в условиях рынка, заложенным в системе управления организации. Такое обращение выражается в способности в нужный момент не только принимать нужное решение, но и реализовать его. Все это связано *стратегическим планированием деятельности*  $A_c$  и активизацией нужных компонентов в механизме управления [3]. С другой стороны, вопрос стратегического планирования требует алгоритмизации процедуры планирования  $\pi$  и процедуры  $A_k$ .

Целью работы является создание алгоритмической модели стратегического планирования потенциала активной системы для эффективного управления активной системой  $A_c$ , т.е.  $\xi : (\Pi_{\text{вн}}^{A_c} \cap \Pi_{\text{вн}}^{A_c}) \rightarrow \Pi_y^{A_c}$ .

Для достижения поставленной цели ниже рассмотрим модель механизмов планирования в организационных системах [4, 5]. Далее на основе этой модели сформулируем модель *стратегического планирования*  $A_c$ .

Рассмотрим двухуровневую и многоэлементную организационную систему ( $A_c$ ), состоящую из центра и  $n$  агентов (работников  $A_{\alpha_i}$ ). Стратегией каждого из агентов является сообщение центру некоторой информации  $\tilde{S} \in \Omega_i$ ,  $i \in N = \{1, 2, \dots, n\}$  - множеству агентов. Центр на основании сообщенной ему информации назначает агентам планы  $x_i = \pi_i(\tilde{S}) \in X_i \subseteq \mathbb{R}^1$ , где  $\pi_i : \Omega \rightarrow X_i$ ,  $i \in N$  - процедура (механизм) планирования,  $(\tilde{S} = s_1, s_2, \dots, s_n) \in \Omega = \prod_{i \in N} \Omega_i$  - вектор сообщений всех агентов.

Здесь  $X$  - план  $A_c$ ;  $\Omega$  - множество типов  $A_{\alpha_i}$  (агентов). Если процедура планирования является функцией отображения  $\Omega$  на множество плана  $X$ , то при этом стратегия планирования центра будет зависеть от типа активных элементов  $r_i$ . В свою очередь  $r_i$  оценивается функцией управляемости  $A_{\alpha_i} MB_{A_{\alpha_i}}$  [6], т.е.  $r_i = MB_{A_{\alpha_i}}$ , тогда процедура планирования выглядит как

$$\pi_i : \Omega(v \cdot MB_{A_{\alpha_i}}) \rightarrow X_i(\xi). \quad (2)$$

Здесь  $\xi$  выражает стратегию центра  $A_c$ . По своей сути  $\xi$  включает в себя те управляющие мероприятия, которые в перспективе обеспечивали выполнение плана  $X_i(\xi)$ , т.е.

$$\eta \in \text{Argmax} K(\eta) = \{\eta \in U \mid \forall \gamma \in U \quad K(\eta) \geq K(\gamma)\}, \quad (3)$$

где  $U$  - множество управляющих воздействий  $\{\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n\} \in U$ ;  $K(\eta)$  - эффективность управления  $\eta \in U$ . Эти процедуры происходят в пространстве состояний  $U \times A$ , где  $A$  - множество состояний  $A_c$ .

Таким образом, механизм стратегического планирования выглядит как

$$P_c = \begin{cases} \pi_i \rightarrow \max \text{ если } \xi \rightarrow \max \\ \pi_i \rightarrow \min \text{ если } \xi \rightarrow \min \end{cases}. \quad (4)$$

Теперь остается выяснить процедуру оценки  $\xi \rightarrow \max$ . Выполнение процедуры  $\xi \rightarrow \max$  или  $\xi \rightarrow \min$  зависит от потенциала управления  $\Pi_y^{A_c}(a_1, a_2, a_3)$ , соответствующего внутренним и внешним потенциалам  $A_c$ , т.е.  $(\Pi_{вн}^{A_c} \cap \Pi_{вм}^{A_c}) \rightarrow \Pi_y^{A_c}$ . Сам потенциал управления  $\Pi_y^{A_c}(a_1, a_2, a_3) : G(\eta) \rightarrow \tilde{S}(X)$  кроется в инструментах управляющего воздействия: умственный ( $a_1$ ), исполнительный ( $a_2$ ) и наблюдательный ( $a_3$ ). Эта процедура будет управлением, если

$$\Pi_y^{A_c}(a_1, a_2, a_3) : (G(\eta) \rightarrow \tilde{S}(X)) \& A_c. \quad (5)$$

Эти параметры являются механизмом управления. В принципе, такое распределение носит условный характер, так как любой акт управляющего воздействия выступает как момент единства взаимодействия всех трех инструментов, а значит, и момент единства организованности, информированности и квалифицированности планирования.

Степень единства и выраженности трех инструментов и выражает стратегическое планирование:

$$\xi : ((\Pi_{вн}^{A_c} \cap \Pi_{вм}^{A_c}) \rightarrow \Pi_y^{A_c}) \rightarrow \max. \quad (6)$$

Таким образом, потенциал управления  $A_c$  является определяющим фактором стратегического планирования, которое зависит от выполнения условия  $NDA$ .

Условие NDA стратегического планирования:

$$\Psi_{Ac}(P_c(\Pi_y^{Ac}(a_1, a_2, a_3), X) \rightarrow \max \text{ для } \Pi_y^{Ac} > \varepsilon, \quad (7)$$

$$f_i(MB_{\Lambda_{\Delta i}}^{Ac}, X, \hat{S}) \rightarrow \max f_i(Z_i, \hat{S}_i, MB_{\Lambda_{\Delta i}}) \text{ для } MB_c(MB_{\Lambda_{\Delta i}}) \leq \varepsilon, \quad (8)$$

где  $Z_i \in A$  - результат деятельности  $A_{\Delta i}$ ;  $P_c$  выражает интересы центра  $A_c$ ;  $MB_{\Lambda_{\Delta i}}$  - управляемость активного  $i$ -го элемента  $A_{\Delta i}$  активной системы  $A_c$ ;  $MB_c$  - управляемость структуры активной системы;  $\hat{S}$  - сообщения о выполнении плана  $x_i$  агентом  $A_{\Delta i}$ ;  $x_i \in X$  - планы которых должен выполнять  $A_{\Delta i}$ . Условие (7) обеспечивает назначение агенту плана, максимизирующего  $\xi$ , т.е.  $\xi \rightarrow \max$ . Условие (6) в неявном виде задает процедуру стратегического планирования, максимизирующую целевую функцию центра  $A_c$ . Процедуру, удовлетворяющую условиям (7) и (8), называют механизмом открытого управления с учетом стратегического планирования. Основная идея принципа открытого управления (ОУ) заключается в том, чтобы оптимально использовать процедуру стратегического планирования, максимизирующую интересы  $A_{\Delta i}$ , в предположении, что сообщения  $\hat{S}_i$  неманипулируемы, т.е. центр идет навстречу агенту, рассчитывая на то, что и он его не обманет [5].

**Теорема 1.** Необходимым и достаточным условием эффективности стратегического планирования для  $A_c$  является существование множеств  $x_i(\hat{S})$ , для которых выполнено условие NDA.

**Доказательство.** Так как условие NDA является правилом существования стратегического планирования, выполнение условия NDA для  $A_c$  не требует процедуры стратегического планирования. А невыполнение условия NDA для  $A_c$  требует осуществления этой процедуры.

**Необходимость.** Допустим, что каждый тип агента выражается как  $r_i(MB_{\Lambda_{\Delta i}})$  и  $\hat{S}_i \in \Omega$ , а функция «штраф» за невыполнения плана  $I_i(\pi_i(\hat{S}_i), r_i)$ ,  $\pi(S_i)$ , значение плана которого должен выполнить  $r_i(MB_{\Lambda_{\Delta i}})$  тогда

$$\forall r_i(MB_{\Lambda_{\Delta i}}), \forall i \in I, \forall \hat{S}_i \in \Omega_i, f(P_c, x_i, \hat{S}_i) \geq I_i(\pi_i(\hat{S}_i), r_i), \quad (9)$$

$$\forall r_i(MB_{\Lambda_{\Delta i}}), \forall i \in I, \forall \hat{S}_i \in \Omega_i, f(P_c, x_i, \hat{S}_i) \leq I_i(\pi_i(\hat{S}_i), r_i), \quad (10)$$

будет условием осуществления процедуры стратегического планирования.

