



Д. Серікбаев  
атындағы  
Шығыс Қазақстан  
мемлекеттік техникалық  
университетінің

## **ХАБАРШЫСЫ**



## **ВЕСТНИК**

Восточно-Казахстанского  
государственного технического  
университета  
имени  
Д. Серикбаева

Регистрационный № 145-ж

№ 3 (85), сентябрь, 2019

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***

доктор биологических наук, профессор

## Редакция алқасы – Редакционная коллегия:

Заместитель главного редактора:

О.Д. Гавриленко, канд. геол.-мин. н.

Ответственный секретарь – О.Н. Николаенко

Члены коллегии:

Абрахам Атта Огву, профессор (Великобритания)

Д.Л. Алонцева, к.ф-м н., профессор (Казахстан)

Ю.В. Баталов, д.э.н., профессор (Казахстан)

Бешо Масахико, Dг.PhD, профессор (Япония)

Е.В. Блиная, к.т.н., доцент (Казахстан)

Ю.А. Веригин, д.т.н., профессор (Казахстан)

М.В. Дудкин, д.т.н., профессор (Казахстан)

Б.А. Дьячков, д.г.-м.н., профессор (Казахстан)

Н.К. Ердыбаева, д.ф.-м.н. (Казахстан)

Т.Т. Ипалаков, д.т.н., профессор (Казахстан)

В.А. Кескинов, к.т.н., доцент (Россия)

Е.А. Колос, д.э.н., доцент (Казахстан)

В.П. Колпакова, д.т.н., доцент (Казахстан)

К.К. Комбаев, Dг.PhD (Казахстан)

Н.А. Куленова, к.т.н., асс. профессор (Казахстан)

Г.В. Кустарев, к.т.н., профессор (Россия)

С.В. Мамяченков, д.т.н., профессор (Россия)

О.А. Манцуров, полковник (Казахстан)

М.А. Мизерная, к.г.-м.н., доцент (Казахстан)

С.И. Миргородский, к.т.н., доцент (Казахстан)

М. Млынчак, Dг. hab, профессор (Польша)

Ж.С. Оналбаева, Dг.PhD (Казахстан)

С.В. Плотников, д.ф.-м.н., профессор (Казахстан)

А.Д. Погребняк, д.ф.-м.н., профессор (Украина)

Н.В. Прохоренкова, Dг.PhD (Казахстан)

М.А. Саденова, к.х.н., доцент (Казахстан)

Я. Стрычек, Dг. hab, профессор (Польша)

Б.В. Сырнев, д.т.н., профессор (Казахстан)

З.К. Тунгушбаева, к.т.н. (Казахстан)

Г.К. Уазырханова, Dг.PhD (Казахстан)

Н.А. Чарыков, д.х.н., профессор (Россия)

В.Ю. Чернавин, к.т.н., профессор (Казахстан)

Ю.Н. Шапошник, д.т.н., профессор (Россия)

ISSN 1561- 4212

© Восточно-Казахстанский  
государственный технический  
университет им. Д. Серикбаева,  
2019



УДК 622.271

**Г.Ю. Абдугалиева**Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск**М.К. Имангазин, Ш.А. Сатенова**

Казахско-Русский международный университет, г. Актюбе

**Р. Абдрашев**

Актюбинский региональный государственный университет, г. Актюбе

#### АНАЛИЗ РИСКА ОПАСНОСТЕЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МУГОДЖАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДИАБАЗОВ АКТЮБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

*В данной статье дан анализ риска опасностей на Мугоджарском месторождении диабазов Актюбинской области. Рассмотрены возможные аварийные ситуации и рассчитаны последствия этих аварий. Установлено, что риск опасностей приемлемый, и последствия аварий будут иметь локальный характер.*

*Бұл мақалада Ақтөбе облысындағы Мұғаджар диабаз кенорнындағы қауіптің тәуекелділігіне сараптау берілген. Мүмкін болатын апаттық жағдайлар мен осы апаттардан туындайтын салдарлар қарастырылған. Қауіп тәуекелділігі және апат салдарлары жергілікті сипатта болатыны анықталды.*

*This article analyzes the risk of hazards at the Mugodzhar field of diabases in Aktobe region. Possible emergency situations are considered and the consequences of these accidents are calculated. It is established that the risk of hazards is acceptable and the consequences of accidents will be local.*

**Ключевые слова:** карьер, аварийность, анализ, риск, опасность.

Мугоджарское месторождение кварцевых песков находится в Мугалжарском районе Актюбинской области, разрабатывается предприятием АО «Коктас». Это предприятие многопрофильное, в основном занимается производством строительных материалов. В том числе добычей нерудных строительных материалов.

Орфографически месторождение приурочено к равнине Западного Примугоджарья, сложенной комплексом осадочных пород мезокайнозой. В 5-6 км к востоку равнина резко (по зоне глубинного разлома) ограничивается Мугоджарскими горами (Западно-Мугоджарский хребет). Абсолютные отметки равнины изменяются (в юго-западном направлении) от 380 до 350 м. Поверхностных водотоков и водоемов на месторождении и вблизи него не имеется. В районе месторождения (на значительном удалении от него) известны левые притоки реки Жем (Тасбулак, Узанкараганды).

Климат района резко континентальный. Характерным для района месторождения является резкая смена погоды и температуры в течение суток. Преобладающее направление ветра – восточное.

На восточном склоне Мугаджарских гор в районе ст. Берчогур действует аналогичные предприятия по добыче и переработке строительного камня.

Сведения об авариях и неполадках на аналогичных предприятиях представлены в таблице.

#### Сведения об известных авариях (неполадках)

№	Перечень аварий и неполадок	Дата	Характеристика аварий и неполадок
1	На опасном объекте	-	не было
2	На других аналогичных объектах:		Падение а/м БелАЗ 75112 в приямок экскаватора из-за обрушение тела склада с предохранительным валом. Причинами аварии явились: нарушение технологического регламента
2.1	Сарыбайское РУ АО ССГПО, внутрикарьерный перегрузочный склад	17.04.2005	

2.2	Взрыв артиллерийского склада МО РК	08.09. 2001	В Актогайском районе Карагандинской области на артиллерийских складах возник пожар с последующим взрывом. Жертв и разрушений нет.
-----	---------------------------------------	----------------	---

*Анализ условий возникновения и развития аварий.*

К факторам, влияющим на возникновение аварии, относятся:

- нарушение технологических регламентов формирования параметров объектов карьера;
- недостаточный контроль за соблюдением технологии и правил промышленной безопасности при выполнении погрузочных работ;
- продолжительность эксплуатации оборудования, объектов;
- конструктивно-технологические факторы;
- горно-геологические факторы;
- воздействия природного и техногенного характера;
- эксплуатационные факторы;
- человеческие факторы.

В общем случае внутренними предпосылками - причинами возникновения и развития возможных аварийных ситуаций и инцидентов на карьерах могут быть:

- отказы и неполадки оборудования, технических устройств;
- ошибочные действия персонала;
- внешние воздействия природного и техногенного характера.

*Отказы технологического оборудования, в том числе из-за:*

- неправильной эксплуатации оборудования или его неисправности;
- аварийного режима работы оборудования;
- несоблюдения графиков ТО и ППР;
- нарушений нормативных требований при проектировании и строительстве опасных объектов отдельных сооружений;
- заводских дефектов оборудования;
- коррозии и физического износа оборудования или температурной деформации оборудования;
- неисправностей приборов контроля и автоматики;
- разгерметизации оборудования, емкостей, трубопроводов, запорной арматуры при обращении с ГСМ.

*Ошибочные действия персонала, в том числе из-за:*

- невыполнения требований действующих правил безопасности, технической эксплуатации, пожарной безопасности, технологических регламентов, должностных и производственных инструкций по охране труда и технике безопасности и других нормативных документов, регламентирующих безопасную и безаварийную работу оборудования, установок и механизмов;
- допуска к обслуживанию опасных производств, оборудования и механизмов необученного, не аттестованного, не проинструктированного персонала;
- отсутствия должного контроля за строгим выполнением утвержденных норм технологических режимов работы оборудования и установок;
- отступление от проектных параметров ведения горных работ;
- некачественной подготовки технологического оборудования к проведению ремонтных и огневых работ;
- нарушений регламента при проведении ремонта и демонтажа оборудования (механические повреждения, дефекты сварочно-монтажных работ);
- нарушений установленного порядка и условий хранения и охраны взрыво-пожароопасных веществ;
- несоответствия квалификации выполняемым функциям, а также недостаточной компетентности инженерно-технических работников.

*Воздействия природного и техногенного характера, в том числе из-за:*

- грозových разрядов;
- весенних паводков и ливневых дождей;
- снежных заносов и понижения температуры воздуха;
- прорывы воды и плывунов в карьер;
- наличие тектонического нарушения массива горных пород.

Условиями, при которых вероятны аварии на промышленном объекте, являются:

- отсутствие технического надзора за исправным состоянием и грамотной эксплуатацией оборудования;
- непроведение своевременного обследования и ремонта;
- несоблюдение обслуживающим персоналом правил техники безопасности и инструкций по эксплуатации технологического оборудования;
- грозовые явления, молния;
- землетрясение;
- наводнение;
- террористический акт.

Возможные причины пожаров и взрывов при обращении с ЛВЖ:

1) *Основные причины возникновения аварий можно классифицировать по следующим признакам:* открытый огонь, искры, разряды статического электричества, грозовые разряды, самовоспламенение, самовозгорание. Если рассматривать подробнее, то таблица градаций выглядит следующим образом:

- Открытый огонь: зажжённая спичка, лампа, брошенный окурок сигареты у резервуаров, у установки, проведение ремонтных работ с источником открытого огня.
- Искра: выполнение работ стальным инструментом, эксплуатация неисправного электрооборудования, иная искра независимо от природы её происхождения.
- Разряды статического электричества: нарушение системы защиты от статического электричества, плавающие на поверхности нефтепродуктов предметы могут накопить заряды статического электричества и, приблизившись к стенке резервуара, вызвать искровой разряд, который будет источником воспламенения смеси с воздухом, грозовые разряды, молнии могут вызвать пожары и взрывы.
- Технологические причины: утечки нефтепродуктов с образованием проливов могут возникать при нарушении герметичности трубопроводов на установке, в горном оборудовании через торцевые и сальниковые уплотнения, фланцевые соединения, запорную арматуру насосных агрегатов, возгорание может возникнуть в кабельных каналах, приборном щите, возможен выход из строя контрольных и силовых кабелей.
- Природные катаклизмы: ураганный ветер или ливень могут привести к перебоям в электропитании и потере телефонной связи.
- Террористические акты: намеренные взрывы могут приводить к полному разрушению резервуаров, установки.

В подавляющем большинстве случаев причины аварийных ситуаций обуславливаются человеческим фактором — недостаточной компетенцией, безответственностью должностных лиц, грубейшими нарушениями производственной и технологической дисциплины, невыполнением элементарных требований техники безопасности и проектных решений, терпимым отношением к нарушителям производственной дисциплины.

2) *Сценарии возможных аварий:*

- поражение электротоком персонала при ремонте и обслуживании электрооборудования;
- пожар при заправке дизельного топлива технологического оборудования в карьере из передвижной заправочной станции.

3) *Количество опасных веществ.*

Из анализа условий возникновения и развития аварий на объектах АО «Коктас» видно, что количество опасных веществ равно объёму применения их в производственном цикле: дизельное

топливо для заправки горнотранспортных машин в количестве 10,0 тонн; бензин АИ-80 – 0,5 тонн.

4) *Физико-математические модели и методы расчета (обоснование применяемых для оценки опасностей физико-математических моделей и методов расчета).*

Приведем расчёт взрыва аварии при заправке дизельного топлива из передвижной заправочной станции [1, 2].

При полной (катастрофической) разгерметизации технологического бака экскаватора (погрузчика, бульдозера) максимальное количество вышедших светлых нефтепродуктов из единицы оборудования составит 1,0 тонну и будет ограничено площадью 500 м<sup>2</sup>.

Площадь испарения разлившегося нефтепродукта также составит 500 м<sup>2</sup>. Количество (масса) паров ЛВЖ с поверхности разлившегося нефтепродукта составит:

$$G_{п} = W \cdot F_{и} \cdot T_{п},$$

где  $T_{п}$  - время полного испарения = 3600 с;  $W$  – интенсивность испарения, кг/с·м<sup>2</sup>; определяем по справочным и экспериментальным данным или по формуле:

$$W = 10^{-8} \cdot \eta \cdot \sqrt{M \cdot P_{н}} = 1,12 \cdot 10^{-3} \text{ кг/с} \cdot \text{м}^2, \quad F_{и} = 500 \text{ м}^2.$$

Тогда  $G_{п} = W \cdot F_{и} \cdot T_{п} = 1,12 \cdot 10^{-3} \cdot 500 \cdot 3600 = 2016$  кг.

Энергия сгорания парогазовой фазы (ПГФ), образующейся из пролитой нефти:

$$E'' = G_{п} \cdot q' = 2016 \cdot 40 \cdot 10^3 = 80,64 \cdot 10^6 \text{ кДж},$$

где  $q'$  – средняя теплота сгорания ЛВЖ = 40 · 10<sup>3</sup> кДж/кг.

Масса горючих паров, участвующих во взрыве –  $M_{в} = m \cdot Z$ , где  $Z$  – доля участия массы паров во взрыве.

Для неорганизованных паровоздушных смесей ЛВЖ в незамкнутом пространстве при скорости перемещения воздушных масс (ветра) менее 1 м/с (штиль) принимаем  $Z = 0,02$ .

Для производственных помещений для ЛВЖ и ГЖ принимаем  $Z = 0,3$ .

Тогда  $M_{в} = m \cdot Z = 2016 \cdot 0,02 = 40,32$  кг.

Общий энергетический потенциал взрывоопасности ( $E$ ) для данного случая принимаем равным энергии полного сгорания приведенной массы ПГФ с учетом коэффициента участия  $Z$  от общей массы паров, но без учета адиабатического расширения парогазовой фазы в условиях открытой системы (давление менее 0,07 Мпа).

$$E = E_0 \cdot Z = 80,64 \cdot 10^6 \cdot 0,02 = 1,61 \cdot 10^6 \text{ кДж}.$$

Общая масса горючих паров, приведенная к единой удельной энергии сгорания, равной 46000 кДж/кг составит  $m = E_0 / 4,6 \cdot 10^4 = 1,61 \cdot 10^6 / 4,6 \cdot 10^4 = 35$  кг, что коррелирует с  $M_{в} = 40,32$  кг.

По графику зависимости  $Q_{в}$  и радиуса разрушений  $R_{р}$  от энергетического потенциала взрывоопасности определяем вероятный радиус разрушений от общей приведенной массы:  $R_{р} = 5,2$  м.

На данном радиусе от эпицентра возможно повреждение оборудования и травмирование персонала, что и определяет повышенные требования взрывобезопасности. Пожарный щит и противопожарные принадлежности, внутриплощадочные проезды располагаются на безопасном расстоянии, равном 10 м, от опасных объектов (транспорта).

Относительный энергетический потенциал определяем по формуле:

$$Q_{в} = 1/16,534 \cdot \sqrt[3]{E} = 1/16,534 \cdot \sqrt[3]{1,61 \cdot 10^6} = 0,06 \cdot 117 = 7,02.$$

Оценка риска аварий и чрезвычайных ситуаций:

1) *Последствия аварий и чрезвычайных ситуаций для опасных объектов Мугоджарского месторождения.* Пожар при заправке дизельного технологического оборудования в карьере из передвижной заправочной станции приводит к повреждению оборудования, получению ожогов, травм и, возможно, к гибели людей, загрязнению почвы разлившимся дизельным топливом, атмосферного воздуха продуктами горения. Последствия при пожаре могут быть незначительными и привести к загрязнению окружающей среды: почвы и грунта, поверхностных и грунтовых вод, атмосферного воздуха в радиусе 5,2 м. Эти последствия не приведут к значительному изменению физико-химического состава почвы и грунта, деградации растительности, накоплению токсических элементов в растениях, к загрязнению воды токсичными веществами, к загрязнению воздуха токсичными соединениями и заболеванию людей и животных.

2) *Зоны действия основных поражающих факторов.*

Зоны действия основных поражающих факторов приведенных сценариев аварий находятся:

- при ремонте и обслуживании электрооборудования - поражение электротоком персонала

происходит в зоне производства работ с электрооборудованием;

- при пожаре в момент заправки дизельного технологического оборудования в карьере из передвижной заправочной станции – зависит от объема разлившегося дизельного топлива и радиуса распространения огня, в нашем случае это радиус распространения 5,2 м.

Санитарно-защитная зона устанавливается согласно санитарно-эпидемиологических правил и норм санитарно-эпидемиологических требований к проектированию производственных объектов в размере 1000 м, включая всю территорию карьеров.