**Достаточность.** Возьмем произвольного агента  $A_{\Delta i}$ ,  $i \in I$  и вектор  $\hat{S}_i \in \Omega_i$  и рассмотрим вектор типов  $r_i(MB_{\Lambda_{\Delta i}}) \cdot \Pi_y^{Ac}(a_1, a_2, a_3) > \varepsilon_1$ . Из условия NDA имеем:

$$f(P_c, r_i) = \max_{z \in X_i(\hat{S}_i)} f_i(z, \hat{S}_i, MB_{\Lambda_{\Delta i}}) \quad MB_{Ac}(MB_{\Lambda_{\Delta i}}) > \varepsilon_2, \quad (11)$$

поэтому  $\forall z \in x_i(\hat{S}_i)$  тогда  $\forall \hat{S}_i \in \Omega_i, f(P_c, r_i) \geq f(\pi_i(\hat{S}_i), r_i, MB_{\Lambda_{\Delta i}} \geq \varepsilon_2)$ , т.е. неманипулируемое сообщение  $\hat{S}$  является равновесным условием осуществления процедуры стратегического планирования. Функция предпочтения агента  $A_{\Delta i}$ , отражающая интересы агента в задачах стратегического планирования  $\varphi_i(x_i, r_i): \mathfrak{R}^2 \rightarrow \mathfrak{R}^1$ , зависит от соответствующей компоненты назначенного центром плана и некоторого параметра – типа агента. Управляемость активного элемента  $A_c$  численно оценивается следующей формулой [6]:

$$MB_{\Lambda_{\Delta i}} = AI/3(S+I+N). \quad (12)$$

В работе [2] управляющее воздействие выражается формулой  $U = F \& Q$ , где  $F$  - сила воздействия;  $Q$  - глубина воздействия. Свойства восприимчивости к воздействию  $U$  у



агентов вызывает следующие естественные реакции:

1. Сопrotивляемость возникает, когда условие  $NDA$  не выполняется. Эту реакцию обозначим как  $\hat{S} = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ .

2. Избирательность появляется, когда условие  $NDA$  выполняется частично. Центр усиливает  $F \rightarrow \max$ . Эту реакцию обозначим как  $I = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}$ .

3. Неопределенность возникает, когда условие  $NDA$  или выполняется, или выполняется частично. В этом случае центр усиливает  $F \rightarrow \max$  и  $Q \rightarrow \min$  или  $F \rightarrow \min$  и  $Q \rightarrow \max$ . Эту реакцию обозначим как  $N = \{n_1, n_2, \dots, n_k\}$ .

4. Активность возникает, когда условие  $NDA$  выполняется. Эту реакцию агента выражаем как  $A1 = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ .

Когда центром  $A_c$  производится управляющее воздействие  $G(\eta) \in U$ , т.е. начинается организационное управление, то модель управляющих воздействий  $A_c$  выглядит как

$$G: ((U \rightarrow S) \& (U \rightarrow I) \& (U \rightarrow N) \& (U \rightarrow A1)) \rightarrow X. \quad (13)$$

Таким образом, необходимость в стратегическом планировании возникает, когда в организационной системе начинается манипуляция сообщениями  $\tilde{S}_i$  о выполнении плана активными элементами  $A_c$ . В этом случае, если  $A_{aj}$  не удовлетворяет условию  $NDA$ , центр принимает решение об устранении этого  $A_{aj}$  из системы. Именно такое решение является началом стратегического планирования. Неудовлетворение условия  $NDA$  активного элемента отражается на его управляемости, т.е.  $MB_{A_{aj}} \rightarrow \min$ .  $MB_{A_{aj}}$  - это механизм восприимчивости управляющих воздействий агентом. Такая восприимчивость отражается в его реакциях на управляющие воздействия.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы. Условие  $NDA$  дает нам возможность оценить необходимость стратегического планирования и показывает, что стратегическое планирование напрямую зависит от социально-психологического состояния агентов организационной структуры. Таким образом, решение задачи стратегического планирования зависит от типа  $r_i(MB_{A_{aj}})$  агентов  $A_c$ . Если концептуально представим, что центр дал план для выполнения активному элементу в соответствии с миссией организации, и активный элемент по какой-то причине не смог выполнить поставленную задачу, то центр должен предпринять какие-то меры, чтобы этот план был выполнен. Именно эти мероприятия составляют основу стратегического управления. Центр при планировании деятельности организации должен учитывать такие ситуации. Процедура их учета составляет основу стратегического планирования.

#### Список литературы

1. Рустамов Н.Т. Потенциал активной системы и ее устойчивость / Н.Т. Рустамов, Г.М. Порсаев // Проблемы вычислительной и прикладной математики. – Ташкент, 2016. – С. 91-98.
2. Рустамов Н.Т. Закономерности организационных успехов и неудач / Н.Т. Рустамов, М. Ибраим, Р.Б. Абдрахманов. – Ташкент: Fan va texnologiya, 2009. – 200 с.
3. Рустамов Н.Т. Потенциал активной системы и ее реализация / Н.Т. Рустамов, Р.Б. Абдрахманов, К.А. Утебаев // Сборник науч. тр. магистрантов, PhD докторантов и молодых исследователей ЮКГУ им. Х. Ауэзова. - Шымкент, 2016. - № 36. - С. 87-92.
4. Новиков Д.А. Курс теории активных систем / Д.А. Новиков, С.Н. Петраков. – М.: СИМТЕГ, 1999. – 104 с.
5. Бурков В.Н. Механизмы функционирования организационных систем / В.Н. Бурков, В.В. Кондратьев. - М.: Наука, 1981. - 384 с.

6. Хуснутдинова Х.Х. Информационные системы оценки управляемости организации / Х.Х. Хуснутдинова, Н.Т. Рустамов. - Ташкент: ФАН, 2005. - 128 с.

Получено 30.01.2018

УДК 004.436

**М.Ж. Базарова, Г. Жомартқызы**

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск

#### ТРАНСФЕР ЗНАНИЙ ВУЗОВ В СЕМАНТИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПОРТАЛЕ

*В статье рассматривается понятие трансфера знаний и его применение для знаний вузов и профессиональных стандартов. Разработка распределенной информационной системы позволит обеспечить трансфер знаний вузов между университетами и предприятиями. Для формализации знаний используются онтологии, которые составляют базу знаний. В статье представлена структура семантического образовательного портала.*

*Мақалада білім беру тұжырымдамасы және оны жоғары оқу орындарындағы білімі мен кәсіби стандарттарға қолдану туралы айтылады. Бөлінген ақпараттық жүйенің дамуы университеттер мен кәсіпорындар арасында білім беруді қамтамасыз етеді. Білім негізін құрайтын онтология білімді қалыптастыру үшін қолданылады. Мақалада семантикалық білім порталының құрылымы келтірілген*

*The article discusses the concept of knowledge transfer and its application for knowledge of universities and professional standards. The development of a distributed information system will ensure the transfer of knowledge of universities between universities and enterprises. Ontology is used for the formalization of knowledge, which forms the basis of knowledge. The article presents the structure of the semantic educational portal.*

**Ключевые слова:** трансфер знаний, управление знаниями, распределённая база знаний, онтология, информационная система, компетенция.

В Республике Казахстан произошли кардинальные изменения модели функционирования высших учебных заведений. Эти изменения обусловлены стратегией развития Республики Казахстан до 2050 года и концепцией Болонского процесса, в соответствии с которыми высшим учебным заведениям отводится роль центров «образования, науки, творчества и трансфера знаний» [1-3]. Республика Казахстан поддерживает принятую ведущими мировыми государствами концепцию рыночно-ориентированного инновационного университета, основанную на треугольнике знаний (образование-наука-инновации) и направленную на крупномасштабное инвестирование в человеческие ресурсы, развитие профессиональных навыков и научных исследований, поддержку модернизации системы образования с целью соответствия их потребностям глобальной экономики, основанной на знаниях [4]. Для осуществления инновационной деятельности необходима система её организации, которая получила название системы трансфера знаний [5].

Понятие «трансфер знаний» пришло на смену понятия «трансфер технологий» как более ёмкое и включающее обмен знаниями между высшими учебными заведениями, бизнесом, государством и общественными структурами. Трансфер технологий, активно развивающийся с начала восьмидесятих годов 20 века, связан с коммерциализацией результатов научных исследований.

Трансфер знаний - это организационные системы и процессы, посредством которых знания, включая технологии, опыт и навыки, передаются от одной стороны к другой,

приводя к инновациям в экономике и социальной сфере. Болонский процесс однозначно определяет необходимость корректировки системы отношений между университетами и предприятиями, причисляя деятельность по трансферу знаний к ключевым компонентам развития университета, обеспечивающим коммерциализацию научных исследований и реализацию рыночно-ориентированных образовательных программ [6].

Трансфер знаний возможен при наличии информационной среды, обеспечивающей накопление, обработку и распространение знаний. Основополагающим элементом такой среды является технологическая инфраструктура, охватывающая национальные информационные ресурсы, информационные ресурсы площадок (институтов) трансфера технологий и систем управления знаниями фирм, предприятий и учреждений образования.

Понятие «управление знаниями» появилось в 90-е годы прошлого века [7-10]. Тогда же начались исследования в данном направлении. Большой вклад в исследование управления знаниями внесли такие ученые, как Т. Давенпорт, Л. Прусак, И. Нонака, Х. Такеучи, Т. Стюарт, Б.З. Мильнер, К. Вииг, Д. Белл, М. Демареста, Д. Барни, П. Друкера, М. Полани, Р. Рича, Э. Тоффлера и др. Но проблемы разработки и внедрения систем управления знаниями на нижнем инфраструктурном уровне остаются актуальными и критическими для расширения круга участников трансфера знаний. Одним из подходов к решению этой проблемы является разработка распределённой информационной системы трансфера знаний вузов, обеспечивающей доступ к распределённым базам знаний образовательных программ и научных исследований посредством семантического портала и программных интерфейсов.

Результат анализа зарубежных и отечественных научных исследований последних лет показал, что важной технологической инфраструктурой экономики знаний являются распределённые базы знаний [11]. Разделение базы знаний в соответствии с контекстом, который определяется потребителями и решаемыми ими задачами, было предложено в работе [12]. По сравнению с централизованной базой знаний, которая свойственна проектным решениям при создании сайтов для платформ трансфера технологий, разделение базы знаний по группам потребителей и решаемых задач позволяет оптимизировать время извлечения знаний.

Основные трудности по выделению, поиску, структурированию и хранению знаний связаны с решением задач формализации базы знаний и разработки методов интеллектуальной обработки информации. В настоящее время существуют различные модели и языки, ориентированные на описание знаний, но все большую популярность приобретают онтологии [13-15], методы семантического поиска и обработки текстовых документов с целью извлечения знаний и их классификации [16-20].

Разработка онтологий осуществляется с помощью пакета редактора онтологий Protégé 4.3, который является свободным, открытым, кроссплатформенным редактором онтологий и фреймворком для построения баз знаний. Доступ к пакету осуществляется по ссылке <http://protege.stanford.edu>. Уровень базы знаний в структуре распределённой информационной системы выполняется в виде файлов формата OWL/XML и RDF/XML.

Для реализации взаимодействия участников трансфера знаний необходимо разработать информационную модель распределённой базы знаний вуза, которая позволит интегрировать онтологию образовательных программ и научных знаний вуза и востребованных на региональном рынке труда профессиональных компетенций [21]. Интеграция данных в информационной системе естественным образом предполагает и интеграцию в той или иной форме метаданных, определяющих их источники. Одной из главных проблем интеграции данных является обилие форматов и типов. Сопоставление компетенций образовательной программы, профессиональных стандартов и европейской рамки ИКТ-

компетенций (The European e-Competence Framework - e-CF) формируют общие требования профессиональной подготовки, необходимые для выполнения конкретной трудовой деятельности. Компетенциями образовательного стандарта являются результаты обучения из модульной образовательной программы специальности. Чтобы освоить результат обучения, необходимо освоение определенных модулей, которые включают дисциплины. Компетенциями профессиональных стандартов выступают трудовые функции, включающие знания, умения и навыки. Компетенциями из рамки квалификаций e-CF являются справочные компетенции, которые включают знания и навыки.

Онтологический подход позволяет совместить эти три вида компетенций и перенести профессиональные компетенции в содержание дисциплин, что обеспечит востребованность выпускников вузов на рынке труда без дополнительного обучения или переобучения. Используя онтологический подход, необходимо разработать базу знаний модульных образовательных программ вуза, профессиональных компетенций и e-CF. Онтология образовательных программ уже была построена ранее в рамках проекта грантового финансирования. Построение онтологий профессиональных компетенций и e-CF выполнено в рамках написания диссертационной работы [22].

Назначение онтологической модели компетенций состоит в том, чтобы отобразить содержание трудовых функций профессионального стандарта для конкретного вида деятельности и конкретного квалификационного уровня на академические компетенции, повышая тем самым качество содержания образовательной программы и обеспечивая готовность выпускника к профессиональной деятельности в конкретной должности. Онтология вместе с множеством индивидуальных экземпляров классов составляют базу знаний.

На рис.1 представлен фрагмент построенной онтологии.

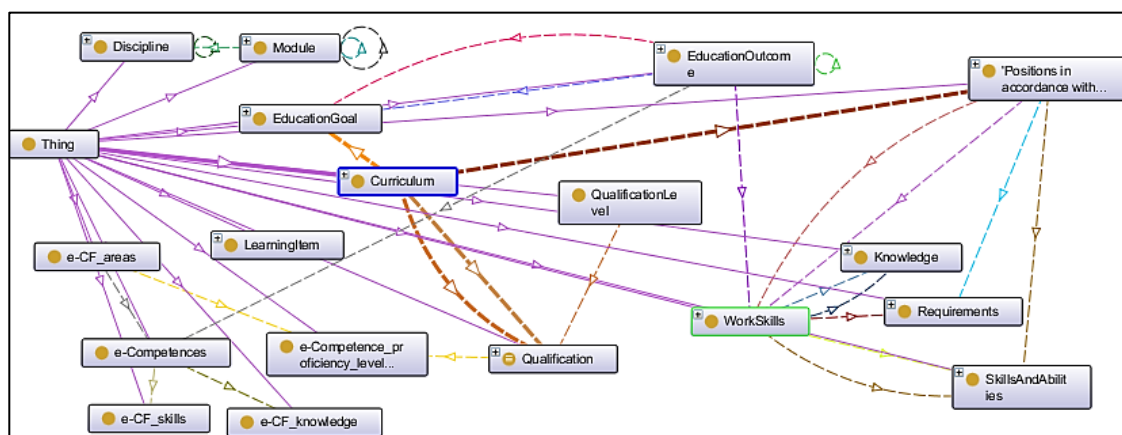


Рисунок 1 - Фрагмент построенной онтологии

Для обеспечения функций трансфера знаний вузов между всеми участниками – преподавателями, студентами и работодателями - необходимо создание единого образовательного пространства, т.е. образовательного портала (рис. 2). Для доступа к знаниям, содержащимся в онтологии образовательных ресурсов, необходимо разработать сервисы взаимодействия с базой знаний, инкапсулирующие технологии работы с базой знаний и логического вывода. База знаний состоит из онтологий образовательных программ, научных знаний и профессиональных стандартов (рис. 2).

Сервисы взаимодействия с базой знаний используют библиотеку OWL API. Библиотека OWL API имеет модальную структуру и представляет функции по редактированию ба-

зы знаний и организации работы машины логического вывода. Так как используется Pro-tégé 4.3, в качестве машины логического вывода будет использоваться HermiT, так как она более полно поддерживает стандарт OWL DL, чем Fact++.

На рис. 3 представлены слои формирования сервисов семантического образовательного портала. База знаний структуры сервис-ориентированной системы хранится на сервере в виде OWL/XML-файла. Доступ к ней осуществляется через веб-сервисы. Для редактирования базы знаний используется библиотека. Функции поиска обеспечиваются машиной логического вывода HermiT. Клиент обеспечивает функции генерации сервисов и интерфейс поиска в базе знаний.

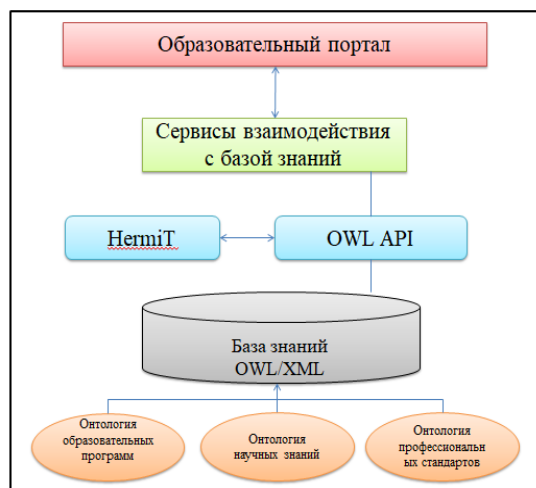


Рисунок 2 - Структура семантического образовательного портала

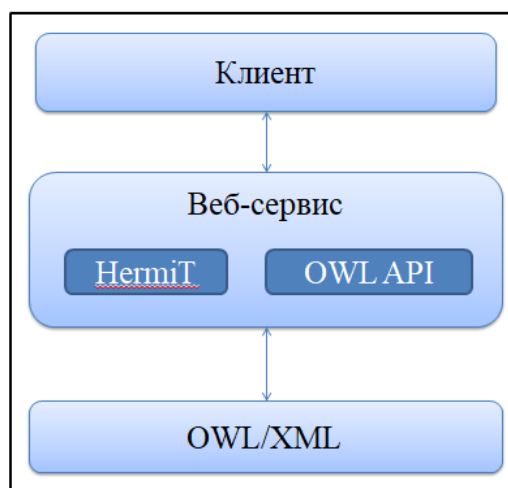


Рисунок 3 - Слои формирования сервисов

В заключение можно сделать следующие выводы. Подход на основе компетенций позволит преодолеть несоответствия требований к качеству образования между государством, обществом и работодателем, что в свою очередь позволит вузу гибко реагировать на изменяющиеся условия внешней среды и развивать образовательные программы, повышая их качество и востребованность на рынке образовательных услуг. Для обеспечения функций трансфера знаний вузов между всеми участниками – преподавателями, студентами и работодателями - необходимо создание единого образовательного пространства, т.е. образовательного портала. Структура семантического образовательного портала представлена в данной статье.