3) Число пострадавших:

- при поражении электротоком пострадавших 1 человек;

- при пожаре в момент заправки дизельного технологического оборудования в карьере из передвижной заправочной станции пострадавших возможно 1-2 человека.

4) Величина возможного ущерба.

Для юридических лиц при возникшем пожаре величина возможного ущерба составит стоимость затрат на восстановление поврежденного транспортного средства или технологического оборудования, либо приобретение нового, что определяется страхованием ответственности, связанной с причинением вреда третьим лицам.

#### Список литературы

1. Общие правила взрывобезопасности для химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» ( ОПБВХП-88).
2. Методика оценки последствий аварийных взрывов топливо-воздушных смесей. - М., НТЦ «Промышленная безопасность», 1993.

Получено 18.06.2019

---

УДК 621.317.08

**Н.Н. Акимбекова, Г.С. Саттарова, А.Д. Нурғалиева, Д.М. Халиева**

Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда

**Ж.К. Идришева**

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

г. Усть-Каменогорск

#### ИСТОЧНИКИ ВЫДЕЛЕНИЯ МЕТАНА В ОТРАБОТАННЫЕ ПРОСТРАНСТВА ЛИКВИДИРОВАННЫХ ШАХТ

*Проведенный анализ выделения метана в отработанные пространства ликвидированных шахт показал, что основными источниками поступления метана в отработанное пространство закрытых шахт могут быть подработанные и надработанные сближенные пласты-спутники и оставленные целики угля по отработанным пластам различного назначения. Детальная проработка нормативной базы и литературных источников позволила на основе данных об остаточной газоносности пластов произвести расчет запасов угля в под- и надработанных площадях и целиках и запасы метана в них.*

*Жойылған шахталардың пайдаланылған кеңістігіне метанның бөлінуіне жүргізілген талдау метанның жабық шахталардың пайдаланылған кеңістігіне түсуінің негізгі көздері өңделіп, көмірдің қалған кентіректері әртүрлі мақсаттағы өңделген қабаттар бойынша болуы мүмкін екенін көрсетті. Нормативтік база мен әдеби көздерді егжей-тегжейлі пысықтау қабаттардың қалдық газдылығы туралы деректер негізінде төменгі және өңделген алаңдарда және кентіректерде көмір қорын және ондағы метан қорын есептеуді жүргізуге мүмкіндік берді.*

*The analysis of methane emission into the spent spaces of the eliminated mines showed that the main sources of methane input into the spent spaces of closed mines can be underworked and overworked superimposed grist and left coal pillars in the waste layers of various purposes. Detailed study of the regulatory framework and literature made it possible to calculate the coal reserves in the under- and overworked areas and pillars and methane reserves in them on the basis of the data on the residual gas content of the seams.*

Длительные процессы фильтрации метана из угольных пластов на дневную поверхность и движение воздушных и биохимических газов в обратном направлении обусловили образование в земной коре (угольных пластах) четырех газовых зон: азотно-углекислых, азотных, азотно-метановых и метановых. Первые три зоны условно объединены в зону газового выветривания ( $H_0$  – глубина этой зоны), четвертая зона носит название зоны метаморфических газов.

Под газоносностью понимается количество газа, содержащегося в единице веса, или объема горной породы в свободном или сорбированном состоянии ( $\text{м}^3/\text{т}$  или  $\text{м}^3/\text{м}^3$ ). В действующей нормативной литературе приводятся значения газоносности в  $\text{м}^3$  на весовую единицу горной массы ( $\text{м}^3/\text{т}$ ).

Природная – газоносность в природных условиях, определяется прямыми методами в процессе ведения геологических работ и косвенными – по фактическому метановыделению из свежееобнаженных поверхностей газосодержащих горных пород.

Принято различать природную метаноносность сухой беззольной массы угольного пласта ( $\text{м}^3/\text{т}$  с.б.м) и природную метаноносность зольного, влажного угля ( $\text{м}^3/\text{т}$ ).

Остаточная – метаноносность частично дегазированного в результате ведения горных работ угольного пласта. В расчетах используются следующие понятия остаточной газоносности:  $x_{oc}$  – остаточная временно невынимаемого слоя или пласта при его удалении от разрабатываемого, условно равно 0,  $\text{м}^3/\text{т}$ ;  $x_{ост}$  – остаточная под- или надрабатываемого пласта,  $\text{м}^3/\text{т}$ ;  $x_{ог}$  – остаточная метаноносность сухой беззольной угольной массы, сохраняющаяся в угле при атмосферном давлении,  $\text{м}^3/\text{т}$  с.б.м;  $x_o$  – то же зольного и влажного угля,  $\text{м}^3/\text{т}$ .

Метаноносность угольных отложений зависит от метаморфизма угля, адсорбционной способности отложений, глубины залегания, геологической структуры месторождения и гидрогеологических условий [1].

Как показали исследования [1], метаноносность с глубиной изменяется по нелинейной, близкой к гиперболической, зависимости, что связано с ростом температуры горных пород, горного давления, изменением степени метаморфизма. Максимального значения метаноносность угольных пластов достигает на глубине около 450-500 м и далее остается практически неизменной или даже имеет склонность к снижению.

На основании геологических отчетов для условий всех шахт и характерных участков разработан «Классификатор метаноносности угольных пластов Карагандинского бассейна», содержащий необходимые параметры для определения природной газоносности пласта. Данные классификатора периодически пополняются на основании замеров метановыделения в действующие выработки по методике [1].

В результате ведения очистных работ над выработанным пространством образуется свод оседания горных пород, в пределах которого различаются три зоны сдвижения вышележащей толщи пород: беспорядочного обрушения пород; оседания пород с разрывом их сплошности; оседания пород без разрыва сплошности.

Метан из угольных пластов, залегающих в пределах зоны беспорядочного обрушения пород, почти весь поступает в выработанное пространство разрабатываемого пласта, и остаточная газоносность их после отработки выемочного участка практически равна  $x_o$ . Метан, выделяющийся вследствие интенсивной десорбции в процессе разгрузки от горного давления угольных пластов и пропластков, расположенных в пределах зоны оседания пород с разрывом их сплошности, заполняет полости расслоения, которые сообщаются между собой и с выработанным пространством по трещинам отрыва пород от толщи.

С увеличением трещиноватости пород междупластья вследствие их упругого расширения, а также раскрытия и увеличения зияния естественных трещин в процессе разгрузки пород от веса вышележащей толщи и выдавливания их в сторону выработанного пространства силами бокового давления, наблюдается выделение метана из нижележащих пород. Действие сил перераспределения горного давления сочетается с действием давления газа, десорбирующегося при разгрузке пластов угля. Предельное расстояние до смежного пласта, питающего метаном выработки разрабатываемого пласта, определяется высотой зоны оседания пород с разрывом сплошности. Активная стадия сдвижения пород в пределах этой зоны, когда наблюдается максимальное метановыделение из смежных пластов, проявляется на расстоянии 40-100 м позади забоя. Таким образом, че-

рез 2-4 месяца после прохода очистного забоя интенсивность сдвижения боковых пород и, как следствие, интенсивность газоотдачи спутников снижается [2].

При определении ожидаемой метанообильности выемочного участка сближенным пластом (спутником) считается пласт (пропласток), залегающий на расстоянии по нормали от разрабатываемого пласта, при котором газовыделение из спутника в период работы очистного забоя равно нулю ( $M_p$ ). Для условий Карагандинского бассейна  $M_p$  для надрабатываемых пластов составляет 35 м, для подрабатываемых пластов оно равно  $35m_{в.пр}$  (где  $m_{в.пр}$  – вынимаемая мощность пласта с учетом породных прослоев, м).

После подработки сближенных пластов начинается интенсивное газовыделение из них, которое с течением времени уменьшается.

Снижение интенсивности метановыделения в выработанное пространство отработанного участка в большой степени зависит и от мощности подрабатываемого пласта. Подработка мощных выбросоопасных пластов  $K_{12}$  и  $K_{10}$  показала, что время затухания выделения газа из подработанного мощного пласта и пластов малой мощности различны. Если интенсивная миграция газа из подработанного пласта малой и средней мощности длится 2-4 месяца после отработки выемочного столба, то на пластах мощностью 3,5 м и выше этот процесс продолжается от 1 года до 5 лет.

Исследования процесса естественной дегазации сближенных пластов в период ведения очистных работ [2] позволили установить зависимость величины остаточной газоносности спутников от горно-геологических факторов, технологии ведения работ и времени отработки пласта.

После отработки выемочного участка снижается интенсивность оседания пород в пределах свода и наступает период уплотнения обрушенных и расслоившихся пород, т.е. наступает стадия затухания сдвижения, продолжающаяся в течение значительного времени. Эта стадия характеризуется постепенным закрытием полостей расслоения, уменьшением размеров зон разгрузки и снижением метановыделения из спутников в выработанные пространства отработанных участков.

Целики - оставленные в пределах отработанного поля части угольных пластов, которые делятся по назначению на опорные, предохранительные, противопожарные, барьерные, - также участвуют в процессе газовыделения после закрытия шахты путем фильтрации газа с обнаженной поверхности из глубины массива за счет перепада газового давления и дегазации угля, разрушенного под действием сил горного давления [2].

Глубина условного пояса газового дренирования целика выработкой ( $V_{з.д}$ ) регламентируется «Руководством по проектированию вентиляции угольных шахт», Алматы, 1987.

Таким образом, приведенный выше анализ показывает, что основными источниками поступления метана в выработанное пространство закрытых шахт могут быть подработанные и надработанные сближенные пласты-спутники и оставленные целики угля по отработанным пластам различного назначения. Детальная проработка нормативной базы и литературных источников позволила разработать методику подсчета запасов метана в ликвидированных шахтах.

Для выполнения расчетов по определению запасов метана в ликвидированной шахте необходимо располагать следующими исходными данными:

- планы горных работ с указанием времени отработки, вынимаемых и полных мощностей разрабатываемых пластов;
- структурный разрез по характерной скважине, позволяющий выявить наличие неиндексированных пропластков в кровле и почве разрабатываемых пластов;
- сведения о мощности угольных пачек нерабочих пластов и неиндексированных пропластков;
- сведения о размерах целиков;
- сведения о выходе летучих веществ, зольности, влажности и коэффициентах уравнения Ленгмюра неиндексированных пропластков;
- классификатор метаноносности угольных пластов Карагандинского бассейна.

Определение запасов метана в ликвидированных шахтах производится в следующей последовательности [2]:

1. Определяется расчетная глубина отработки.

Детальные расчеты можно выполнять для каждого выемочного столба или горизонта отдельно.

При этом глубина разработки принимается по средней линии лавы при работе по простиранию или нижней границе столба – при работе по падению-восстанию. Однако с достаточной степенью точности расчеты можно вести для двух условных участков. Учитывая характер изменения газоносности с глубиной для всех пластов Карагандинского бассейна, первый участок располагается от зоны газового выветривания до глубины, равной 450 м, второй - до нижней границы отработки пласта.

Используя данные классификатора или геологических отчетов, для каждого спутника определяются верхняя и нижняя границы под- или надработанных площадей. Затем выделяются участки и рассчитываются глубины их средних линий.

2. Выявляются угольные пласты-спутники, выделяющие газ в выработанное пространство разрабатываемых пластов, а также спутники, подвергшиеся неоднократной подработке и надработке. Предельное расстояние при надработке составляет 35 м, а при подработке определяется по формуле:

$$M_p = 35 m_{в.пр}, \tag{1}$$

где  $m_{в.пр}$  - вынимаемая мощность пласта с учетом породных прослоев, м.

3. Определяется природная газоносность сухой беззольной горючей массы ( $x_r$ ), газоносность пласта ( $x$ ), остаточная газоносность сухой беззольной горючей массы ( $x_{ог}$ ) и зольного, влажного угля ( $x_o$ ) при атмосферном давлении.

Природная метаноносность сухой беззольной массы угольного пласта ( $x_r$ , м<sup>3</sup>/т с.б.м) зависит от глубины его залегания, устанавливается в процессе ведения геологоразведочных работ и определяется по формуле:

$$x_r = \frac{1.3c(H-H_o)}{1+\epsilon(H-H_o)}, \tag{2}$$

где  $c$  и  $\epsilon$  - коэффициенты Ленгмюра, принимаются по «Классификатору метаноносности угольных пластов Карагандинского бассейна»;  $H$  - глубина залегания пласта, м;  $H_o$  - глубина зоны газового выветривания.

Природная метаноносность зольного, влажного угля ( $x$ , м<sup>3</sup>/т) рассчитывается по формулам:

$$x = x_r K_{wa}, \tag{3}$$

$$K_{wa} = 0.01(100 - W - A_3), \tag{4}$$

где  $W$  – природная влажность угля, %;  $A_3$  – зольность угля, %.

В процессе ведения подготовительных и добычных работ происходит снижение природной газоносности угольных пластов до остаточной метаноносности отбитого угля при атмосферном давлении ( $x_o$ , м<sup>3</sup>/т), которая определяется по формуле:

$$x_o = x_{ог} K_{wa}, \tag{5}$$

где  $x_{ог}$  – остаточная метаноносность угля, м<sup>3</sup>/т с.б.м; определяется по таблице.

*Остаточная метаноносность углей при атмосферном давлении*

Выход летучих веществ, %	12-18	18-26	26-35	35-42	42-50
$x_{ог}$ , м <sup>3</sup> /т с.б.м	7-6	6-5	5-4	4-3	3-2

4. Находится остаточная метаноносность сближенного пласта на момент окончания отработки выемочного поля:

$$x_{ост} = x - (x - x_{oc})K_x, \tag{6}$$

где  $x_{oc}$  - остаточная метаноносность спутника при условии удаления его от разрабатываемого пласта на расстояние по нормали, равное 0 ( $M_i = 0$ ), м<sup>3</sup>/т;  $K_x$  - коэффициент, учитывающий величину относительного объема метана, выделяющегося из спутников;

$$x_{oc} = 0,42\sqrt{m_{п.сп}} \left( 1 + e^{-0,03T_H} \right) (1 - 0,02x_r) x, \tag{7}$$

где  $m_{п.сп}$  - полная мощность угольных пачек спутника, м;  $T_H$  - время, прошедшее с момента над- или подработки спутника до начала ведения очистных работ по нему, сут; для нерабочих пластов

принимается равным 300 сут.

Для подрабатываемого пласта (спутника):

$$K_x = \exp \left[ -0,06 \left( \frac{M_i}{m_{в.пр}} - 3 \right) \right]. \quad (8)$$

Для надрабатываемого пласта (спутника):

$$\text{при } M_i \leq 10 \text{ м} \quad K_x = 0,4 + 0,6e^{-0,022M_i^2}, \quad (9)$$

$$\text{при } M_i > 10 \text{ м} \quad K_x = 0,466e^{-0,0551(M_i - 10)}, \quad (10)$$

где  $m_{в.пр}$  - вынимаемая мощность разрабатываемого пласта с породными прослоями, м;  $M_i$  - расстояние по нормали между разрабатываемыми смежными пластами, м.

В случае многократной подработки или надработки пласта (спутника) в формулы для определения остаточной метаносности вместо  $x$  и  $x_T$  подставляются значения  $x_{ост}$  и  $x_{ост,T}$  после предыдущей подработки или надработки. Если  $x_{ост} \leq x_0$ , то к дальнейшим расчетам принимается  $x_{ост} = x_0$ .

Поскольку специальные исследования этого процесса не проводились, для укрупненных расчетов время интенсивного метановыделения после отработки выемочного участка принимается для спутников мощностью до 3,5 м – 2-4 месяца; 3,5 м – 1 год и далее по 1 году на каждый метр мощности. Величина остаточной газоносности спутника в пределах этого периода описывается формулами (5-10) [3].

Остаточная метаносность сближенного пласта в последующие периоды времени  $t$  (мес.), прошедшего после отработки столба, при величине междупластья, условно равной 0, определяется из выражения

$$x_{ост,t} = 0,42 \sqrt{m_{н.ст}} (1 + e^{-\sigma}) \left( 1 - 0,02 \frac{x_{осм}}{K_{wa}} \right) x_{осм}, \quad (11)$$

где  $t$  - время, прошедшее после отработки выемочного столба, мес.;  $\sigma$  - коэффициент газоотдачи,  $\sigma = 0,0325$ ;  $x_{ост}$  - остаточная метаносность сближенного пласта на момент отработки выемочного столба, м<sup>3</sup>/т;  $K_{wa}$  - коэффициент, учитывающий зольность и влажность угля.

Остаточная метаносность сближенного пласта с учетом расстояния до рабочего пласта определяется по формуле

$$x_{ост,t} = x_{ост} - (x_{ост} - x_{ост,t}) K_0 K_x, \quad (12)$$

где  $K_x$  - коэффициент, учитывающий величину относительного объема метана, выделяющегося из спутников в период отработки лавы; определяется по формулам (6,8-6,10);  $K_0$  - коэффициент, учитывающий снижения газопроницаемости пород междупластья в период уплотнения обрушенных и расслоившихся пород.

$K_0$  принимается равным: для подрабатываемых пластов – 0,8; для надрабатываемых – 0,4.

5. Определяется остаточная газоносность угля в целике ( $x_{ост}$ ), усредненная по площади последнего:

$$x_{ост} = x K_{з.д}, \quad (13)$$

где  $K_{з.д}$  - коэффициент, учитывающий естественную дегазацию пласта в зоне дренирования целика оконтуривающими выработками.

$$K_{з.д} = \frac{S - S_{з.д}}{S}, \quad (14)$$

где  $S$  и  $S_{з.д}$  - соответственно площади целика и зоны дренирования, м<sup>2</sup>.

На основе данных об остаточной газоносности пластов можно произвести укрупненный расчет запасов угля в под- и надработанных площадях и целиках и запасы метана в них.

#### Список литературы

1. Акимбеков А.К. Статистико-детерминированная модель заполнения пустот в твердом массиве жидкостью при пропитке // Известия вузов. Горный журнал. – 1993. – № 9. – С. 83–87.
2. Акимбеков А.К. Специальные способы борьбы с метановыделением в горные выработки. – Рук. деп. в КазгосИНТИ. – № 6214. – Ка 95. – 103 с.

3. Руководство по дегазации угольных шахт Карагандинского бассейна. – Караганда, 1994. – 166 с.

Получено 18.06.2019.

---

МРНТИ 86.21

**К.Ж. Дакиева, С. Кумарбекулы, Г.Е. Садыканова**

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

**Г.К. Даумова**

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

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ ТРУДА  
НА ОТКРЫТЫХ КАРЬЕРАХ ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОГО МЕДНО-ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА  
И НИКОЛАЕВСКОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ**

*Изучены санитарно-гигиенические условия труда рабочих на Восточно-Казахстанском медно-химическом комбинате, где добыча руды ведется открытым способом. В состав комбината входят три карьера и обогатительная фабрика. У горняков, занятых на открытых горных разработках, все основные технологические процессы добычи руд (буровзрывные работы, экскавация горной массы, её погрузка и транспортировка, обогащение) сопровождаются выделением комплекса химических веществ.*

*Шығыс Қазақстан мыс-химия комбинатындағы жұмысшылардың еңбек ету жағдайларын зерттелді, онда кен өндіру ашық тәсілмен жүргізіледі. Комбинат құрамына үш карьер және байыту фабрикасы кіреді. Ашық тау-кен қазбаларында жұмыс істейтін кеншілердің кен өндірудің барлық негізгі технологиялық процестері (бұрғылау-жару жұмыстары, тау-кен массасын экскавациялау, оны тиеу және тасымалдау, байыту) химиялық заттар кешенінің бөлінуімен сүйемелденеді.*

*We have studied the sanitary and hygienic working conditions of workers at the East Kazakhstan copper and chemical plant, where ore is mined in an open way. The plant consists of three quarries and a concentrator. For miners engaged in open-pit mining, all the main technological processes of ore extraction (drilling and blasting, excavation of rock mass, its loading and transportation, enrichment) are accompanied by the release of a complex of chemicals.*

**Ключевые слова:** условия труда, добыча руды, карьеры, обогатительная фабрика.

Горнодобывающая промышленность представляет собой одну из главных отраслей экономики Казахстана. Отличительной ее особенностью является большое разнообразие добываемых полезных ископаемых и как следствие, большое количество предприятий, работающих как непосредственно в сфере разведки и эксплуатации месторождений, так и в сфере материально-технического обеспечения процессов недропользования. В годы Советской власти в Казахстане шла интенсивная работа как по развитию сырьевой базы, так и по добыче всех видов полезных ископаемых, которые были подготовлены к извлечению. Были созданы мощные горнорудные предприятия, развивалась инфраструктура вокруг них.

Современные стратегические задачи предусматривают максимальное использование традиционных преимуществ Казахстана, к которым относится освоение минерально-сырьевых ресурсов. С экономической точки зрения важной особенностью ископаемых ресурсов Казахстана является то, что они часто залегают близко к поверхности земли и поэтому разрабатываются дешевым открытым способом (в карьерах). Кроме того, в ряде случаев они удобно расположены для комплексного использования. Например, в Центральном Казахстане сравнительно близко друг от друга находятся руды цветных и черных металлов, коксующиеся каменные угли, известняки и огнеупорные глины. Такое сочетание полезных ископаемых весьма благоприятно для развития здесь цветной и черной металлургии и связанных с ними химической промышленности и машиностроения. Боль-

шим разнообразием ископаемых ресурсов отличаются горы Каратау, Рудный Алтай, Мугоджары, Тургайская долина и полуостров Мангыстау. Богатейшие природные ресурсы Казахстана определяют горнодобывающую промышленность в качестве одной из основных отраслей, составляющих значительный экономический потенциал страны. Горнодобывающая промышленность Казахстана занимает довольно высокие позиции в мире по объему производства. Открытые и подземные рудники, а также предприятия по переработке руды были объединены и вошли в собственность различных групп предприятий. Лидирующие места в горнодобывающей промышленности занимают такие компании, как «Казхром», «Казатомпром», «Казахмыс», «Казцинк», «Казахалтын», «Арселор Миттал Темиртау» и другие.

При открытом способе добычи полезных ископаемых на Восточно-Казахстанском медно-химическом комбинате, в состав которого входят три карьера (Шемонаихинский, Николаевский, Камышенский), часть рабочих, обслуживающих горные машины, находится во время работы в кабинах экскаваторов, автосамосвалов, бульдозеров и прочих машин, другие большую часть рабочего времени или даже весь рабочий день проводят непосредственно в карьере. Это дорожные рабочие, машинисты и их помощники на буровых станках, взрывники, слесари и электрослесари, различные подсобные рабочие.

По данным Р.В. Борисенковой [1], микроклимат в кабинах горных машин во многом зависит от их благоустройства. На выпускаемых ранее экскаваторах стены и пол кабин не имели достаточной термоизоляции, поэтому зимой происходило значительное охлаждение рабочих помещений кабин, летом же их стены нагревались от солнечной радиации и служили дополнительным источником тепловыделения.

В зимний период на экскаваторах, не имеющих теплоизоляции, при наличии в кабине лишь небольших электропечей для обогрева ног температура, как правило, была в пределах  $0 \pm 4$  °С, а нередко понижалась до  $-4$ -,  $-6$  °С и даже ниже.

В летний период, особенно при работе в дневную смену, температура воздуха в кабине машиниста превышала наружную на  $2 + 10$  °С, нередко достигая  $35$  °С и выше. Еще выше была температура поверхности (стен) экскаваторов, которая днем часто превышала  $40$  °С, скорость движения воздуха в кабине при закрытой двери в машинном отделении составляла  $0,3-0,4$  м, кратковременно повышалась при вращении кабины против ветра при открытых окнах.

При открытом способе добычи полезных ископаемых все основные процессы сопровождаются выделением пыли. При бурении выделение пыли происходит за счет разрушения породы или руды и поступления в воздух буровой мелочи, удаляемой из скважин.

Интенсивное пылеобразование наблюдается при сухом бурении шарочными станками или перфораторами. Концентрации пыли при бурении перфораторами и отсутствии средств борьбы с пылью колебались от  $10,0$  до  $156,0$  мг/м<sup>3</sup> в зависимости от скорости бурения, механических свойств породы или руды, направления и скорости движения воздуха и почти не зависели от времени года.

Летом уровни запыленности колебались от  $10$  до  $156$  мг/м<sup>3</sup> (в среднем  $52,3 \pm 5,4$ ), а зимой от  $10$  до  $150$  мг/м<sup>3</sup> (в среднем  $47,3 \pm 4,9$ ).

На многих карьерах запыленность воздуха при экскавации летом несколько выше, чем зимой, весной и осенью, когда пылеобразование снижается за счет увеличения влажности горной массы при выпадении осадков и таянии снега.

С точки зрения опасности и токсичности полиметаллической пыли, витающей в воздушной среде карьеров и кабин горнотранспортных машин, особый интерес и внимание представляет химический состав пыли. Работами З.К. Конакбаевой [2] показано наличие пыли большого числа потенциально опасных микроэлементов - свинца, селена, мышьяка, сурьмы, ртути, стронция и др.

Учитывая, что в воздухе рабочей зоны карьеров определялись селенистый, мышьяковистый и сурьмянистый водород, особую актуальность с позиции токсикологии представляют такие металлы, как свинец, селен, сурьма и мышьяк. Тем более что З.К. Конакбаевой и А.А. Мамырбаевым [3] были установлены высокие токсические свойства этих металлов при поступлении через кожу.

По данным наших исследований обнаружено повышение содержания пыли и газов на Николаевской обогатительной фабрике (см. табл.). Превышение предельно допустимой концентрации

пыли наблюдается на складе разгрузки готовой продукции – 8,29 мг/м<sup>3</sup> (ПДК-4,0 мг/м<sup>3</sup>). Нами обнаружено повышение содержания меди в воздухе рабочей зоны отделения измельчения, что составило 0,1 мг/м<sup>3</sup>, в реагентном цехе – 0,1 мг/м<sup>3</sup>, в складе разгрузки готовой продукции составило - 0,96 мг/м<sup>3</sup>. Содержание свинца в реагентном цехе составило 0,1 мг/м<sup>3</sup>, а предельно-допустимая концентрация свинца равна 0,01 мг/м<sup>3</sup>. В складе разгрузки готовой продукции обнаружено повышение содержания цинка – 1,28 мг/м<sup>3</sup>, предельно-допустимая концентрация цинка 0,5 мг/м<sup>3</sup>.

Основными источниками выделения вредных газов на карьерах являются взрывные работы, работающий автотранспорт, процессы окисления и горения полезных ископаемых, а также выделение газов из пород и межпластовых вод.

*Среднегодовые значения запыленности и загазованности  
на Николаевской обогатительной фабрике за период 2016-2018 годов*

Наименование цеха, участка	Общая пыль мг/м <sup>3</sup>	Си мг/м <sup>3</sup>	Pв, мг/м <sup>3</sup>	Zn мг/м <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> мг/м <sup>3</sup>	NO-NO <sub>2</sub> мг/м <sup>3</sup>	CO мг/м <sup>3</sup>
Дробильное отделение	2,68	0,07	0,01	0,25	Н/о	Н/о	6,25
Главный корпус отд.измельчения	1,48	0,1	0,01	0,01	Н/о	2,05	6,25
Отделен.приготовлен ия извести	3,92	0,01	0,01	0,01	Н/о	Н/о	Н/о
Фильтровально-сушильное отделения	3,69	0,22	0,01	0,32	10	4,05	12,5
Флотация О ТК-1	1,98	0,21	0,01	0,29	Н/о	2,05	6,25
Реагентное отделение	0,89	0,1	0,1	0,1	6,25	2,05	6,25
Насосная	1,29	0,01	0,01	0,1	Н/о	Н/о	6,25
Склад разгрузки готовой продукции	6,29	0,96	0,1	1,28	6,25	2,05	6,25
ПДК	4	0,5	0,01	0,5	10	5	20

При применении машин с двигателями внутреннего сгорания в атмосферу шахт и карьеров могут поступать выхлопные газы, имеющие сложный химический состав, с каждым годом увеличивается количество используемых автосамосвалов на карьерах и их мощность. Соответственно увеличивается их значение как источника загрязнения воздуха вредными газами. В отличие от взрывных работ, автотранспорт загрязняет воздух карьеров постоянно, так как является составной частью технологического процесса. На открытых горных разработках кроме автомобилей применяются другие машины с двигателями внутреннего сгорания (бульдозеры, скреперы), которые также могут быть источниками загрязнения воздуха. Выхлопы дизельных автосамосвалов представляют собой сложную смесь различных газов, содержащую окись углерода, окись азота, альдегиды, некоторые углеводороды, углекислый газ, пары воды, сажу и сернистый газ при наличии в топливе серы.

При открытых горных работах применяется большое количество горных машин, экскаваторы, бульдозеры, буровые станки и инструменты, транспортные машины и другие, работа которых сопровождается в той или иной степени шумом и вибрацией.

## Список литературы

1. Борисенко Р.В. Гигиена труда при добыче полезных ископаемых открытым способом // Медицина. – М., 2015. – С. 176.
2. Конакбаева З.К. Актуальные вопросы профпатологии и токсикологии // Матер. конф. молодых ученых. – Алматы. – 2016. – С. 187.
3. Конакбаева З.К. Гигиена труда и профзаболеваний в химической промышленности Казахстана // Матер. научно-практической конференции «Актуальные вопросы профессиональной патологии в Казахстане / З.К. Конакбаева, А.А. Мамырбаев. – Алматы, 2017. – С.27-33.

Получено 18.06.2019

---

МРНТИ 38.33.03

**А.А. Иванов, М.В. Пономарева**

Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда

**Д.К. Макат**

Rio Tinto Exploration Kazakhstan, г. Алматы

**КРАТКИЙ ОБЗОР ПОИСКОВЫХ ПРИЗНАКОВ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

*Проведен анализ публикаций ближнего и дальнего зарубежья по характеристике поисковых критериев медно-порфировых месторождений. Особое внимание уделено анализу геофизических критериев поиска и разведки медно-порфировых типов месторождений, которые были успешно применены при разведке медно-порфирового месторождения Нурказган.*

*Мыс-порфир кен орындарының іздеу критерийлерінің сипаттамасы бойынша жақын және алыс шетелдердің жарияланымдарына талдау жүргізілді. Нұрқазған мыс-порфир кен орнын барлау кезінде табысты қолданылған кен орындарының мыс-порфир типтерін іздеу мен барлаудың геофизикалық критерийлерін талдауға ерекше назар аударылды.*

*The analysis of publications near and far abroad on the characteristics of the search criteria of porphyry copper deposits. Particular attention is paid to the analysis of the geophysical criteria for the search and exploration of porphyry copper deposits, which were successfully used in the exploration of the porphyry copper deposit Nurkazgan.*

**Ключевые слова:** научная работа, медно-порфировое месторождение, геохимическая зональность, классификация прожилков, штокверк, гидротермальные изменения.

Порфировые месторождения относятся к числу основных источников Cu, Mo, Au, Ag, Sn в мире, а также содержат сопутствующие Re, W, In, Pt, Pd, и Se. На их долю приходится около 60% мирового производства меди и более 90% мирового производства молибдена. Казахстан обладает огромными запасами медной руды и занимает второе место в мире, а по добыче – седьмое. Основные промышленные типы руд – медистые песчаники и медно-порфировые месторождения. Ярким примером может являться медно-порфировое месторождение Нурказган, в котором с поверхности до глубин 200-300 м были подсечены бедные халькопиритовые руды с содержанием 0,2-0,3% меди, а в интервале 300-800 м - более богатые халькопирит-борнитовые руды со средним содержанием 1,1% меди и 0,4 г/т золота, оконтуренные запасы балансовых руд при этих содержаниях составляют около 1,2 млн т меди и около 40 т золота [1].

Медно-порфировые месторождения характеризуются штокверковой формой рудных тел, преимущественно крупными размерами с невысоким содержанием, но относительно равномерным пространственным распределением меди и наличием извлекаемых попутных ценных примесей. Особенно интенсивно порфировые месторождения мира изучались в течение последних трех десятилетий, тем не менее решение проблем генезиса месторождений и источника металлов в рудах остается довольно противоречивым. Согласно ортомагматической модели, образование некоторых типов рудных месторождений, таких как медно-порфировые, происходит в процессе кристаллиза-

ции магмы, при этом рудообразующие компоненты распределяются между магмой и эксталяционным флюидом. Позже, в ходе гидротермальных процессов, они перераспределяются, формируя месторождение. По мнению Хеденквиста и Ловенштерна, многочисленные события насыщения пара происходят еще в основной магматической камере, каждое из которых соответствует внедрению в вышележащие породы как магматических, так и рудоносных гидротермально-магматических флюидов. Некоторые исследователи наоборот считают, что внедрение интрузий инициирует интенсивную конвекцию гидротермальной системы, при этом микроэлементы экстрагируются из окружающих пород и концентрируются, формируя рудные тела [2].