#### Список литературы

1. Государственная программа развития образования Республики Казахстан на 2011-2020 годы: утверждена Указом Президента Республики Казахстан от 7 декабря 2010 г. № 1118 // Казахстанская правда. - 2010. - № 338 (26399); Егемен Қазақстан. - 2010. - № 529-532 (26375).
2. Послание Президента Республики Казахстан - лидера нации Нурсултана Назарбаева народу Казахстана «Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства» [Электронный ресурс]. - Официальный сайт Президента Республики Казахстан / - URL: [http://www.akorda.kz/ru/page/page\\_poslanie-prezidenta-respubliki-kazakhstan-lidera-natsii-nursultana-nazarbaeva-narodu-kazakhstan](http://www.akorda.kz/ru/page/page_poslanie-prezidenta-respubliki-kazakhstan-lidera-natsii-nursultana-nazarbaeva-narodu-kazakhstan) (24.08.2014).
3. Сопредседательство Республики Казахстан в Болонском процессе: «Болонские структурные реформы: опыт, проблемы и перспективы» // Тематический вып. информ.-аналит. журнала «Қазақстанның жоғарғы мектебі. Высшая школа Казахстана». – 2014 - № 1.

4. Горбунова Е.М. Эволюция проблематики образования в контексте приоритетов и обязательств «Группы восьми» / Е.М. Горбунова, М.В. Ларионова // Актуальные проблемы глобального управления: «Группа восьми» и международные многосторонние институты; Науч. ред. М.В. Ларионова. - М.: Университетская книга, Логос, 2007. - С. 77-102.
5. Hagen Stephen. From Tech Transfer to knowledge exchange: European Universities in the Marketplace // Wenner-Gren International Series, Vol. 84. The University in the Market. - London: Portland Press.-2008. - P.103-117.
6. Грудзинский А.О. Трансфер знаний – функция инновационного университета / А.О. Грудзинский, А.Б. Бедный // Высшее образование в России. – 2009. - № 9. - С. 66-71.
7. Нонака И. Компания – создатель знания. Зарождение и развитие инноваций в японских фирмах=The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation) / И. Нонака, Х. Takeuchi. – М.: Олимп-Бизнес, 2003. – 384 с.
8. Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский // СПб: Питер, 2000.- 384 с.
9. Тузовский А.Ф. Системы управления знаниями (методы и технологии) / А.Ф. Тузовский, С.В. Чириков, В.З. Ямпольский / Под общ. ред. В.З. Ямпольского. - Томск: Изд-во НТЛ, 2005. - 260 с.
10. Инновационное развитие: экономика, интеллектуальные ресурсы, управление знаниями / Под. ред. Б.З. Мильнер. - М. : ИНФРА-М, 2009. - 624 с.
11. Smith K. What is the "Knowledge Economy"? Knowledge Intensity and Distributed Knowledge Bases // UNU-INTECH Discussion Paper Series from United Nations University.- No 6.- 2002.
12. Bonifacio M., Bouquet P. and Cuel R. Knowledge Nodes: The Building Blocks of a Distributed Approach to Knowledge Management // Journal of Universal Computer Science.- 2002.-Vol. 8, No. 6, pp. 652-661.
13. Gruber T.R. Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. KSL-93-04, Knowledge Systems Laboratory, Stanford University, 1993.
14. Гаврилова Т.А. Онтологический инжиниринг // Тр. 8 нац. конф. по искусственному интеллекту. – М.: Физматлит, 2002. – С. 846–853.
15. Кузнецов О.П. Онтология как систематизация научных знаний: структура, семантика, задачи / О.П. Кузнецов, В.С. Суховеров, Л.Б. Шипилина. - М.: ИПУ РАН, 2010. - С. 126-138.
16. Шарипбаев А.А. Онтологическая модель представления морфологических правил казахского языка в виде семантических гиперграфов / А.А. Шарипбаев, Г.Т. Бекманова, А.С. Муканова и др. // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2013): Материалы III Междунар. научн.-техн. конф. - Минск, 21-23 февр. 2013 г.; Редкол.: В.В. Голенков (отв. ред.) и др. – Минск : БГУИР, 2013. – С. 337–340.
17. Загоруйко Ю.А. Организация содержательного доступа к информационным ресурсам на основе онтологий / Ю.А. Загоруйко, О.И. Боровикова, Г.Б. Загоруйко // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции : Тр. 9-й Всеросс. науч. конф. RCDL'2007. - Переславль-Залесский: Изд-во «Университет города Переславля», 2007. - Т. 1. - С. 217–224.
18. Рябова Н.В. Разработка архитектуры распределённой версии онтологического портала МОНУ / Н.В. Рябова, А.Ю. Шевченко, М.В. Белоиваненко и др. // Науч. сессия МИФИ-2010. – Сб. науч. тр. – Том 5. - С. 71-74.
19. Sung-Shun Weng Hsine-Jen Tsai, Shang-Chia Liu, Cheng-Hsin Hsu. Ontology construction for information classification//Expert Systems with Applications. - 31 (2006). С. 1–12.
20. Тузовский А.Ф. Работа с онтологической моделью организации на основе дескриптивной логики // Известия Том. политехн. ун-та. - 2006. - Т. 309. - № 9. – С. 134-137.
21. Базарова М.Ж. Онтологическая модель профессиональных компетенций / М.Ж. Базарова, Г. Жомартқызы // Материалы МНПК «Инновации в науке, образовании и производстве Казахстана», 2016, 17-18 нояб. – Алматы: ЕТУ.
22. Базарова М.Ж. Онтологическая модель профессиональных компетенций для ИКТ-специалистов / М.Ж. Базарова, Г. Жомартқызы // Вестник КазНУ. - 2017. - № 1. – Алматы: КазНУ, 2017.
23. Wache H., and other. Ontology-Based Integration of Information. A Survey of Existing Approaches. Proceedings of the IJCAI-01 Workshop: Ontologies and Information Sharing, 2001. Режим доступа: <http://www.cs.vu.nl/~heiner/public/ois-2001.pdf>.

Получено 30.01.2018

ӨОЖ 004.2:004.3(075.8)

**А.Н. Кушеккалиев, А.Х. Касымова**Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлы-техникалық университеті,  
Орал қ.**WEB CONTENT MINING НЕГІЗІНДЕ ИНТЕРНЕТ ТРАФИГІН ФИЛЬТРЛЕУ**

*Широкое использование интернета в качестве источника информации требует надежного механизма фильтрации. Классификация веб-страниц является одной из самых сложных фаз фильтрации. Не забудьте поболтать с html-структурой, контентом и другими ресурсами с помощью гиперссылок. Мета-информация должна уделять особое внимание ключевым словам и ключевым словам веб-страниц. Классификация веб-страниц, основанных на метаданных, считается сложной из-за отсутствия четких границ между сообществом веб-документов. В этом случае вы должны использовать классификаторы нейронных сетей.*

*Интернетті ақпарат көзі ретінде кеңінен қолдану және уақытты өткізу сенімді фильтрлеу механизмін қажет етеді. Веб-беттердің жіктелуі фильтрлеудің ең күрделі сатыларының бірі болып табылады. Сіз html-құрылымын, мазмұнды және басқа ресурстармен гиперсілтемелер арқылы сөйлесуді ұмытпаңыз. Метаақпаратқа ерекше назар аудару керек, ол негізгі түйінді сөздерді және веб-беттердің қысқаша мазмұнын көрсетуге тиіс. Метадеректерге негізделген веб-беттердің классификациясы веб-құжаттардың қауымдастықтарының арасындағы анық шекаралардың жоқтығынан қиын болып есептеледі. Бұл жағдайда нейрондық желілер классификаторларын пайдалану қажет.*

*The widespread use of the Internet as a source of information and time requires a reliable filtering mechanism. Classification of web pages is one of the most complicated phases of filtering. Do not forget to chat with html-structure, content and other resources with the help of hyperlinks. Meta-information should pay special attention to the keywords and keywords of web pages. Classification of web pages based on metadata is considered complex because of the lack of clear boundaries between the community of web documents. In this case, you must use the neural network classifiers.*

**Кілт сөздер:** интернет, ақпарат, веб-бет, веб-фильтр, веб-ресурс.

Компьютерлік технологияны дамытудың қазіргі кезеңі «ақпараттық ғасыр» деп аталады. Ақпараттың саны бақылаусыз көбейіп, көптеген жастар дербес компьютерлерді пайдаланушылар қатарына кіруде. Қазіргі таңда ақпараттың негізгі көзі ғаламдық компьютерлік желі болып табылуда. Ғаламтор көптеген білім беру, ойын-сауық және жастарға қызығушылық танытатын басқа да материалдарға қолжетімді болуда. Өкінішке орай, интернетте жастар үшін қолайсыз ақпараттар да бар. Ғаламтор - ақпарат көзі және уақытты өткізу тәсілі, сондықтан сенімді фильтрлеу тетігін әзірлеуді және қажетсіз контентпен күресуді талап етеді.

Қазіргі таңда ғаламторға қол жеткізу құны айтарлықтай төмендеді. Алғашқы жоспар дүниежүзілік ғаламтордан келіп түсетін ақпараттың көлемі емес, жұмыс уақытының құны қажетті ақпаратты іздейді. Көптеген адамдар үшін ғаламтор жұмыс құралы болып табылады: кейбір адамдар кейде белгілі бір тақырып бойынша жаңалықтарды оқиды; басқалары ғаламдық желінің мүмкіндіктері бойынша жаңа тұтынушыларды іздейді; кейбірі мердігерлермен ICQ арқылы байланыс жасайды. Мұндай жағдайларда біз ғаламтор желісін дұрыс пайдаланбау туралы айтып тұрмыз, яғни ол бұғатталуы керек.

НТТР трафигін фильтрлеуге арналған заманауи тәсілі - қызметкердің желідегі мақсаты емес ресурстарға бару уақытын барынша азайту. Оқу орындарында фильтрлеу мақсаты интернет сабақтарында оқушылардың ғаламдық желінің ресурстарын дұрыс пайдаланбауға, сонымен қатар студенттердің психологиялық денсаулығын зорлық-зомбылық пен порнографиядан қорғауға тыйым салу болып табылады.

Веб-фильтрлеу жүйесін әзірлеу үшін ең алдымен мұндай жүйенің жұмысына қандай талаптар қойылуы керектігін түсіну керек. Қазіргі сүзгілеу жүйелеріне қойылатын негізгі талаптар:

1. Интернетке қол жеткізудің дұрыс пайдаланылмауын тиімді бақылау. Бұл - веб-бетті фильтрлеу жүйесінің маңызды міндеті. Бұл жерде интернет-ресурстардың жіктелуінің дәлдігі туралы айтылады.

2. Веб-беттерді аппликациялау мүмкіндігі. Өзін фильтрлеудің ең жылдам тәсілі қолжетімді тізімдерге негізделген фильтрлеу әдісін, соның ішінде құпия веб-беттердің URL мекенжайларын ұсынды.

3. Зиянды (түрлі фишингтік сайттар мен шпиондық бағдарлама) ақпаратқа кіруге тыйым салу мүмкіндігі.

4. HTTP протоколы арқылы ғана емес, сондай-ақ р2р арқылы және қызметтердің хаттамалары арқылы тасымалданатын әртүрлі трафикті бақылау.

5. Әртүрлі пайдаланушылар үшін әртүрлі саясаттарды қолдану мүмкіндігі; оқу орындары үшін интернет-класс тақырыбына немесе тақырыптарына қатысты.

Өкінішке орай, қазіргі уақытта нарықта аталған талаптарға сәйкес келетін «жүз пайызға сәйкес» шешім жоқ. Тарихи себептерге байланысты URL фильтрлеуге арналған әртүрлі жеткізушілердің өнімдері URL фильтрлеу мүмкіндігімен (мысалы, интернет шлюздері үшін Kaspersky Security, Trend Micro Web Security Suite немесе McAfee Secure Internet Gateway) немесе URL- зиянды кодтан (мысалы Websense, SurfControl немесе CyberGuard шешімдерінен) кейбір қорғаныспен фильтрлеу.

Ақпаратты тиімді жіктеп, алгоритм құру үшін алдымен интернет пайдаланушыларға ұсынатын ақпарат құрылымын қарастырған жөн. Сондай-ақ ол веб-парақтарға енгізілген ақпараттарды ұсынады. Веб-беттер қазіргі уақытта HTML (Hyper Text Markup Language) арқылы жазылған.

HTML пайдалана отырып, мәтінді, графиканы және көрсеткішті веб-беттердегі басқа беттерге орналастыруға болады. Бұл түзету тілі, яғни құжаттың пішімделуін сипаттайтын тіл. Осылайша, белгілеу тілдері толық пішімдеу пәрмендерін қамтиды.

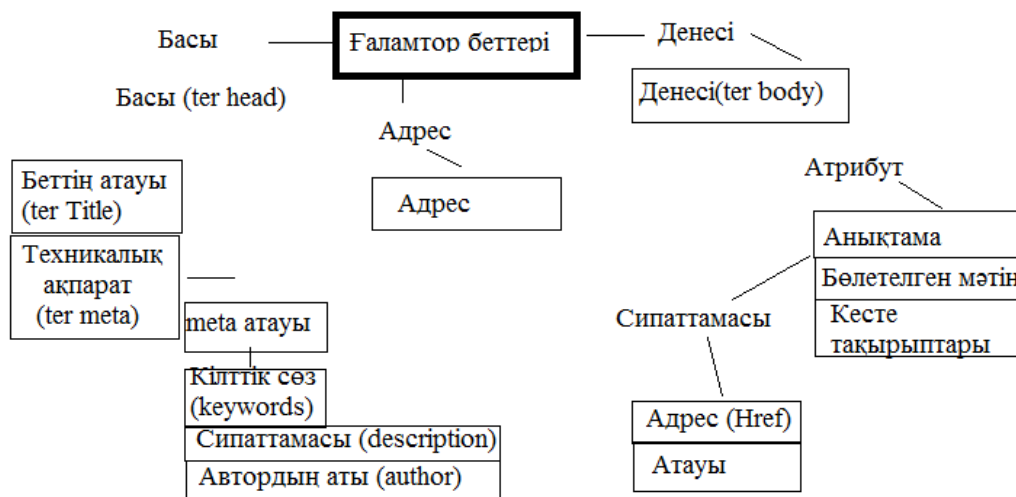
Веб-бет әдетте әртүрлі ұяшықтарда орналастырылған жеке бет элементтері бар кесте немесе кірістірілген HTML кестелері түрінде жасалады. Веб-ресурстардың көпшілігін көзбен бірнеше бөлікке бөлуге болады: кадрлар мен мазмұн. Әдетте, рамка осы сайттың немесе жарнамалық баннерлердегі навигацияның кейбір элементін қамтиды.

Веб-сайттың жіктелуіне интернет желісінің ерекшеліктерінің біріне қарапайым ақпарат дүкеніне қарағанда ерекше көңіл бөлінуі керек, өйткені веб-кеңістікте гиперсілтемелер ретінде іске асырылған көптеген жасырын сараптамалық бағалар сипатталады. Бұл веб-кеңістіктің үлгісін жасау үшін негіз болып табылатын гиперсілтемелер. Веб құрылымы бағдарлы графаға сәйкес келеді, онда шеттер шеттерге сәйкес келеді және беттерді қосатын гиперсілтемелердің шеттері болады. Осылайша, веб-беттерді жіктеу үшін төмендегілерді талдаңыз:

1. HTML парағының құрылымы.
2. Ірі бөлік.
3. Ақпараттың басқа көздеріне сілтеме.

Әрбір веб-бет бөлек бөліктерге HTML түзету тілі арқылы бөлінеді. Бір беттің құрамдас бөліктері бір тақырыпқа және мүлдем өзгеше болуы мүмкін. Сонымен қатар веб-сайттың мазмұны ресурсты жіктеу кезінде назарға алынуы тиіс ресми және жарнамалық ақпаратты қамтиды. Сондықтан ресурсты жіктеу үшін алдымен оның құрамдас бөліктерін оқшаулау керек, яғни оның құрылымдық-логикалық сұлбасын салу керек (1-сурет.).





1-сурет - Құрылымдық-логикалық сұлбасы

Диаграмма көптеген веб-беттерге тән және оларды жіктеу үшін пайдалы болатын негізгі тегтер мен оларды құрайтын элементтерді көрсетеді. Диаграмма әрбір веб-парақтың «басында» сақталған қызмет туралы ақпаратты көрсетеді:

- <title> - беттің атауы;
- <meta> - қызмет мета ақпараты;
- <META name = «author» ... - көрсетілген автордың аты;
- <META name = «copyright» ... - авторлық құқықтар, фирмалық атауы;
- <META name = «keywords» ... - терминдердің және кілт сөздердің тізімі;
- <META name = «description» ... - сайттың қысқаша сипаттамасы.