В границах, выделяемых по комплексу критериев потенциальных рудных районов различного типа, установление перспективных участков, отвечающих возможным месторождениям, требует использования комплекса геологических признаков, которые находят то или иное выражение в геофизических и геохимических характеристиках соответствующих площадей. Основные признаки медно-порфировых месторождений:

- штоки, штокообразные и неправильные тела, серии тесно сближенных и сливающихся даек порфировых пород, завершающие становление интрузивных комплексов продуктивных вулканоплутонических ассоциаций;
- трубчатые тела, сложенные брекчиями интрузивных пород, включая и порфировые разновидности;
- зоны штокверкового прожилкования с сульфидной вкрапленностью либо с «медной зеленью» и гидроокислами железа;
- штокообразные и крупные жиловидные монокварцевые тела;
- комплекс гидротермально-метасоматических изменений (калишпатизация, биотитизация, серицитизация, аргиллизация, пропицитизация) в зональном размещении;
- проявления турмалинизации, огипсования, ангидритизации, цеолитизации в сочетании с другими типами изменений;
- поля рассеянной пиритизации;
- проявления рудной минерализации (молибденовой, медной, медно-мышьяковой, медно-свинцово-цинковой, свинцово-цинковой с серебром, магнетитовой и гематитовой) [3].

Особого внимания заслуживает выделение и оконтуривание порфировых фаз (штоков, удлиненных тел, групп и серий даек), которые близки по составу породам главных фаз и в зависимости от типа района, могут быть представлены гранит-порфирами, гранодиорит-порфирами, монцитит-порфирами, кварцевыми диоритовыми порфиритами, а иногда и породами субвулканического облика – липаритовыми, липарито-дацитовыми и дацитовыми порфиритами [3].

Брекчии, слагающие трубчатые изометричные и неправильные тела, подлежат обязательному выделению независимо от их масштабов. Эти образования могут маркировать системы кольцевых и радиальных разрывов, развивающихся на периферии рудоносных штоков и штокообразных тел. Во многих случаях, особенно в условиях ограниченной обнаженности, брекчии трудноотличимы от конгломератов и грубообломочных пирокластических фаций. Решающее значение для определения принадлежности обломочных пород к инъецированным брекчиевым образованиям медно-порфировых систем имеют установление форм залегания и изучение состава обломков, среди которых ведущая роль обычно принадлежит интрузивным породам. Кроме того, эруптивные брекчии могут быть подвержены гидротермально-метасоматическим изменениям (окварцевание, серицитизация, турмалинизация) и нести сульфидную минерализацию (рис. 1) [3].

Зоны прожилково-штокверкового окварцевания, сравнительно легко устанавливаемые при картировании, выделяются на картах независимо от наличия в них проявлений рудной минерализации. Такие зоны могут быть расчленены по насыщенности прожилками и их преобладающей мощности, что отражает увеличение объема пород при дроблении и наложении окварцевания, различных по интенсивности в разных частях медно-порфировых систем (рис. 2) [3].



Рисунок 1 – Брекчия, сцементированная кварц-турмалином с лимонитизированными обломками



Рисунок 2 – Штокверковый тип прожилков

R. Sillitoe классифицировал прожилкование по типам, используя данные по нескольким месторождениям (рис. 3).

Последовательность прожилков на медно-порфировых месторождениях сначала разработана Густафсоном и Хантом (1975 г.) в Сальвадоре. Прожилки можно разделить на три группы:

1) ранние, не содержащие кварц и сульфиды, содержащие актинолит, магнетит (М тип), биотит (ЕВ тип) и калиевый полевой шпат (КПШ); как правило, такие прожилки не имеют вторичных изменений;

2) сульфидсодержащие, гранулированные кварцевые прожилки с тонким или легко диагностируемыми вторичными изменениями (типы А и В);

3) поздние кристаллические кварц-сульфидные прожилки и прожилки с заметным разрушением полевого шпата (включая тип D).

Прожилки группы 1 и 2 имеют калийные изменения, тогда как группа 3 сопровождается хлорит-серицитовыми, серицитовыми вторичными изменениями. Тонкие, прожилки со сложным составом, кварц-серицит-КПШ-биотитовые прожилки с ореолом вокруг определены теми же минералами ( $\pm$  андалузит – корунд) наряду с обильным, мелкодисперсным халькопиритом  $\pm$  борнитом. Они характеризуют переход из группы 1 до 2, хотя их можно спутать в другом месте с прожилками D-типа из-за их ореолов вокруг прожилка, такие называют «ранние темные слюды» (EDM тип) [4].

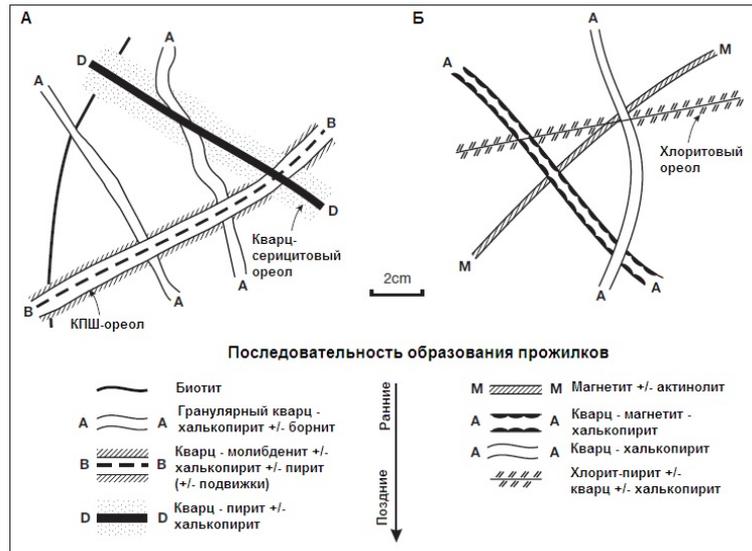


Рисунок 3 – Классификация последовательности образования прожилков

Особый интерес представляют крупные штокообразные и жилковидные тела существенно кварцевого состава. Такие тела, сложенные либо однородным серым и молочно-белым кварцем, либо кварцем, в ассоциации с калишпатом, образующим пегматоидные сростания, маркируют, как отмечалось, внутренние части глубоко-эродированных медно-порфировых месторождений [3].

Гидротермально-метасоматические изменения требуют разделения по составу, формам проявления и интенсивности. При различиях в распространенности в районах разного типа поисковое значение могут иметь проявления калишпатизации, серицитизации, аргиллизации, пропилитизации, огипсования, цеолитизации, ангидритизации, турмалинизации, грейзенизации. Требуют выделения также зоны скарнирования и сопутствующей им рудной минерализации, поскольку такие преобразования на некоторых месторождениях сопровождают рудоносные порфировые штоки (рис. 4) [3].

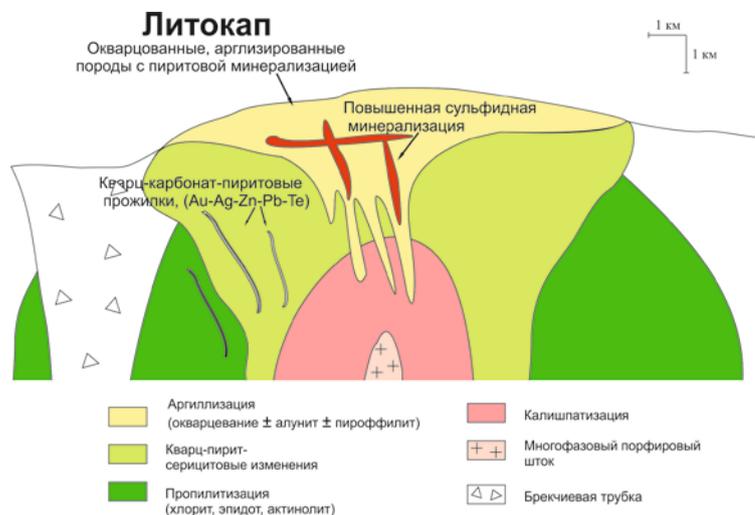


Рисунок 4 – Схема распределения гидротермальных изменений на медно-порфировых месторождениях

Оконтуривание площадей развития рассеянной пиритизации имеет существенное значение, поскольку при этом может быть установлено положение зон промышленной рудной минерализации. Пиритовые ореолы медно-порфировых месторождений принадлежат к числу ведущих поисковых признаков. В окисленных частях месторождений пиритизация фиксируется развитием пятнистого ожелезнения, охватывающего значительные площади [3].

Проявления медной минерализации на прогнозных картах должны быть разделены по минеральному составу (халькопирит, борнит, энаргит, люционит, халькозин) с учетом ассоциирующих рудных и нерудных минералов и по формам обособления (вкрапленность, гнезда, прожилки, жилы). Такого же разделения требуют проявления сопутствующей молибденовой, полиметаллической, магнетитовой, гематитовой, оловянной и вольфрамовой минерализации [3].

Широко распространенные на выходах месторождений зоны развития «медной зелени» и ожелезнения (кэпинга) принадлежат к числу важных поисковых признаков, однако их происхождение далеко не всегда может быть однозначно интерпретировано без вскрытия на глубину. Геофизические аномалии принадлежат к неотъемлемым составляющим прогнозных карт. Из гравиметрических и магнитометрических аномалий наиболее интересны те, которые позволяют провести расчленение интрузивных массивов и могут способствовать выделению различных по составу и времени становления фаз. Магнитометрические аномалии, кроме того, могут фиксировать внешние зоны скарнирования и ороговивания, а также зоны интенсивных гидротермально-метасоматических изменений с пониженными магнитными свойствами. Поэтому на карты выносятся как положительные, так и отрицательные аномалии [3].

Поля развития сульфидной минерализации отчетливо отражаются в аномалиях метода вызванной поляризации (ВП), интенсивность которых сопоставима с насыщенностью пород пиритом. Аномалии, полученные при постановке этого метода, а также метода естественного поля при нахождении на площадях с комплексом других поисковых признаков заслуживают первоочередной проверки (рис. 5) [3].

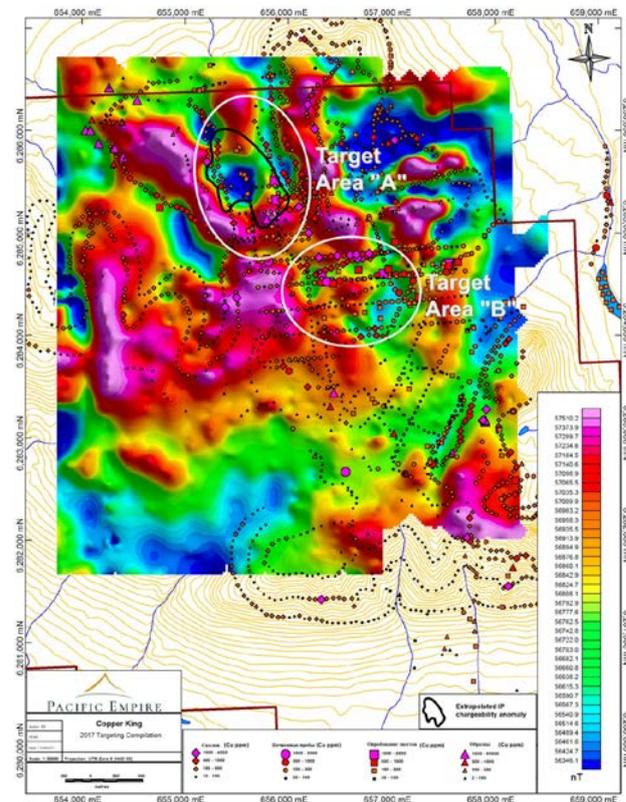


Рисунок 5 – ВП-аномалии на одном из проектов Pacific Empire

Важное значение для оценки перспектив имеют геохимические аномалии, устанавливаемые при изучении как первичных, так и вторичных ореолов. На карты и разрезы выносятся моно- и полиэлементные аномалии с разделением их по интенсивности [3].

Ниже приведен разрез первичных геохимических ореолов рассеяния по Cu, Au и W медно-порфирового месторождения Нурказган (рис. 6) [4].

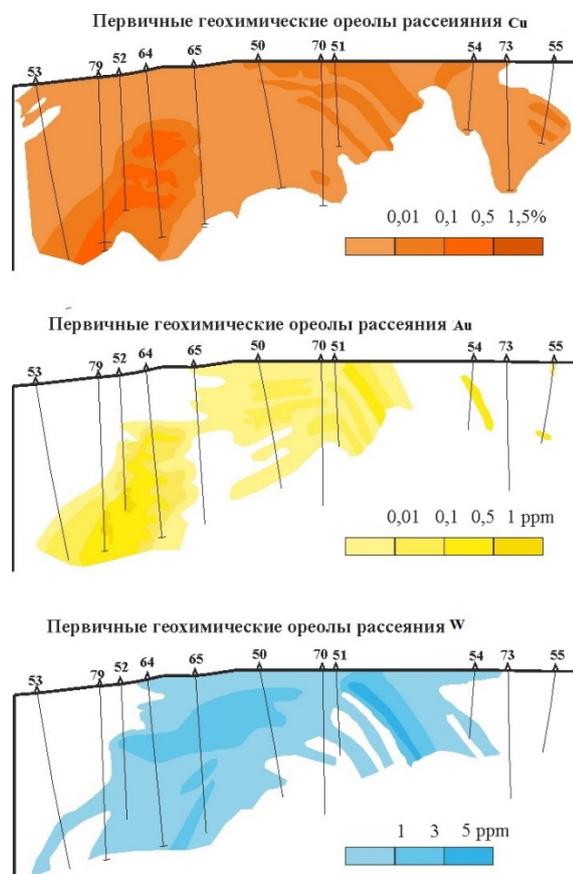


Рисунок 6 – Первичные геохимические ореолы рассеяния по Cu, Au и W

На рис. 6 можно отметить на забоях скважин 79, 52, 64 как первичные ореолы рассеяния меди ассоциируются с золотом, а вольфрам выступает в виде «шапки» над рудным телом [4].

На основании вышеизложенного можно сделать следующий вывод. Медно-порфировые месторождения изучаются долгое время, многими авторами были опубликованы статьи по поисковым признакам. В целом поисковые признаки значительно помогают геологам при поиске медно-порфировых месторождений. Вышеописанные критерии действительно применимы на практике, но каждое месторождение всегда уникально по-своему.

#### Список литературы

1. Сейтмуратова Э.Ю. Новые аспекты перспектив медно-порфирового оруденения Жонгаро-Балхашской складчатой системы / Э.Ю. Сейтмуратова, Я.К. Аршамов, Ф.Ф. Сайдашева и др. // Горный журнал Казахстана. – 2013. – № 3. – С. 5-13.
2. Буханова Д.С. Условия формирования Au-Cu-порфирового месторождения Малмыжское, Хабаровский край (по данным исследования флюидных включений) / Д.С. Буханова, П.Ю. Плечов // Вестник Краунц. Науки о Земле. – 2017. – № 2. – С. 61-71.

3. Кривцов А.И. Геологические основы прогнозирования и поисков медно-порфировых месторождений. – М.: Недра, 1983. – 256 с.
4. Иванов А.А. Геохимическая зональность медно-порфирового месторождения Нурказган / А.А. Иванов, Д.К. Макат, Д.К. Макатов // Тр. ун-та. – 2016. – № 3. – С. 70-75.
5. RICHARD H. SILLITOE. Porphyry Copper Systems // Economic Geology. – 2010. – v. 105. – pp. 3-41.

Получено 18.06.2019

УДК 622.272

**Т.Т. Ипалаков, Б. Апшикур, А.К. Капасов**

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

**РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА МНОГОПУТНОГО  
УЧАСТКА, СООРУЖАЕМОГО НА СЛАБЫХ ОСНОВАНИЯХ С АРМИРОВАНИЕМ ГЕОСЕТКОЙ**

*В статье приведены основные положения расчетов напряженно-деформированного состояния земляного полотна, усиленного геосинтетическими материалами, и эпюры вертикальных напряжений на основной площадке для конструкции земляного полотна, армированного геосеткой, которая свидетельствует о более равномерном (по сравнению с типовой конструкцией) распределении напряжений на основной площадке, что исключает опасные зоны для развития недопустимых остаточных деформаций, в частности при неблагоприятном сочетании эксплуатационных факторов.*

*Мақалада геосинтетикалық материалдарымен беріктігі күшейтілген жер төсемесінің кернеулі-деформациялық жағдайын есептеудің негізгі жағдайы және негізгі алаңға кернеудің біркелкі таралуы туралы (типтік конструкциямен салыстырғанда) сипаттайтын, рұқсатты шамадан асып кететін қалдық деформациялардың дамуы, жекелеген жағдайда пайдаланудың тиімсіз болған факторлары үшін қауіпті аймақ болып саналатын, геосеткамен торланған жер төсемесінің конструкциясы үшін, вертикаль кернеудің эпюрасы келтірілген.*

*This article describes the main provisions of the calculations of the stress-strain state of the roadbed, reinforced with geosynthetic materials and vertical stress diagrams on the main site for the construction of the roadbed, reinforced with a geogrid, which indicates a more uniform (compared to the standard design) stress distribution on the main site, which excludes dangerous areas for the development of unacceptable residual deformations, in particular, with an unfavorable combination of operational factors.*

Возможность укрепления слабого основания земляного полотна с армированием геосеткой проверим на действующих участках Мангышлакского отделения железной дороги АО НК КТЖ. По проекту реконструкции станции № 8 Мангышлакского отделения железной дороги АО НК КТЖ было запланировано строительство двух станционных путей на станции № 8. Общий вид станции приведен на рис. 1 (космический снимок). Основания проектируемых путей – слабый грунт солончак.

Расчет выполняется в два этапа:

Этап 1. Расчет устойчивости насыпи без учета армирующих элементов.

Этап 2. Расчет устойчивости насыпи с учетом геосинтетических армирующих материалов.

Характеристика станционных путей: рельсы Р65, шпалы – деревянные, скрепление – костыльное, балласт – щебеночный. Локомотив – тепловоз 2ТЭ10В.

Нагрузки от верхнего строения пути и подвижного состава прилагаются на уровне бровок земляного полотна. Общая нагрузка от подвижного состава и верхнего строения пути принимается равной 115 кПа (100 кПа – давление от подвижного состава, 15 кПа – давление от верхнего строения пути). Существующий путь – путь № 1. К нему пристраивается две пути (рис. 1, путь № 2, 3).



Рисунок 1 – Общий вид района строительства станционных путей

Расчет производится с использованием суперсовременной компьютерной программы «Plaxis». Программа «Plaxis» представляет собой специализированную трехмерную компьютерную программу, основанную на методике конечных элементов, которая используется для расчетов деформаций и устойчивости различных геотехнических объектов.

Для оценки влияния армирования основания земляного полотна геосинтетическими материалами используем коэффициент общей устойчивости конструкции, впервые предложенный профессором А.К. Уразбековым [1, 2, 3]. Коэффициент общей устойчивости конструкции –  $k_{AKU}$  – отношение реальной прочности к вычисленной минимальной прочности.

*Этап. 1. Расчет  $k_{AKU}$  насыпи и основания без учета армирующих элементов.*

Данный расчет выполняется в две стадии:

1. Расчет конструкции без учета веса верхнего строения пути и подвижного состава, то есть охватывает период сооружения насыпи на слабых основаниях.

На рис. 2, 3 представлены эпюры полных и вертикальных смещений элементов земляного полотна и основания соответственно.

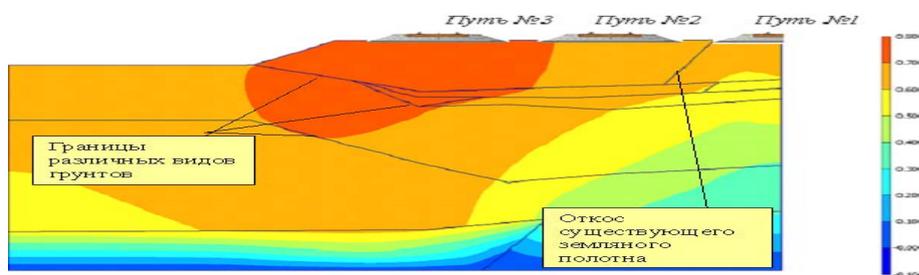


Рисунок 2 – Эпюра полных смещений

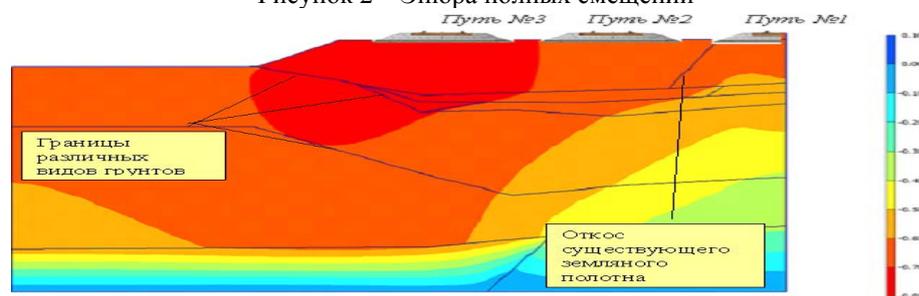


Рисунок 3 – Эпюра вертикальных смещений

На рис. 4 представлены полные напряжения, возникающие в грунтах от воздействия сооружаемой насыпи.

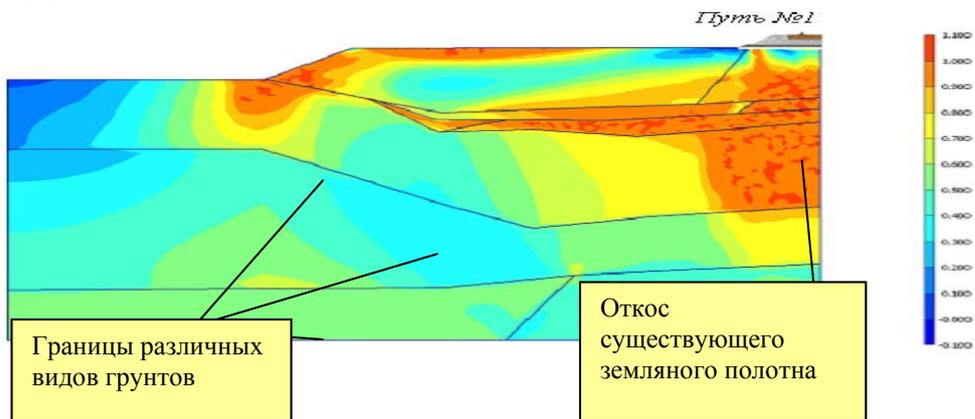


Рисунок 4 – Эпюра полных напряжений, возникающие в грунтах от воздействия сооружаемой насыпи для 2 и 3 пути

2. Расчет конструкции с учетом веса верхнего строения пути и подвижного состава.

На рис. 5, 6 представлены эпюры полных и вертикальных смещений элементов земляного полотна соответственно под воздействием веса верхнего строения пути [4].

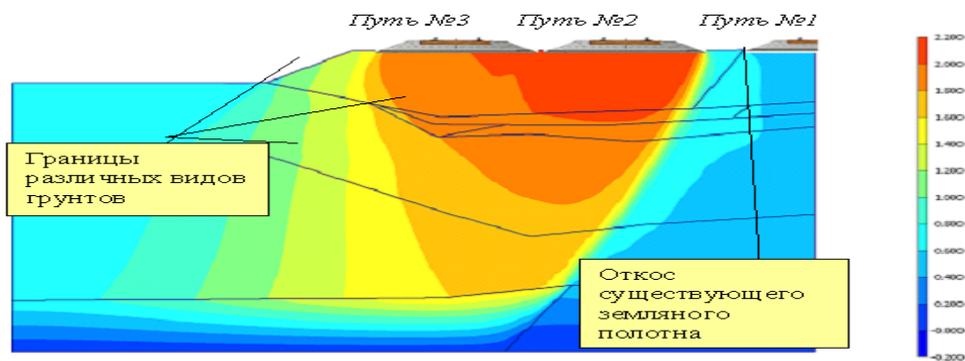


Рисунок 5 – Эпюра полных смещений элементов земляного полотна соответственно под воздействием веса верхнего строения пути

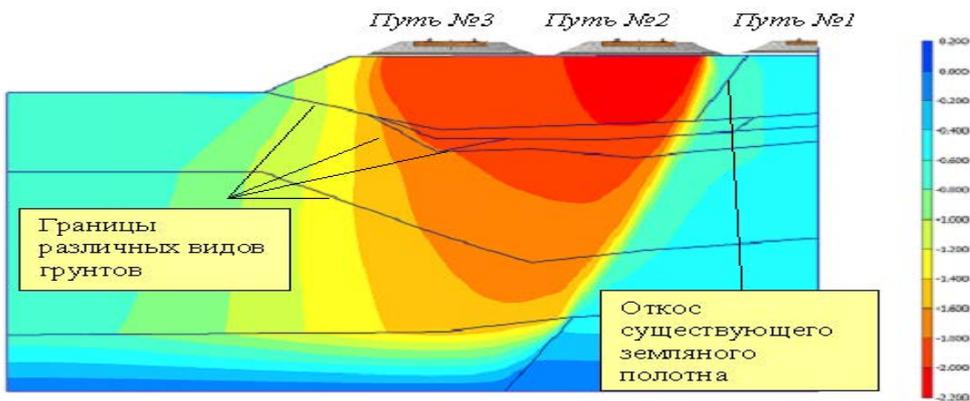


Рисунок 6 – Эпюра вертикальных смещений элементов земляного полотна соответственно под воздействием веса верхнего строения пути

На рис. 7 представлены полные напряжения, возникающие в грунтах от воздействия сооружаемой насыпи, веса верхнего строения пути и поездной нагрузки.

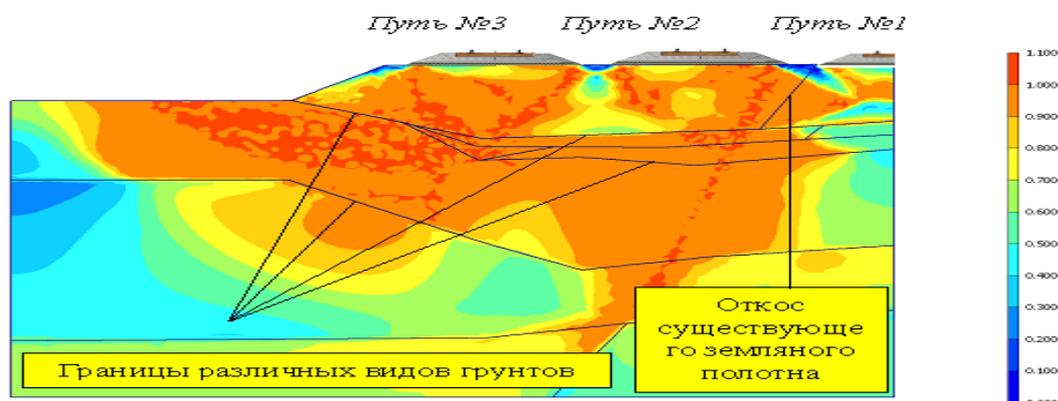


Рисунок 7 – Эпюра полных напряжений, возникающих в грунтах от воздействия сооружаемой насыпи, веса верхнего строения пути и поездной нагрузки

На рис. 8 представлен график общей осадки насыпи.

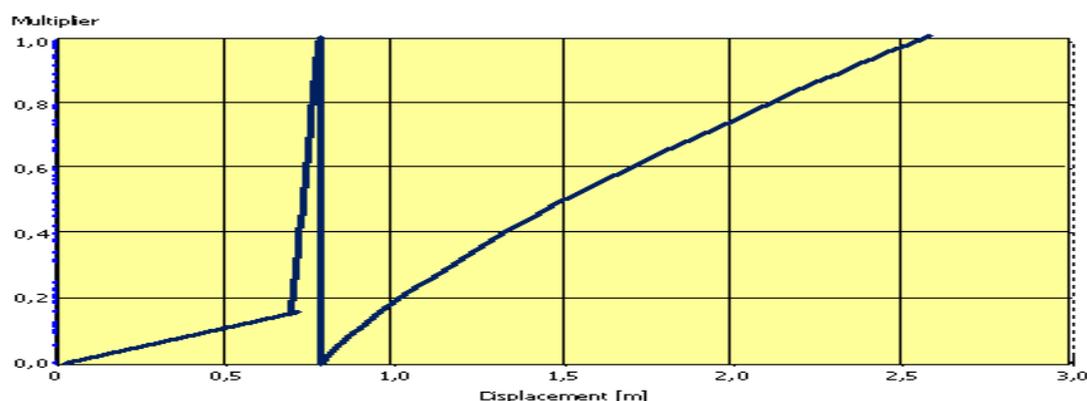


Рисунок 8 – График общей осадки насыпи

Таким образом, без воздействия поездной нагрузки и веса верхнего строения пути максимальные смещения происходят по оси и бровке 3 пути. По данным расчета, общая осадка под собственным весом грунта до полной стабилизации составляет 0,75 м. Фактическая осадка по оси 3 пути по данным поперечника ПК 426+18,00 составляет 0,85 м (в районе солончака) [4].

*Этап 2. Расчет устойчивости насыпи с учетом геосинтетических армирующих материалов.*

По результатам расчетов конструкций армирования земляного полотна ПК 426+18,00, путь № 3 и путь № 2 станции № 8 Мангышлакского отделения железной дороги АО НК КТЖ принят следующий вариант (рис. 9) [5].

Проводится выборка насыпного грунта. По основанию выбранного грунта выполняется армирование геосетками ССП 30/30-2,5 с укладкой полотен перпендикулярно оси пути и ССП 100/100-25, с укладкой полотен параллельно оси пути. Затем через каждые 0,5 м проводится послойное армирование геосеткой ССП 30/30-2,5. По основной площадке выполняется армирование геосеткой ПС 100/100-50 [2, 4].

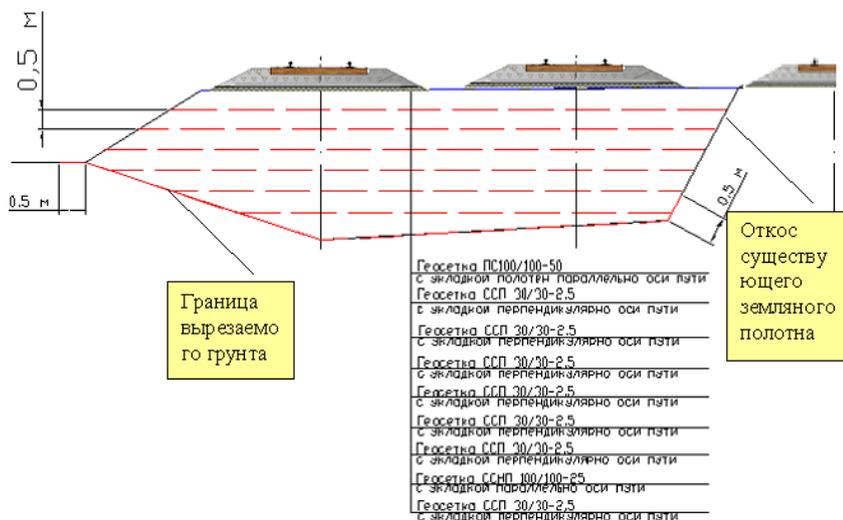


Рисунок 9 – Схема усиления насыпи на ПК 426+18,00

На рис. 10, 11 приведены графические данные полных и вертикальных смещений элементов земляного полотна под собственным весом.

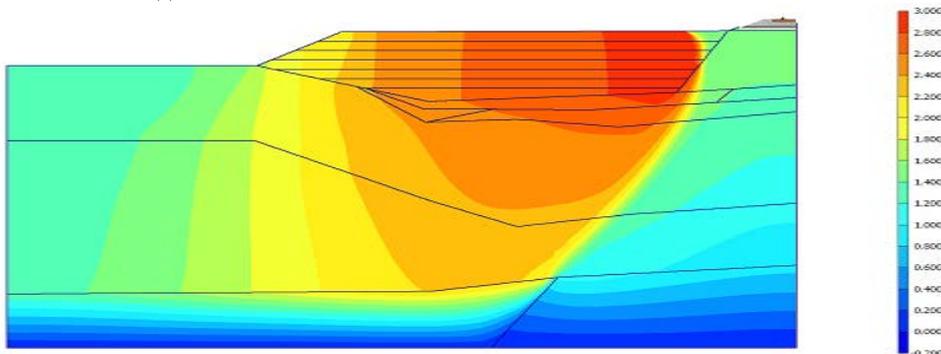


Рисунок 10 – Эпюра общих смещений земляного полотна под собственным весом

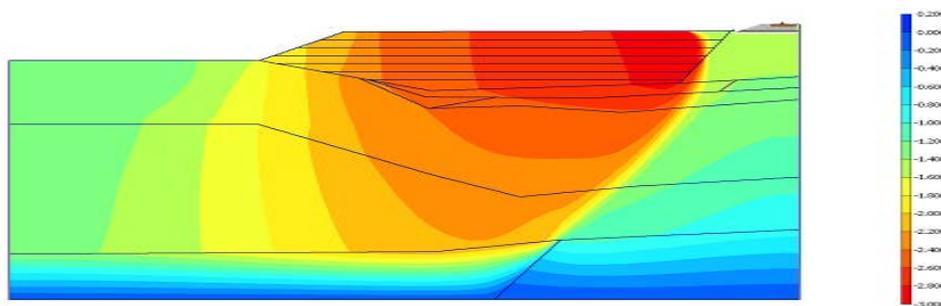


Рисунок 11 – Эпюра вертикальных смещений земляного полотна под собственным весом

На рис. 12 представлены полные напряжения, возникающие в грунтах от воздействия сооружаемой насыпи с учетом армирования.