Мета ақпарат пайдаланушы көзінен жасырын, яғни ең алдымен роботтар мен механизмдердің жұмысына арналған. Бұл ақпарат негізгі кілт сөздерді және веб-беттің қысқаша мазмұнын көрсетуі керек. Мета ақпараттандыруға негізделген веб-беттің жіктелуі веб-құжаттардың қауымдастықтарының арасында нақты шек болмағандықтан қиындайды. Бұл жағдайда нейрондық-айқын емес классификаторларды қолдану мағынасы бар. Олардың ерекшеліктерінің бірі - сыныптардың әрқайсысының ішіндегі кез келген объектінің ішіндегі бір-бірімен қиылысатын аудандарымен тұрақты кластарының болуы [1].

HTTP трафикті филтрлеу жүйелерінің қолжетімділігі кәсіпорынның жұмысына тікелей әсер етеді, себебі бұл интернетке қол жеткізудің тиімділігін арттырады. Білім беру мекемелерінде бұл жүйе жастарды ғаламторда таратылатын зорлық-зомбылық пен порнографияны тарататын веб-сайттарды қараудан қорғайды. Веб-беттердің жіктелуі филтрлеудің ең күрделі сатыларының бірі болып табылады. Ғаламторға жіберілетін ақпараттың кем дегенде үш ерекшелігін ескеру керек: HTML құрылымы, мазмұн бөлігі және басқа ресурстармен байланыс. Веб-беттерді жіктеу кезінде құрылымдық ерекшеліктерді ескеру қажет. Осы бағыттағы жұмыс нейрондық-айқын емес жіктеуіш моделін іздеуді және оның сәйкестігін тексеруді қамтиды.

## Пайдаланылған әдебиет

1. Барсегян А.А. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining / А.А. Барсегян, М.С. Куприянов, В.В. Степаненко и др. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 336 с.
2. Отт А. Современные тенденции в области контентной фильтрации // [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://alexott.net/ru/writings/cf/index.html>.

Қабылданды 30.01.2018

УДК 004.4

**Д.Ю. Морозов, Ю.А. Вайс**Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА, ПОСТРОЕННОЕ НА ОСНОВЕ ARDUINO MEGA 2560,  
ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ MICROSOFT AZURE**

*В данной статье определены вредные вещества, подлежащие контролю на сварочном производстве. Выбраны наиболее подходящие датчики для контроля вредных веществ и параметров среды. Разработано программное обеспечение по реализации процесса передачи данных с датчиков в таблицу мобильного приложения Azure с помощью Arduino Ethernet Shield.*

*Бұл мақалада денекерлеу өнеркәсібінде бақыланатын зиянды заттар анықталған. Зиянды заттарды және экологиялық параметрлерді бақылау үшін ең қолайлы сенсорлар таңдалды. Arduino Ethernet Shield арқылы Azure мобильді қосымша кестесіне датчиктерден деректерді беру процесін іске асыру үшін бағдарламалық жасақтама жасалды.*

*This article defines the harmful substances to be controlled in the welding industry. Select the most appropriate sensors for control of harmful substances and environmental parameters. Software has been developed to implement the process of transmitting data from sensors to the Azure mobile application table using Arduino Ethernet Shield.*

**Ключевые слова:** Arduino, Microsoft Azure, Ethernet Shield, датчики температуры, датчики газа, мобильное приложение.

В рамках магистерского проекта требовалась разработка газоанализатора для контроля воздуха на сварочном производстве. Для изготовленного газоанализатора необходимо написать программное обеспечение, позволяющее хранить данные с датчиков. Изучив технологические процессы сварочного производства, была построена таблица по предельно допустимым концентрациям основных вредных веществ (табл. 1). Проанализировав данные таблицы, мы можем констатировать тот факт, что основные вредные вещества III и IV класса опасности подлежащие контролю – это CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>. Так как температура, давление и влажность влияют на динамику ПДК, то и эти параметры необходимо тоже контролировать.

Для расчета безопасности работы в сварочном производстве при одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия используется неравенство, показывающее, что отношение фактических концентраций каждого из них (K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, ..., K<sub>n</sub>) в воздухе к их ПДК (ПДК<sub>1</sub>, ПДК<sub>2</sub>, ..., ПДК<sub>n</sub>) не должна превышать единицы:

$$\frac{K_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{K_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{K_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1.$$

Характеристики наиболее используемых датчиков ввиду лучших показателей соотношения цена/качество, контролирующих концентрации CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, совместимых с аппаратной платформой Arduino, приведены в табл. 2.

Таблица 1

*Предельно допустимые концентрации основных вредных веществ  
при технологическом процессе сварки*

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Величина ПДК, ppm	Преимущественное агрегатное состояние в условиях производства	Класс опасности	Особенности действия на организм
Озон	0,1	0,05	п	I	О
Азота диоксид	2	1,05	п	III	О
Азота оксиды (в пересчете на NO <sub>2</sub> )	5	4,01	п	III	О
Углерода оксид*	20	17,18	п	IV	О
Углерода диоксид	27000/9000	14758,16/ 4919,39	п	IV	
Фтор	1/0,2	—	а	II	
Никель	0,05	—	а	I	К, А
Цинка оксид	0,5	—	а	II	

Таблица 2

*Датчики по определению концентрации газов CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>*

Датчик газа	Обнаружение газа	Формула	Диапазон измерений, ppm (млн <sup>-1</sup> )
MQ-7B	Углерода монооксид	CO	10-500
MQ-9B	Углерода монооксид	CO	10-500
	Газ горючий	CH <sub>4</sub>	300-10000
MH-Z19B	Углерода диоксид	CO <sub>2</sub>	0-5000
MiCS-4514	Углерода монооксид	CO	1-1000
	Азота диоксид	NO <sub>2</sub>	0,05-10
	Спирт этиловый	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	10-500
	Водород	H <sub>2</sub>	1-1000
	Аммиак	NH <sub>3</sub>	1-500
	Метан	CH <sub>4</sub>	>1000
MiCS-6814	Углерода монооксид	CO	1-1000
	Азота диоксид	NO <sub>2</sub>	0,05-10
	Спирт этиловый	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	10-500
	Водород	H <sub>2</sub>	1-1000
	Аммиак	NH <sub>3</sub>	1-500
	Метан	CH <sub>4</sub>	>1000
	Пропан	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	>1000
	Изобутан	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	>1000

Проведя анализ точности определения концентраций, были выбраны следующие датчики: для контроля CO<sub>2</sub> – датчик MH-Z19; для контроля CO и NO<sub>2</sub> – датчик MiCS-4514.

Наиболее используемые датчики для измерения температуры и влажности, совместимые с платформой Arduino, приведены в табл. 3. По необходимым характеристикам как наиболее подходящий был выбран датчик DHT22.

Таблица 3

*Датчики температуры и влажности для Arduino*

Наименование датчика	Диапазон измерений	Точность измерений
DHT11	20 ~ 90%	$\pm 5\%$
	0 ~ +50 °C	$\pm 2$ °C
DHT22	0 ~ 100%	$\pm 5\%$
	-40 ~ +80 °C	$\pm 0,5$ °C
DS18B20	-55 ~ +125 °C	$\pm 0,5$ °C

Для подключения платы Arduino Mega 2560 к мобильному приложению Microsoft Azure и передачи данных используется Ethernet Shield (рис. 1) [1]. Он основан на микросхеме Wiznet W5100. Обмен данными Arduino с Ethernet Shield осуществляется с помощью шины SPI. На рис. 1 шина отображена на цифровых контактах 11, 12 и 13 на Uno и контактах 50, 51, и 52 на Mega. На обеих платах контакт 10 используется как SS. На Mega аппаратный SS контакт 53 не используется для выбора W5100, но он должен быть сохранен как выход, либо интерфейс SPI не будет работать. Также Ethernet Shield имеет стандартное соединение RJ-45 для подключения к маршрутизатору. Прошивка Arduino Mega 2560 осуществляется с помощью USB [2, 3].

Программное обеспечение разработано в среде Arduino IDE 1.8.3, которая содержит в том числе библиотеку Ethernet (Ethernet.h), которая упрощает написание скетча для работы Ethernet Shield. Передача данных осуществляется с помощью POST-запроса на сервер и последующего добавления их в таблицу мобильного приложения Azure.