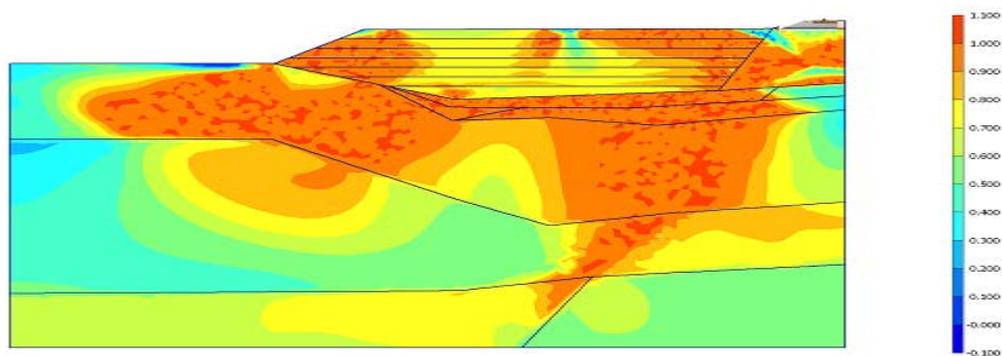


Рисунок 12 – Эпюра напряжений, возникающих в грунтах от воздействия сооружаемой насыпи с учетом армирования

На рис. 13, 14 представлены эпюры полных и вертикальных смещений элементов армированного земляного полотна соответственно под воздействием поездной нагрузки и весом верхнего строения пути.

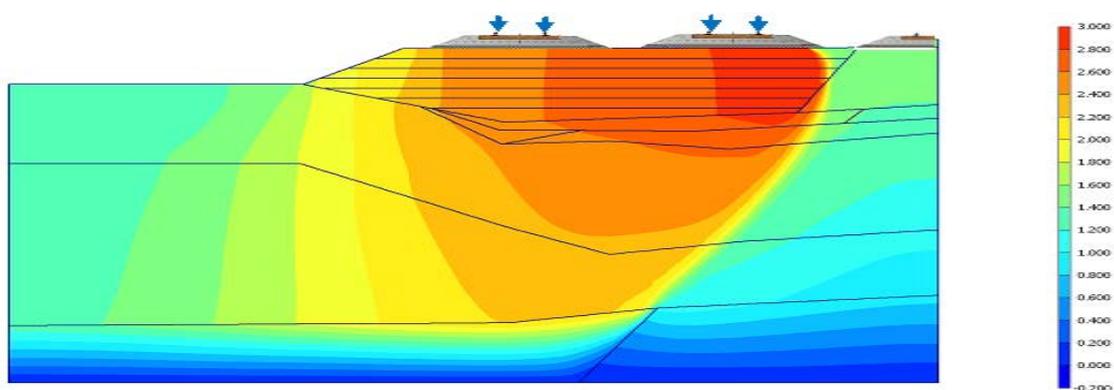


Рисунок 13 – Эпюра полных смещений элементов армированного земляного полотна под воздействием поездной нагрузки и весом верхнего строения пути

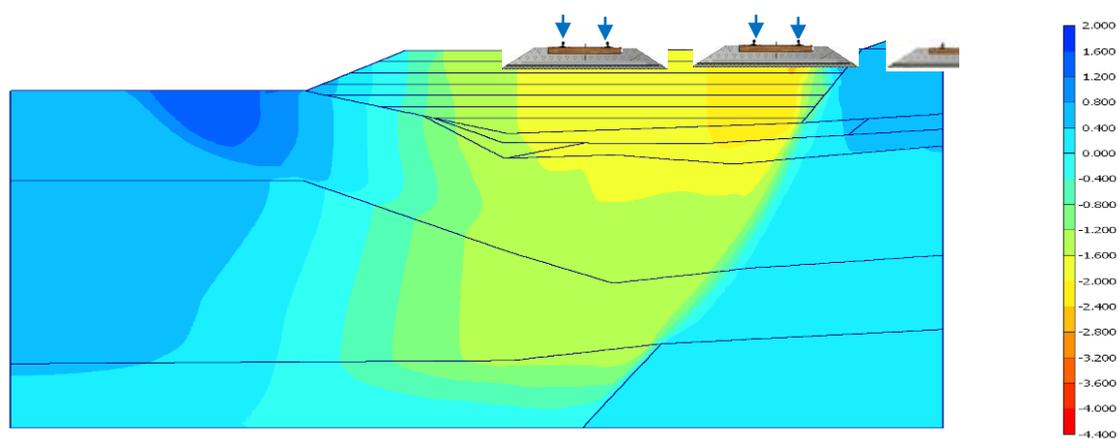


Рисунок 14 – Эпюра вертикальных смещений элементов армированного земляного полотна под воздействием поездной нагрузки и весом верхнего строения пути

На рис. 15 представлены полные напряжения, возникающие в грунтах от воздействия сооружаемой насыпи с учетом армирования и нагрузки от подвижного состава и веса верхнего строения пути.

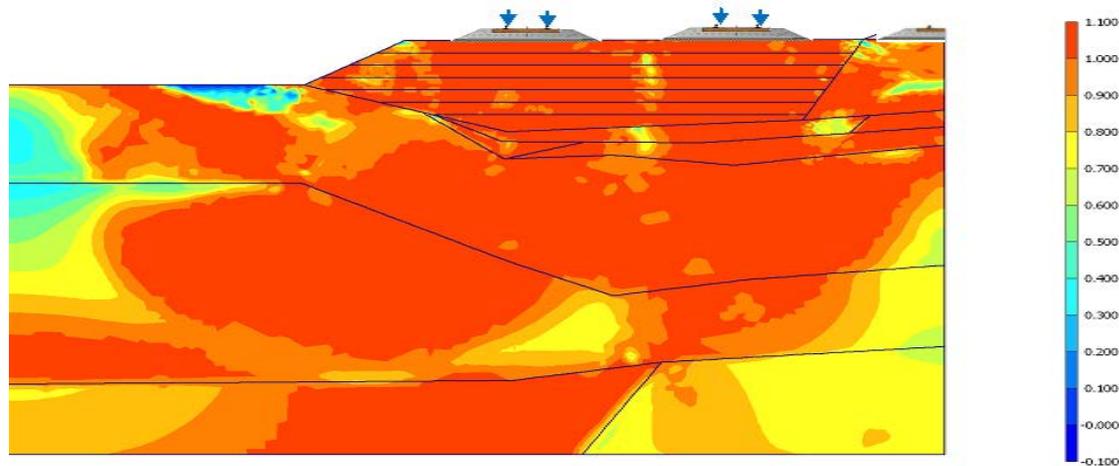


Рисунок 15 – Эпюра полных напряжений, возникающих в грунтах от воздействия сооружаемой насыпи с учетом армирования и нагрузки от подвижного состава и веса верхнего строения пути

Под воздействием нагрузок от подвижного состава и веса верхнего строения пути общая осадка насыпи до ее полной стабилизации составит по расчетным данным  $0,45$  м. Коэффициент устойчивости при этом составит  $1,483$ .

Послойное армирование насыпи позволит обеспечить стабильность железнодорожного пути с коэффициентом устойчивости  $1,483$ , общая осадка насыпи до ее полной стабилизации составит по расчетным данным  $0,45$  м, что в  $1,89$  раз уменьшает величину общей осадки.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

1. В результате расчета аналитическим методом определено напряженно-деформированное состояние земляного полотна при армировании основной площадки геосетками. Сопоставление результатов аналитического расчета напряженно-деформированного состояния земляного полотна при усилении основной площадки геосеткой с результатами натуральных экспериментальных работ показало высокую степень сходимости [1, 2].

2. Проведенные расчеты показывают, что использование геосеток в конструкции пути при условии полноценного включения в работу изменяет напряженно-деформированное состояние земляного полотна. На уровне основной площадки земляного полотна происходит перераспределение напряжений со снижением в подрельсовых сечениях вертикальных напряжений на  $8-30\%$  в зависимости от физико-механических свойств грунта земляного полотна.

3. Рациональная глубина укладки георешетки, определенная по предложенной методике, составляет  $40-45$  см под подошвой шпалы. При такой глубине укладки достигается наибольший эффект в снижении действующих на основной площадке земляного полотна вертикальных напряжений (до  $12\%$  в моделированном варианте) [1, 2].

4. Послойное армирование насыпи позволит обеспечить стабильность железнодорожного пути с коэффициентом устойчивости  $1,483$ , общая осадка насыпи до ее полной стабилизации составит по расчетным данным  $0,45$  м, что  $1,89$  раз уменьшит величину общей осадки.

#### Список литературы

1. Уразбеков А.К. Армирующая функция геосинтетических материалов при совместной работе с балластными материалами / А.К. Уразбеков, П.Т. Григорьева // Вестник НИИ РПС. – 2006. – № 1. – С. 22-24.
2. Уразбеков А.К. Расчет устойчивости и прочности земляного полотна с применением числен-

- ных методов / А.К. Уразбеков, Р.А. Садыков. – Алматы: Ғылым, 1996. – 124 с.
3. Уразбеков А.К. Обеспечение работоспособности земляного полотна железнодорожного пути. – Алматы: АПИИТ, 1995. – 146 с.
  4. Косенко С.А. Определение геометрических параметров участка земляного полотна и факторов, влияющих на его конфигурацию / С.А. Косенко, П.Т. Григорьева // Вестник КазАТК. - 2009. – С. 143-147.
  5. Исаенко Э.П. Подготовка железнодорожного пути к скоростному движению пассажирских поездов / Э.П. Исаенко, М.В. Безруков, С.Ю. Иванов. – Нижний Новгород: Нижегородский печатник, 2001. – 125 с.
  6. Нормативы упругих осадок (деформаций) основной площадки земляного полотна и методика проектирования рабочей зоны земляного полотна для подготовки пути к скоростному движению пассажирских поездов. – М.: МПС России, 1998. – 9 с.

Получено 18.06.2019

---

МРНТИ 004.946

**М.А. Карменова, Г.В. Попова**

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

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОСТРОЕНИЯ 3D-МОДЕЛЕЙ ГОРОДСКИХ ОБЪЕКТОВ В AGISOFT PHOTOSCAN PRO

*В статье приведен анализ современных технологий фотограмметрической обработки данных для 3D-моделирования и результаты исследований по построению 3D-модели городского объекта в среде Agisoft Photoscan Pro.*

*Мақалада 3D-үлгілеуге арналған қазіргі кездегі фотограмметриялық мәліметтерді өңдеу технологияларына талдау және Agisoft Photoscan Pro ортасында қалалық объектінің 3D-үлгісін тұрғызудың зерттеу нәтижелері келтірілген.*

*The article provides an analysis modern technologies of photogrammetric data processing for 3D-modeling and the results of research on the construction 3D-model of urban object in the Agisoft Photoscan Pro environment.*

**Ключевые слова:** 3D-модель, облако разреженных точек, облако плотных точек, фотограмметрия, беспилотные летательные аппараты (БПЛА).

За стремительным развитием и прогрессом науки, открытием новых фактов, достижений, закономерностей и значимых событий предполагаются и развитие современных подходов, методологий исследования, а также появление автоматизированных технологических решений, программ, приложений. Для проведения исследования различные науки используют в настоящее время не только математические модели, но и многие другие. Сегодня моделирование стало важнейшим методом научного познания, исследования. Метод моделирования используется в любой науке, на всех этапах научного познания. Так, моделирование позволяет сделать изучение более интересным, наглядным, осязаемым взглядом, преподнести сложный объект или процесс доступным для тщательного и всестороннего исследования. Технологическое обновление гарантирует нашей стране конкурентоспособность и вхождение в 30 развитых стран. Катализатором всех проектов служит внедрение программы «Цифровой Казахстан». В рамках программы актуализированы проблемы по обеспечению сохранности и доступности геологической цифровой информации, реализации технологий для создания умных городов, развитию национальной инфраструктуры пространственных данных и т.д.

В связи с этим решение данных проблем трудно представить без фазы моделирования, которое способствовало бы развитию цифровой инфраструктуры городской среды, анализу и прогнозированию её безопасности от ЧС природного и техногенного характера. При столь динамичном развитии города возрастает потребность в получении необходимой информации для расчета и

оценки сейсмостойчивости городских объектов в связи с возрастающими сейсмическими и иными угрозами с использованием 3D-моделирования.

Трехмерные модели позволяют эффективно решать задачи, связанные с принятием градостроительных проектов и документации, охраной и реконструкцией объектов культурного наследия, а также кадастра. Такая модель будет объективно и наглядно отражать существующую градостроительную структуру, тем самым решая задачи эффективного использования пространства.

Трехмерная модель представляет поверхность, сформированную с учетом рельефа территории. Исходными данными для создания таких моделей местности являются детальные планы городов и топографические карты, данные, полученные при помощи современных технологий ГИС [1].

В процессе получения 3D-модели города или создания 3D-модели городских объектов используются беспилотные летательные аппараты (БПЛА), а также софты, необходимые для обработки фотографий, полученных с БПЛА.

В мировом пространстве на сегодняшний день можно увидеть множество компаний, занимающихся процессами трехмерного моделирования целых городов, городских территорий, электронного картографирования с помощью различных ГИС-технологий. Наряду с этим среди множества организаций, хотелось бы отметить некоторые крупные компании, такие как Visicom, НЕОЛАНТ и Геоскан, которые занимаются решениями проблем 3D-моделирования и визуализации. К примеру, украинская компания Visicom работает на украинском и международном рынках геоинформационных технологий с 1991 года и является одним из ведущих производителей цифровых карт и геоданных. С 2000 года Visicom успешно завершил более 900 телекоммуникационных проектов, создав высококачественные 3D-модели для более чем 850 городов мира. Более свежие проекты и работы компании представлены на рис. 1.



Рисунок 1 – Сведения о компании (2017-2018 гг.) Visicom по созданию 3D-моделей

Также одним из лидеров, занимающихся разработкой и производством БПЛА, а также разработкой программного обеспечения для фотограмметрической обработки данных и трехмерной визуализации, является российская группа компаний Геоскан. Наиболее значимые достижения компании, реализованные в рамках определенных проектов, представлены ниже в таблице.

*Примеры проектов*

Дата	Компания /технология	Разработанные 3D-модели города (городских территорий)
С 2005	НЕОЛАНТ/ Autodesk Infrastructure Modeler	Интерактивная 3D-карта г. Дубны
2013	Геоскан/ Agisoft PhotoScan	3D-модели г. Гатчины
2014		3D-модель г. Томска
2015		3D-модели Салехарда
2016		3D-модели участков КАД г. Санкт-Петербурга
С 2016 - 2017		3D-модели ледников в горах Монголии на высоте до 4500 м с помощью комплекса «Геоскан 101»
2017		3D-модели г. Астаны
2018		3D-модель Тульской области с применением БПЛА

Таким образом, среди множества способов получения 3D-моделей и применения совершенно новых программных обеспечений по обработке данных, а также в связи с прогрессивным развитием современных методов и технологий трехмерной визуализации наиболее распространенным методом для создания цифровых топографических карт и планов при решении задач архитектуры, строительства и т.д. широко применяются и совершенствуются технологии и инновации 3D-моделирования фотограмметрической обработки данных.

Фотограмметрия (Photogrammetrie является производным от греческих слов *phōtos* – свет, *gramma* – запись и *metreō* – измерение; дословно – измерение светозаписи) – научная дисциплина, изучающая способы определения формы, размеров и пространственного положения объектов в заданной координатной системе по их фотографическим и иным изображениям [2]. Основными достоинствами фотограмметрического и стереофотограмметрического методов являются: высокая точность результатов, высокая производительность, объективность и достоверность информации, возможность при необходимости повторения измерений, возможность получения в короткий срок информации о состоянии как всего объекта, так и отдельных его частей, безопасность ведения работ [3].

В целом существует два основных направления в фотограмметрии:

- создание карт и планов Земли (и других космических объектов) по снимкам (фототопография);
- решение прикладных задач (наземная, прикладная фотограмметрия).

В своих научных исследованиях, задача которых заключалась в получении 3D-модели городских объектов (зданий, сооружений) для дальнейшего их использования при расчете и оценке на сейсмоустойчивость, выбор был остановлен на данном методе, т.е. в целях реализации решения данной прикладной задачи использовалась фотограмметрическая обработка цифровых данных. В качестве программного решения за основу взята программа Agisoft PhotoScan Professional компании Геоскан (рис. 2).

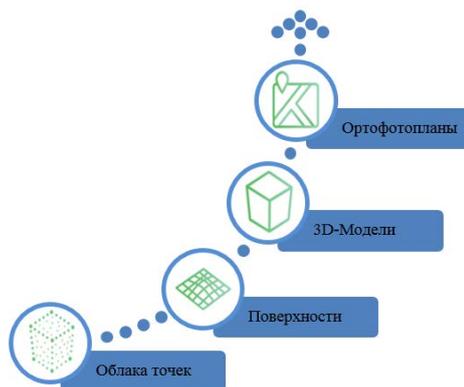


Рисунок 2 – Возможности программы Agisoft PhotoScan Professional

Вместе с этим хотелось бы отметить, что группа Геоскан впервые в мире решила задачу в одной из областей искусственного интеллекта – автоматическое создание 3D-модели объекта по серии разноразмерных фотографий. В настоящее время это программное обеспечение (ПО) поставляется в 131 страну мира [4].

Особенностью данного ПО является то, что обработка снимков в целях топографического обеспечения включает ряд последовательно выполняемых операций, часть которых реализуется современными методами машинного зрения и базируется на использовании аппарата проективной геометрии, однородных координат и фотометрической обработки изображений [5]. Принцип и алгоритм работы программы Agisoft PhotoScan Professional состоит из основных 4-х этапов:

1. Определение положения камер внешнего и внутреннего ориентирования камер. Программа автоматически определяет положение камеры и её ориентацию для каждого кадра, затем уже строит разреженное облако точек (после загрузки фотографий в программу). На этом этапе программа находит общие точки фотоснимков, далее после этого уже по ним определяет все параметры камер, а именно положение (с точностью до масштаба), ориентацию, внутреннюю геометрию (фокусное расстояние, параметры дисторсии. Программа поддерживает несколько моделей дисторсии объективов. Перед началом процесса обработки необходимо выбрать модель, которая в наилучшем виде аппроксимирует реальную дисторсию. Все модели действуют для камеры с центральной проекцией. Для описания нелинейных дисторсий применяется модель Брауна.

В уравнениях (1) – (4) используются следующие параметры:

(X, Y, Z) – координаты точки в локальной системе координат камеры, (u, v) – координаты точки, в проекции на плоскость кадра (в пикселях), f – фокусное расстояние,  $c_x, c_y$  – смещение кардинальной точки,  $K_1, K_2, K_3, K_4$  – коэффициенты радиальной дисторсии,  $P_1, P_2, P_3, P_4$  – коэффициенты тангенциальной дисторсии,  $B_1, B_2$  – коэффициенты аффинитета и неортогональности, w - ширина кадра в пикселях, h - высота кадра в пикселях [5].

Для кадровой камеры:

$$\begin{aligned} x &= X/Z \\ x &= Y/Z \end{aligned} \quad (1)$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$x' = x(1 + K_1r^2 + K_2r^4 + K_3r^6 + K_4r^8) + (P_1(r^2 + 2x^2) + 2P_2xy)(1 + P_3r^2 + P_4r^4)$$

$$y' = y(1 + K_1r^2 + K_2r^4 + K_3r^6 + K_4r^8) + (P_2(r^2 + 2y^2) + 2P_1xy)(1 + P_3r^2 + P_4r^4)$$

Для камеры «Рыбий глаз»:

$$x_0 = X/Z$$

$$y_0 = Y/Z$$

$$r_0 = \sqrt{x_0^2 + y_0^2}$$

$$x = x_0 * \tan^{-1}r_0/r_0$$

$$y = y_0 * \tan^{-1}r_0/r_0 \quad (2)$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$x' = x(1 + K_1r^2 + K_2r^4 + K_3r^6 + K_4r^8) + (P_1(r^2 + 2x^2) + 2P_2xy)(1 + P_3r^2 + P_4r^4)$$

$$y' = y(1 + K_1r^2 + K_2r^4 + K_3r^6 + K_4r^8) + (P_2(r^2 + 2y^2) + 2P_1xy)(1 + P_3r^2 + P_4r^4)$$

$$u = w * 0.5 + c_x + x'f + x'B_1 + y'B_2$$

$$v = h * 0.5 + c_y + y'f.$$

Сферическая камера (равнопромежуточная проекция):

$$u = w * 0.5 + f * \tan^{-1}(X/Z)$$

$$v = h * 0.5 + f * \tan^{-1}(Y/\sqrt{X^2 + Z^2}), \tag{3}$$

где  $f = w/(2 * \pi)$ .

Сферическая камера (цилиндрическая проекция).

$$u = w * 0.5 + f * \tan^{-1}(X/Z)$$

$$v = h * 0.5 + f * Y/\sqrt{X^2 + Z^2} \tag{4}$$

где:

$$f = w/(2 * \pi)$$

2. Построение облака точек. На данном этапе используя рассчитанные положения камер программа строит плотное облако точек. Плотное облако точек можно редактировать (вырезать или исключить).

3. Построение полигональной модели объекта по плотному облаку точек. Модель строится триангуляцией по точкам. Полученную модель можно редактировать в программе или экспортировать (по облаку точек в следующих форматах Wavefront OBJ, Stanford PLY, XYZ text file format, ASPRS LAS, LAZ, ASTM E57, ASCII PTS, Autodesk DXF, U3D, potree, Cesium 3D Tiles, Agisoft OC3, Topcon CL3, PDF; по 3D-моделям Wavefront OBJ, 3DS file format, VRML, COLLADA, Alembic, Stanford PLY, STL, Autodesk FBX, Autodesk DXF (в виде Polyline или 3DFace), U3D, Google Earth KMZ, Adobe PDF).

4. Создание текстур. В программе предусмотрена функция автоматической оценки фотографии для повышения качества текстур. Если будут изображения с оценкой менее 0,5, то рекомендуется исключить их из генерации текстуры, так как это приведет к улучшению качества визуализации итоговой модели.

Для анализа возможностей программы Agisoft PhotoScan Professional, а также с целью реализации основной задачи по исследованию построения 3D-модели городских объектов на основе данного метода фотограмметрической обработки данных, был выбран объект – Восточно-Казахстанский областной драматический театр в г. Усть-Каменогоске (рис. 3).



Рисунок 3 – Восточно-Казахстанский областной драматический театр

До начала работы в программы Agisoft PhotoScan Professional по схеме (рис. 4), иллюстрирующей фотосъемку для фотомоделирования, были засняты фотографии с различными высотами и углами в 360-градусном охвате (371 фотография, избыток фотографий не повлияет на качество 3D-модели). На первом этапе исследовательской работы после загрузки фотографий в Agisoft PhotoScan Professional программа автоматически определила положение и ориентацию камеры для каждого кадра (рис. 5) и построила разреженное облако точек (рис. 6).

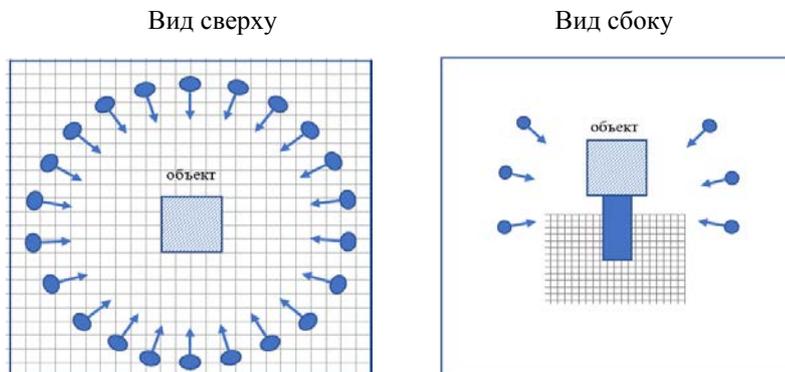


Рисунок 4 – Схема фотосъемки для фотомоделирования объекта

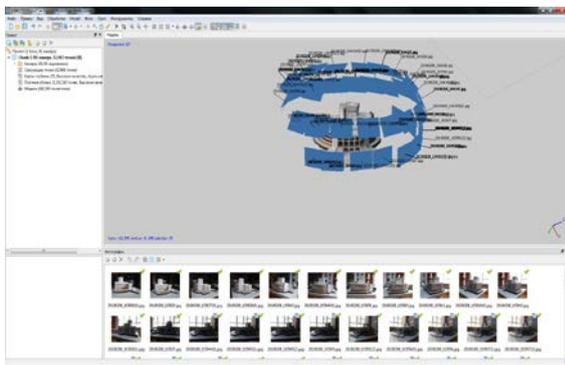


Рисунок 5 – Результат выравнивания камер

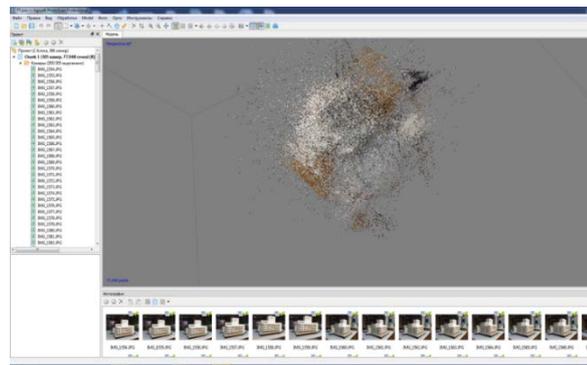


Рисунок 6 – «Разреженное» облако точек

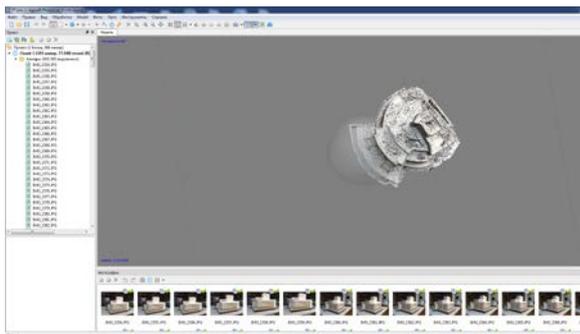


Рисунок 7 – Полученное плотное облако точек

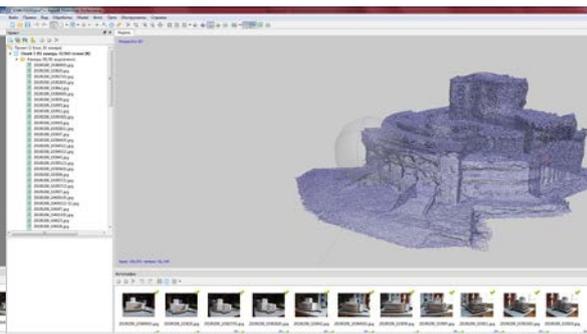


Рисунок 8 – Полигональная модель

На втором этапе программа построила плотное облако точек, используя рассчитанные положения камер (рис. 7). На третьем этапе по плотному облаку точек строится полигональная модель (рис. 8).

На последнем этапе работы, создав текстуру, мы получили итоговую модель (рис. 9).



Рисунок 9 – Вариации текстурированной 3D-модели театра

В завершении исследовательской работы можно утверждать, что построение 3D-модели городского объекта (театра) в программе Agisoft PhotoScan Professional показало достойные результаты. Данный метод фотограмметрии, основанный на обработке цифровых фотографий, занял наименьшую трудоемкость при создании 3D-модели объекта, однако требует для обработки снимков высоких технических характеристик для используемой компьютерной техники.

#### Список литературы

1. Попов В.Н. Геодезия: учеб. для вузов / В.Н. Попов, С.И. Чекалин. – М.: Горная книга, 2007. – 518 с.
2. Безменов В.М. Фотограмметрия. Построение и уравнивание аналитической фототриангуляции: Учеб.-метод. пособие для физического факультета. – Казань, 2009. – 5 с.
3. Карманов А.Г. Фотограмметрия. Учеб. пособие. – Санкт-Петербург, 2012. – 171 с.
4. <https://www.geoscan.aero/ru/software/photoscan>.
5. Иноземцев Д.П. Беспилотные летательные аппараты: теория и практика // Журнал АТИП. - 2013. – № 2. – Ч. 1: Обзор летательных средств. – С. 49.
6. Руководство пользователя Agisoft PhotoScan: Professional Edition, версия 1.4. 2018.

Получено 18.06.2019

---

---

МРНТИ 53.03.05

**Д.Б. Касымова, М.Ә. Әділқанова**Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск**Г.А. Кокаева**

Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Нур-Султан

**С.В. Мамяченков**Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
г. Екатеринбург, РФ**Л.Б. Кушакова**

Филиал РГП НЦКПМС РК «ВНИИцветмет», г. Усть-Каменогорск

**ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАЗАХСТАНА**

*В настоящей статье автор проводит подробное минералогическое исследование золотосодержащей руды месторождений Казахстана.*

*Мақалада автор құрамында алтыны бар Қазақстанның кен орнын минералогиялық талдау жасау арқылы зерттейді.*

*In this article, the author conducts a detailed mineralogical study of gold ore deposits of Kazakhstan.*

**Ключевые слова:** золото, золотосодержащая руда, минералогия, халькопирит, пирит, рудные минералы, аншлифы.

Общие запасы золота в Казахстане сегодня составляют около 2 тысяч т, в то время как разведанные оцениваются в 1800 т (или 4 % мировых), что позволяет республике занимать 8-е место в мире по этому показателю. Эти запасы сосредоточены в 287 месторождениях золота, которые расположены практически во всех регионах страны, включая Восточный (месторождения Бакырчик, Большевик, Риддер-Сокольное), Северный (месторождения Васильковское, Жолымбет, Бестобе) и Центральный (Майкаин, Бошекуль, Саяк IV, Долинное) Казахстан. Однако в промышленной разработке сейчас находится только 75 из них, а потому по объему добычи республика входит лишь в первую двадцатку стран–производителей золота.

Для отечественной золоторудной отрасли характерно преобладание мелких и средних месторождений, низкое содержание металла в руде, а также наличие значительной доли труднообогатимых руд. На многих крупных месторождениях золото концентрируется в упорных рудах, содержащих такие примеси, как мышьяк и сурьма. Процесс их удаления усложняет технологию обогащения руд и требует дополнительных затрат на охрану окружающей среды. Отчасти эту проблему решает внедрение новых технологий [1].

Золотосодержащие руды по вещественному составу характеризуются большим разнообразием. В некоторых рудах более 90% по массе составляет кварц, в других наряду с кварцем преобладающими минералами являются оксиды железа (до 29%), карбонаты (до 20—30%), барит (до 50—60%), турмалин (до 50%). Содержание сульфидов (в основном FeS<sub>2</sub>, FeSn+1) колеблется от 0 до 80%. В различных количествах в рудах присутствуют и многие другие минералы, а также вмещающие породы (граниты, диориты, сланцы и др.). В технологическом отношении важнейшими признаками, определяющими характер золотосодержащих руд, являются:

- наличие в рудах наряду с золотом других полезных компонентов, имеющих промышленное содержание;
- содержание в рудах окисленных минералов по сравнению с сульфидными, т.е. степень окисления руд;
- наличие в рудах компонентов, существенно усложняющих технологию переработки;
- характер золота в рудах, в первую очередь крупность частиц.

В исследуемой пробе золотосодержащей руды основной формой нахождения меди являются первичные сульфиды – 60 % отн. и вторичные сульфиды – 33,3 % отн. Кислородсодержащими соединениями медь представлена на 6,7 %.

Для краткого минералогического анализа из измельчённой пробы золотосодержащей пробы руды (90 % класса минус 0,071 мм) был изготовлен брикет, который изучался под микроскопом с помощью программы «Минерал С7», предназначенной для подсчета минералов в продуктах обогащения. Программа рассчитывает только рудные минералы, а также соотношение минералов между собой [2]. Кварц введен в систему расчета для определения количества сростков рудных минералов с нерудным веществом. Результаты подсчёта минералов приведены в таблице.

*Распределение массовой доли минералов по свободным зёрнам и сросткам*

Минерал своб/сростки	Бас. %	Отн. %	Распределение по качеству, отн. %				Распределение по размерам, отн. %					
			0-5	5-25	25-75	75-95	0-10	10-44	44-74	74-125	125-190	>190
<b>Халькопирит</b>	<b>10,2</b>	<b>100</b>	<b>2,2</b>	<b>0,9</b>	<b>1,0</b>	<b>20,2</b>	<b>15,7</b>	<b>84,3</b>	-	-	-	-
своб. зёрна	7,7	75,7	-	-	-	-	8,7	67,0	-	-	-	-
+ Кварц	2,1	20,5	-	-	0,3	20,2	3,2	17,3	-	-	-	-
+ Борнит	0,2	1,7	1,6	0,1	-	-	1,7	-	-	-	-	-
+ Халькозин	0,1	0,8	-	0,8	-	-	0,8	-	-	-	-	-
+ Пирит	0,1	1,3	0,6	-	0,7	-	1,3	-	-	-	-	-
<b>Магнетит</b>	<b>53,3</b>	<b>100</b>	-	-	<b>1,8</b>	<b>26,9</b>	<b>33,0</b>	<b>67,0</b>	-	-	-	-
своб. зёрна	38,0	71,3	-	-	-	-	22,8	47,5	-	-	-	-
+ Кварц	14,5	27,3	-	-	0,3	26,9	10,2	18,0	-	-	-	-
+ Пирит	0,8	1,4	-	-	1,4	-	-	1,4	-	-	-	-
<b>Кварц</b>	<b>2,3</b>	<b>100</b>	<b>7,9</b>	<b>87,9</b>	<b>4,0</b>	-	<b>43,1</b>	<b>56,9</b>	-	-	-	-
своб. зёрна	0,0	0,1	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
+ Халькопирит	0,3	11,0	3,6	6,8	0,7	-	2,6	8,4	-	-	-	-
+ Магнетит	2,1	88,9	4,3	81,2	3,4	-	40,3	48,5	-	-	-	-
<b>Пирит</b>	<b>27,9</b>	<b>100</b>	-	-	<b>1,4</b>	-	<b>3,3</b>	<b>40,0</b>	<b>56,7</b>	-	-	-
своб. зёрна	27,5	98,6	-	-	-	-	2,7	39,2	56,7	-	-	-
+ Халькопирит	0,1	0,4	-	-	0,4	-	0,4	-	-	-	-	-
+ Магнетит	0,3	1,0	-	-	1,0	-	0,2	0,8	-	-	-	-
<b>Борнит</b>	<b>4,8</b>	<b>100</b>	-	-	-	<b>2,4</b>	<b>2,5</b>	-	<b>97,5</b>	-	-	-
своб. зёрна	4,6	97,6	-	-	-	-	0,1	-	97,5	-	-	-
+ Халькопирит	0,1	2,4	-	-	-	2,4	2,4	-	-	-	-	-
<b>Халькозин</b>	<b>1,5</b>	<b>100</b>	-	-	-	<b>99,9</b>	<b>0,1</b>	<b>99,9</b>	-	-	-	-
своб. зёрна	0,0	0,1	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
+ Халькопирит	1,5	99,9	-	-	-	99,9	-	99,9	-	-	-	-

Главным рудным минералом в пробе руды является магнетит. Второстепенными рудными минералами – пирит, халькопирит, единичные зерна борнита, халькозина, ковеллина.