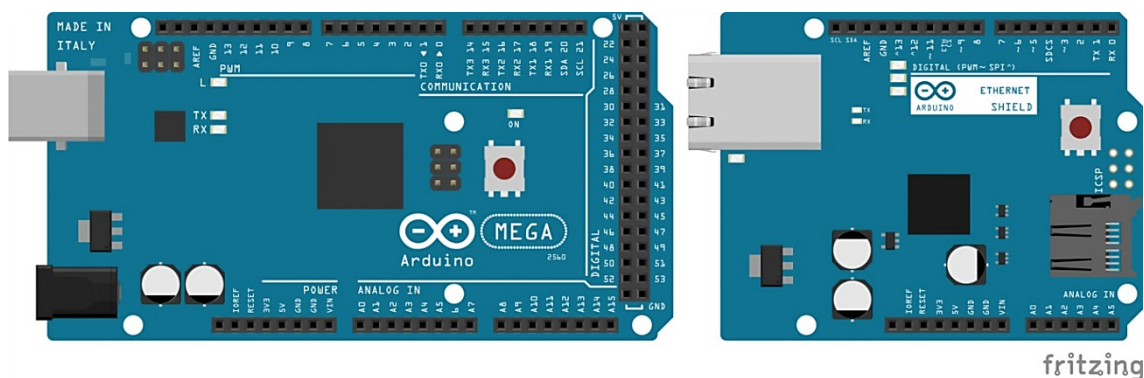


Рисунок 1 – Arduino Mega 2560 (слева) и Ethernet Shield (справа)

Для передачи данных в мобильное приложение Azure сначала осуществляем вход на портал Azure (portal.azure.com). Затем создаем мобильное приложение и добавляем параметр приложения MS\_SkipVersionCheck со значением true. Далее необходимо создать базу данных SQL и сервер. После этого создаем таблицу в мобильном приложении, добавляем столбец в таблицу с именем контролируемого параметра. После всех перечисленных операций осуществляем прошивку платы Arduino Mega 2560 и подключаем Ethernet Shield к маршрутизатору с помощью разъема RJ-45. Arduino Ethernet Shield в автоматическом режиме отправляет POST-запрос на сервер gasanalyzer.azurewebsites.net/tables/gasanalyzertable и добавляет данные в столбец контролируемого параметра. В данной статье показаны скриншоты передачи данных с датчика температуры DHT22 (рис. 2, 3). Датчик DHT22 использует уже написанную библиотеку для Arduino [4].

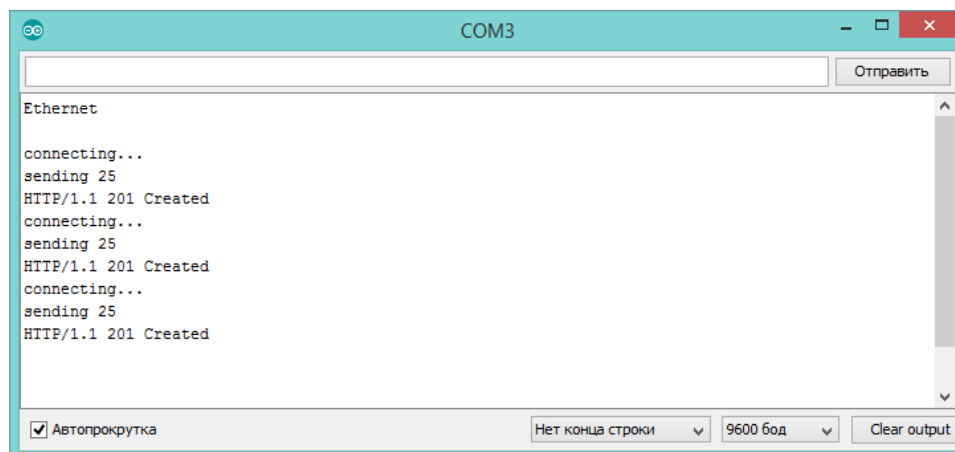


Рисунок 2 – Монитор порта в Arduino IDE 1.8.3

gasanalyzertable (3 записи)						
✕ Изменение разрешений   ✕ Изменить сценарий   ✕ Управление схемой   ... Еще						
ID	CREATEDAT	UPDATEDAT	VER...	DELETED	TEMPERATURE	
0878fdf7...	2017-08-06T...	2017-08-06T1...	AAAAA...	false	25	
1752348...	2017-08-06T...	2017-08-06T1...	AAAAA...	false	25	
f6afe114...	2017-08-06T...	2017-08-06T1...	AAAAA...	false	25	

Рисунок 3 – Таблица на портале Azure

Разработанное программное обеспечение газоанализатора, построенного на основе Arduino Mega 2560, позволило передавать данные с помощью Ethernet Shield в мобильное приложение Microsoft Azure. На основе полученных данных можно проанализировать динамику, для того чтобы своевременно контролировать качество воздуха рабочей зоны и уменьшать влияние химического фактора на здоровье рабочих.

#### Список литературы

1. <http://fritzing.org/home> [Электронный ресурс].
2. Arduino Ethernet Shield V1 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShieldV1>.
3. Ethernet / Ethernet 2 библиотека [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arduino.cc/en/Reference/Ethernet>.
4. Библиотека DHT11 [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/adafruit/DHT-sensor-library>.
5. <https://github.com/> [Электронный ресурс].
6. <https://azure.microsoft.com/en-us/documentation/learning-paths/appservice-mobileapps/> [Электронный ресурс].

Получено 30.01.2018

## МАЗМҰНЫ

## СОДЕРЖАНИЕ

ЖЕР ТУРАЛЫ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ  
ГЕОГРАФИЯЛЫҚ ҒЫЛЫМДАРНАУКИ О ЗЕМЛЕ  
И ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Ананин А.И., Нұршайықова Г.Т., Тұңғұшбаева З.К.</i> Қазымкеністікті қатайғыш толтырмалаумен төмендеп түсетін қабаттап қазу жүйесін жетілдіру	3
<i>Байбатша А.Б., Омарова Г.М., Дюсембаева К.Ш., Бүлегенов К.У.</i> Көкқия кенорыны кендерінің заттық құрамының ерекшеліктері	7
<i>Бейсембаева Р.С., Найзабаева Ш.Х.</i> Өскемен өнеркәсіптік торабы дамуының географиялық ерекшеліктері	13
<i>Бейсембаева Р.С., Әбішев Т.Р., Найзабаева Ш.Х.</i> Қазақстан Республикасының көлік инфрақұрылымының даму ерекшеліктері	15
<i>Ипалаков Т.Т., Апишкур Б.</i> Геологиялық жағдайлары өзгергіш карьердің жұмысшы аймағы параметрлерінің қалыптасу заңдылықтары	18

<i>Ананин А.И., Нұршайықова Г.Т., Тұңғұшбаева З.К.</i> Совершенствование нисходящей слоевой системы разработки с твердеющей закладкой выработанного пространства	3
<i>Байбатша А.Б., Омарова Г.М., Дюсембаева К.Ш., Бүлегенов К.У.</i> Особенности вещественного состава руд месторождения Коккия	7
<i>Бейсембаева Р.С., Найзабаева Ш.Х.</i> Географическое особенности развития Усть-Каменогорского промышленного узла	13
<i>Бейсембаева Р.С., Абишев Т.Р., Найзабаева Ш.Х.</i> Особенности развития транспортной инфраструктуры Республики Казахстан	15
<i>Ипалаков Т.Т., Апишкур Б.</i> Закономерности формирования параметров рабочей зоны карьера с изменчивыми геологическими условиями	18

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР  
ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАРТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ  
И ТЕХНОЛОГИИ

<i>Абылқалықова Р.Б., Батырханов А.С., Иманжанова К.Т., Жапарова М.С., Бектасова Г.С., Қантай Н.</i> 12Х18Н10Т мен 34ХН1М болатының үйкелісіндегі пісірілген қосылысының микроқұрылымын зерттеу	25
<i>Ахметвалиева З.М., Куленова Н.А., Оңалбаева Ж.С., Мамяченков С.В., Анисимова О.С., Такасаки Я.</i> Электрондық қалдықтардан қорғасынды ерітінділеу үдерісінің кинетикалық заңдылықтары	33
<i>Давыдов А.А., Макенов А.А.</i> Зайсан жазықтығы жағдайларында ауыр жүктасығыш автомобильдерді өткізу үшін автомобиль жолдарын жобалау	38
<i>Давыдов А.А., Макенов А.А.</i> Автомобильдің конструкциясына өзгертулер енгізу арқылы пайдалану қасиеттерін жетілдіру	43
<i>Долганов А.В., Русин Ю.Г., Еремеева Ж.В.</i> Микролегирлеудің уран диоксиді ұнтағының бірігу қасиетіне әсерін зерттеу	

<i>Абылқалықова Р.Б., Батырханов А.С., Иманжанова К.Т., Жапарова М.С., Бектасова Г.С., Қантай Н.</i> Исследования микроструктуры сваренных трением образцов стали 12Х18Н10Т со сталью 34ХН1М	25
<i>Ахметвалиева З.М., Куленова Н.А., Оңалбаева Ж.С., Мамяченков С.В., Анисимова О.С., Такасаки Я.</i> Кинетические закономерности процесса выщелачивания свинца из электронных отходов	33
<i>Давыдов А.А., Макенов А.А.</i> Проектирование автомобильных дорог для пропуска большегрузных автомобилей в условиях Зайсанской низменности	38
<i>Давыдов А.А., Макенов А.А.</i> Совершенствование эксплуатационных свойств автомобиля внесением изменений в конструкцию	43
<i>Долганов А.В., Русин Ю.Г., Еремеева Ж.В.</i> Исследование влияния микролегирования на спексаемость порошков диоксида урана	

және осының негізінде отын таблеткаларын алу технологиясын жетілдіру	47	и усовершенствование на этой основе технологии получения топливных таблеток	47
<i>Елеуенов М.Т., Сейлғұмаров К.К.</i> Шағын фермерлік шаруашылықтардың жұмыстарын механикаландыруда аспалы жабдықтармен қамту мәселесінің шешімі	51	<i>Елеуенов М.Т., Сейлғұмаров К.К.</i> Решение проблемы обеспечения навесным оборудованием при механизации работ малых фермерских хозяйств	51
<i>Муздыбаев М.С., Муздыбаева А.С., Мырзабекова Д.М., Мұхамедова А.И.</i> Көлік техникасының аспа және жүріс бөлігінің түйіндерінің тоқтаусыздығын арттыру	54	<i>Муздыбаев М.С., Муздыбаева А.С., Мырзабекова Д.М., Мұхамедова А.И.</i> Повышение безотказности узлов подвески и ходовой части транспортной техники	54
<i>Муздыбаев М.С., Муздыбаева А.С., Мырзабекова Д.М., Мұхамедова А.И.</i> Көлік техникасының тежегіш механизмдерінің үйкелістік жапсырмаларының триботехникалық қасиеттерін сараптамалық зерттеу	60	<i>Муздыбаев М.С., Муздыбаева А.С., Мырзабекова Д.М., Мұхамедова А.И.</i> Экспериментальное исследование триботехнических свойств фрикционных накладок тормозных механизмов транспортной техники	60
<i>Нұрайқанов Е.А., Измайлов Р.Т., Жомартқызы Г., Құмарғажанова С.</i> Күн батареяларын пайдаланатын төмен вольтты led жарықтандыру жүйесін әзірлеу	66	<i>Нұрайқанов Е.А., Измайлов Р.Т., Жомартқызы Г., Құмарғажанова С.</i> Разработка низковольтной системы светодиодного освещения с использованием солнечных батарей	66
<i>Сапинов Р.В., Жакупов А.Н., Починок В.Ф., Саду А.</i> Энергетикалық және металлургиялық өндірістердің техногендік қалдықтарын өңдеу арқылы құрылыс материалдарының жаңа түрлерін алу	70	<i>Сапинов Р.В., Жакупов А.Н., Починок В.Ф., Саду А.</i> Получение новых видов строительных материалов путем переработки техногенных отходов энергетического и металлургического производств	70
<i>Спанов С.С., Жұнұсов А.К., Толымбекова Л.Б.</i> Болатты пештен тыс өндеуде қождауыштарды қолданып қождардың тұтқырлығын зерттеу	76	<i>Спанов С.С., Жұнұсов А.К., Толымбекова Л.Б.</i> Исследование вязкости шлаков с использованием флюсов при внепечной обработке стали	76
<i>Сүлейменов А.Д., Гурьянов Г.А., Васильева О.Ю.</i> Дірілді-айналмалы ұсақтау аспабының жаңа құрылысында ұнтақтау шапшаңдығын алдын ала тәжірибелік түрде бағалау	80	<i>Сүлейменов А.Д., Гурьянов Г.А., Васильева О.Ю.</i> Предварительная экспериментальная оценка интенсивности измельчения в вибровращательной мельнице новой конструкции	80
<i>Уразғалиева М.Д., Алмағамбетова М.Ж., Гилязов Е.Г., Сағынаев А.Т.</i> Биоэтанол мен оның қоспасын бензиннің жоғары октанды компоненттері ретінде қолдану	87	<i>Уразғалиева М.Д., Алмағамбетова М.Ж., Гилязов Е.Г., Сағынаев А.Т.</i> Применение биоэтанола и его смеси в качестве высокооктановых компонентов бензинов	87
<b>ЭКОЛОГИЯ</b>		<b>ЭКОЛОГИЯ</b>	
<i>Базарбекова Ә.М.</i> Шығыс Қазақстанда қыс мезгіліндегі атмосфера циркуляциясының ерекшеліктері	91	<i>Базарбекова Ә.М.</i> Особенности циркуляции атмосферы в зимний период в Восточном Казахстане	91
<b>ЭКОНОМИКА</b>		<b>ЭКОНОМИКА</b>	
<i>Қуандық Е.Б., Еремін А.И., Жантасова Ж.З., Сыздықпаева А.Р., Тлебалдинова А.С.</i> Криптовалюта майнингі қауіпсіздігінің тұрақты қауіпі	96	<i>Қуандық Е.Б., Еремін А.И., Жантасова Ж.З., Сыздықпаева А.Р., Тлебалдинова А.С.</i> Потенциальные угрозы безопасности майнинга криптовалют	96

МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ХИМИЯ, ИНФОРМАТИКА	МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ХИМИЯ, ИНФОРМАТИКА
<i>Абдрахманов Р.Б., Рустамов Н.Т.</i> Белсенді жүйелерде басқарушы әсерлердің фракталдығы 101	<i>Абдрахманов Р.Б., Рустамов Н.Т.</i> Фрактальность управляющих воздействий в активных системах 101
<i>Абдрахманов Р.Б., Рустамов Н.Т.</i> Белсенді жүйелердегі стратегиялық жоспарлау және басқарушылық 105	<i>Абдрахманов Р.Б., Рустамов Н.Т.</i> Стратегическое планирование и управляемость в активной системе 105
<i>Базарова М.Ж., Жомартқызы Г.</i> Семантикалық білім беру порталындағы университеттер туралы білім беру 109	<i>Базарова М.Ж., Жомартқызы Г.</i> Трансфер знаний вузов в семантическом образовательном портале 109
<i>Күшекқалиев А.Н., Қасымова А.Х.</i> Web content mining негізінде интернет-трафинің фильтрлеу 114	<i>Күшекқалиев А.Н., Қасымова А.Х.</i> Фильтрация интернет-трафика на основе Web content mining 114
<i>Морозов Д.Ю., Вайс А.А.</i> Azure мобильдік қосымшаға деректерді беру үшін Arduino Mega 2560 базасында құрылған газ анализаторының бағдарламалық жасақтамасы 117	<i>Морозов Д.Ю., Вайс А.А.</i> Программное обеспечение газоанализатора, построенное на основе Arduino Mega 2560 для передачи данных в мобильное приложение Microsoft Azure 117



**Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік  
техникалық университетінің ХАБАРШЫСЫ**

Ғылыми журнал  
1998 жылы шыға бастады.  
Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық келісім министрлігінде тіркеліп,  
1998 ж. 27 ақпанында № 145-ж куәлігі берілген.

**ВЕСТНИК Восточно-Казахстанского государственного  
технического университета имени Д. Серикбаева**

Научный журнал  
Издается с 1998 г.  
Зарегистрирован Министерством информации и общественного согласия  
Республики Казахстан. Свидетельство № 145-ж от 27 февраля 1998 г.

---

Редакторы - Редактор  
С.Е. Волкова, Г.Т. Жантасова  
Корректорлар - Корректор  
С.Е. Волкова, Г.Т. Жантасова  
Руководитель редакционно-издательского центра О.Н. Николаенко

---

Материалдарды компьютерде терген  
және беттеген

Набор, верстка,  
изготовление оригинал-макета  
С.Е. Волкова

---

Басуға 20.03.2018 қол қойылды.  
Форматы 84×108/16. Офсет қағазы.  
Көлемі: 12,94 есептік баспа табағы, 13,27 шартты баспа табағы  
Таралымы 350 дана. № 430-2018 тапсырыс.  
Бағасы келісім бойынша.

---

Подписано в печать 20.03.2018.  
Формат 84×108/16. Бумага офсетная.  
Объем: 12,94 уч.-изд. л., 13,27 усл. печ. л.  
Тираж 350 экз. Заказ № 430-2018.  
Цена договорная.

---

Шығыс Қазақстан мемлекеттік  
техникалық университеті  
070004, Өскемен қаласы, Протозанов көшесі, 69

Восточно-Казахстанский государственный  
технический университет  
070004, г. Усть-Каменогорск, ул. Протозанова, 69