*Магнетит* представлен зернами неправильной формы. В пробе он составляет 53,3 % (от 100% всех рудных минералов), свободные зерна составляют 38,0 %, 15,3 % – сростки с другими минералами (с нерудным веществом – 14,5 %, с пиритом – 0,8%). Размер зерен от 2 до 44 мкм, преобладают 10-44 мкм. Образует сростки с пиритом и нерудным веществом.

*Халькопирит* представлен зернами амебообразной, неправильной формы. В пробе он составляет 10,2 % (от 100 % всех рудных минералов), свободные зерна составляют 7,7 %, 2,5 % – сростки с другими минералами (с борнитом – 0,2 %, с пиритом – 0,1 %, с халькозином – 0,1 %, с нерудным веществом – 2,1 %). Размер зерен от 1 до 44 мкм, преобладают 10-44 мкм. Образует сростки с пиритом, борнитом и халькозином.

*Пирит* представлен зернами неправильной формы. В пробе он составляет 27,9 % (от 100% всех рудных минералов), свободные зерна составляют 27,5 %, 0,4 – сростки с другими минералами (с халькопиритом – 0,1 %, с магнетитом – 0,3 %). Размер зерен от 3 до 50 мкм, преобладают 10-44 мкм. Образует сростки с халькопиритом и магнетитом.

*Борнит* представлен единичными зернами неправильной формы. В пробе он составляет 4,8 % (от 100 % всех рудных минералов), свободные зерна составляют 4,6 %, сростки с другими минералами – 0,2 %. Образует сростки с халькопиритом.

*Халькозин* представлен единичными зернами, в пробе он составляет 1,5 % (от 100 % всех рудных минералов). Встречается в сростках с халькопиритом, иногда по нему развивается *ковеллин*.

Изображения поверхности аншлифов пробы золотосодержащей руды под микроскопом приведены на рис. 1-4.



Рисунок 1 – Аншлиф. Свободные зерна пирита и магнетита, в центре фотографии сростки халькопирита с нерудным веществом. Ув. 20x10



Рисунок 2 – Аншлиф. Свободные зерна пирита, магнетит в виде свободных зерен и в виде сростков в зерне нерудного вещества. Ув. 20x10

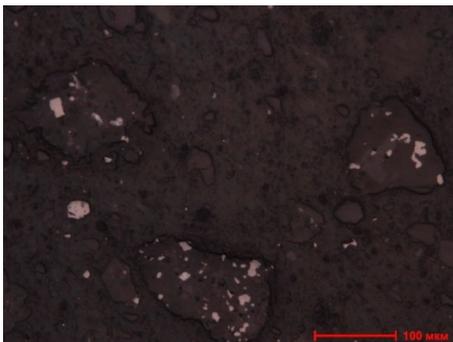


Рисунок 3 – Аншлиф. Сростки магнетита с нерудным веществом. Ув. 20x10



Рисунок 4 – Аншлиф. Зерно халькопирита, практически полностью замещенное халькозином. Ув. 50x10

Результаты изучения вещественного состава, изложенные в настоящей статье, будут использованы при проведении исследований по разработке эффективной технологии переработки золото-содержащей руды [3].

#### Список литературы

1. Лодейщиков В.В. Технология извлечения золота и серебра из упорных руд. – Иркутск: Иргиредмет, 1999. – Т. 1. – 400 с.
2. Мирошникова Н. Влияние вещественного состава золотосодержащей руды на выбор метода обогащения / Н. Мирошникова, Р. Арабаев, Г. Арабаева // Промышленность Казахстана. – 2019. – 43 с.
3. Металлургия благородных металлов: учеб. для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / Под общ. ред. Л.В. Чугуева. – М.: Металлургия, 1987. – 432 с.

Получено 18.06.2019

---

МФТАА 34.29.25

**А.А. Китапбаева, Г.К. Комекова, Ж.К. Кабатаева**

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

#### КҮНБАҒЫС (HELIANTHUS) ӨСІМДІГІНЕ ФИТОРЕТТЕГІШТЕРДІҢ ӘСЕРІН БАҚЫЛАУ

*Қазіргі кезде фитореттегіштердің түрлері өте көп. Осыған байланысты зертеу жұмысында күнбағыс өсімдігінің өсіп-дамуына жас бидай өскінінен алынған фитореттегіштерінің әсері зерттелген.*

*В настоящее время существует множество видов фиторегуляторов. В связи с этим в данной работе изучены влияния фиторегуляторов, полученных в результате роста молодых ростков пшеницы, на несколько видов подсолнечника.*

*Currently, there are many types of phyto regulators. With this, in research were studied the effects of phyto regulators obtained as a result of the growth of young sport of wheat on several types of sunflower.*

**Түйін сөздер:** фитореттегіш, бақылау, күнбағыс, вегетациялық кезең, жаздық бидай өскіні.

Ауыл шаруашылығында жоғары сапалы өнім алу әр уақытта маңызды орын алады. Бұл мәселеде фитореттегіштердің алатын оны ерекше. Фитореттегіштерді қолдану өсімдіктердің потенциалды мүмкіндіктерін жүзеге асыруына себепші бола алады, даму уақытын реттеуге, сапаны арттыруға және өсімдіктің өнімділігін жақсартуға қолайлы. Фитореттегіштер тек қана күнбағыс өнімінің мол қорын алуда ғана емес, сонымен қатар әртүрлі ауруларды барынша азайтуға септігін тигізеді.

Фитореттегіштер – төменмолекулярлы табиғи және синтетикалық зат, өсімдікте аз концентрациялы болса да оның тіршілік әрекетін айтарлықтай өзгертеді. Құрамында биологиялық активті заттар, қоршаған ортаның қолайсыз жағдайларына, яғни, температураның ауытқуы, ылғал тапшылығы, улы пестицидтердің әсері, әртүрлі аурулармен және зиянкестермен зақымдануына қарсы тұруға көмектесетін микроэлементтер бар. Ал микроэлементтер өз кезегінде мынадай маңызды биохимиялық процестерге қатысады:

1. Тыныс алу (мыс, цинк, марганец, кобальт).
2. Фотосинтез (марганец, мыс).
3. Нәруыз синтезі (марганец, кобальт, мыс).
4. Нәруызды, көмірсулы және майлы зат алмасу (молибден, кобальт, марганец, цинк).
5. Гумус синтезі (мыс).

Қазіргі кезде фитореттегіштердің түрлері өте көп. Осыған байланысты біздің зертеу жұмысымыздың негізгі мақсаты күнбағыс өсімдігінің өсіп-дамуына жас бидай өскінінен алынған фитореттегіштерінің әсерін зерттеу.

Мұндай фитореттегіштерді Д. Серікбаев атындағы ШҚМТУ профессоры Воробьев Александр Львович жаздық бидай өскінінен алған, бұл фитореттегіштерді зерттеу жұмысымызға пайдаландық. Бидай дәнінің ұрықтары протеиннің, В тобының дәрумендері, Е дәрумені, мыс, темір, марганец, кальций және фосфордың тамаша қайнар көзі болып саналады. Жаздық бидай өскінінен алынған фитореттегіштерді алу келесідей тәсілмен жүзеге асырылған: жаздық бидай тұқымын 10 мин 0,025% ерітінділі марганец-калий қышқылында дезинфекциялап, 1 тәулік бойы жібітіп, 2 тәулік  $t^{\circ} 20-25^{\circ} C$  өсіріп, бес мәрте қайта-қайта жуып, гомогенизаторда ұсақтап, 10 күн тоңазытқыштың бір бөлігінде (рефрижератор)  $t^{\circ} 4-5^{\circ} C$  орналастырды. Содан соң ұсақталған дәндерге 1:10 қатынасында дистильденген су қосып, бір сағат қайнатып 3000 айн/мин 15 мин центрифугалап центрифугатты құтыларға құйып автоклавта  $t^{\circ} 120^{\circ} C$  30 мин залалсыздандырды. Нәтижесінде құрамы жағынан өзгеше, әсіресе астық дақылды өсімдіктер үшін айтарлықтай ықпалы бар фитореттегіш алынған.

Тұқым өскен кезде құрамындағы негізгі қоректік заттар, дәрумендер, макро- және микроэлементтер өзгереді: құрғақ тұқым құрамында 20 %-ға дейін нәруыз, 2,2 % май, 64 % көмірсу болса, өсірілген тұқым құрамында 26 %, 10 %, 34 %, жасұнық саны 10-17 % дейін көбейеді. Мұндай өзгерістер өсімдік өскен кезде артық заттарды бойына қарқынды сіңіріп, жаңа мүшелердің пайда болуы құрамында май мен нәруыздардың саны көбеюімен байланысты. Күнбағыс өсімдігіне фитореттегіштердің әсерін бақылау үшін бес сұрып таңдалынды. Бұл сұрыптарды ВКУ411Б; ВКУ457А; ВКУ138В; ВК457А; ВК457Б және СҰҢҚАР ЖШС «Майлы дақылдарды өсіру шаруашылығы» ұсынған. Бүгінгі таңға дейін бұл сұрыптар егістік жерлерде аз отырғызылған. Сондықтан осы сұрыптардың өсу динамикасы мен шаруашылықтағы түсімін көрсету үшін арнайы фитореттегіштерді қосу арқылы тәжірибелік жұмыстар жүгізуді ұсынды. Таңдалған сұрыптардың ішінен елу дән іріктеліп арнайы залалсыздандудан өтті (1-сурет).



1-сурет – Күнбағыс сұрыптары

Күнбағыс тұқымдарын бактериялық және саңырауқұлақты аурулардан зақымдануын алдын алу үшін 0,025 % сулы марганцовка ерітіндісімен араластырып 3 күн бойы бөлме температурасында фитореттегіші бар ерітіндіде (қолдану бойынша әзірленген нұсқауға сәйкес) суға салады. Осы кезеңде сапалы тұқымдар бөртіп және ыдыс түбіне түседі. Ал бетіне шыққан тұқымдар жарамсыз болып саналады. Оларды алып тастап сапалы тұқымдардың ішінен тәжірибемізге қажетті 200 тұқым (дән) іріктелді (2-сурет). Тұқым қатты дымқылданып немесе кеуіп кетпеуін де қадағалау міндетті түрде жүргізілуі қажет, өйткені тұқымдардың дамуы тоқтайды.



2-сурет – Күнбағыстың іріктелген дәндері

Іріктелген дәндер ыдыстарға отырғызылу үшін ары қарай стерильдеу жұмыстары жүргізілді. Күнбағыс өсімдігіне фитореттегіштердің әсерін бақылау үшін әртүрлі концентрацияда сумен араластыру арқылы оның ықпалы бақыланды (1-кесте).

1-кесте

*Әртүрлі концентрациядағы фитореттегіштерді алу*

№	Атауы	Концентрация, %				
		1	0,1	0,01	0,001	0,0001
1	Фитореттегіштер, мл	1	0,01	0,001	0,0001	0,00001
2	Дистильденген су, мл	99	9	9	9	9

1. 1 % ерітінді алу үшін 1 мл фитореттегішті 99 мл дистильденген суға қостық (1:100 немесе 1 % ерітінді).

2. 0,1 % ерітінді алу үшін 1 мл фитореттегішті 9 мл дистильденген суға қостық (1:1000 немесе 0,1 % ерітінді).

3. 0,01 % ерітінді алу үшін 1 мл фитореттегішті 9 мл дистильденген суға қостық (1:10000 немесе 0,1 % ерітінді).

4. 0,001 % ерітінді алу үшін 1 мл фитореттегішті 9 мл дистильденген суға қостық (1:100000 немесе 0,001 %).

5. 0,0001 % ерітінді алу үшін 1 мл фитореттегішті 9 мл дистильденген суға қостық (1:1000000 немесе 0,0001 %).

Зертханалық жағдайда іріктелген күнбағыс дәндері арнайы түтікшелерге отырғызылды

Түтікшелерге отырғызылған фитореттегіші бар күнбағыс дәндері отырғызылғаннан кейін алтыншы күні өскіндері пайда болды. Өскіндердің өсу динамикасын келесі суреттен көруге болады. 29 күннің ішінде 31-52 см дейін өсенін көруге болады.

Нәтижесінде құрамы жағынан өзгеше қоректік орта, өсімдіктің өсу динамикасын оң әсерін берген. Астық дақылды өсімдіктер үшін айтарлықтай ықпалы бар фитореттегіш біз қолданған бидай өскіндерінен алынған биологиялық белсенді заттар. Төмендегі 3-суреттен осы нәтижелерді байқаймыз.



3-сурет – Күнбағыс өсімдігінің 29 күнгі көрсеткіші

3-суретте көрсетілгендей фитореттегіш қосылған күнбағыс дәндері отырғызылған күннен кейін 29 күнде айтарлықтай өскені байқалды (26.06.2018 – 23.07.2018); ал толығымен 3-3,5 айда нәтиже байқалды. Фитореттегіш қосылған тұқым өнімділігі жалпы 60-70 %-ды көрсетті, ал бақылауда одан әлдеқайда аз (40-50 %), бұл мәліметтер 2-кестеде берілген.

2-кесте

*Күнбағыс өсімдігінің салыстырмалы түрдегі көрсеткіші*

Күнбағыс түрі	Бақыланған күндер	Фитореттегіш қосылған күнбағыс тұқымы (ұз,см)	Бақылау
ВКУ 457А ВКУ 457В	6.07.18 ж.	15 см	5 см
	16.07.18 ж.	34 см	12 см
	26.07.18 ж.	48 см	28 см
	15.08.18 ж.	61 см	40 см
	30.08.18 ж.	74 см	53 см
	15.09.18 ж.	93 см	64 см
	25.09.18 ж.	118 см	79 см
	7.10.18 ж.	133 см	91 см

Пробиркадағы өсімдікті сыртқы ортаға отырғызудан бұрын оның биомассасын өлшенді. 4-ші суретте көрсетілгендей оң жақтағы күнбағыс өсімдігінің биомассасы бақылауға қарағанда 2 есе артық салмақ көрсетті.



4-сурет – Күнбағыс өсімдігінің биомассасын анықтау

Салыстырмалы түрдегі өлшем нәтижесі фитореттегіш қосылған күнбағыс сабағы –100-130 см; диаметрі – 30-35 см; бақылауға алынған күнбағыс сабағының диаметрі – 15-20 см.

Далалық жерге егілген сұрыптардан фитореттегіштердің әсерінің айтарлықтай әсері бар екенін көруге болады.



5-сурет – Далалық жерге отырғызылған күнбағыс өсімдігі

Ғылыми-зерттеу жұмысымызда біз бақылау және есеп жүргізу барысында мынадай қорытынды жасадық:

- Фитореттегіштер – төмен молекулярлы табиғи және синтетикалық зат, өсімдікте аз концентрациялы болса да оның тіршілік әрекетін айтарлықтай өзгертеді.
- Фитореттегіштерді қандай да бір өсімдікке қолдану оның өсіп дамуына «оң» әсер етеді.
- Фитореттегіштер қолдануға қауіпсіз, аллергиялық белгісі жоқ және қапталған күйде өз құрамын жоғалтпай шексіз сақтала береді.
- Фитореттегіш қосылған күнбағыс өсімдігін өсіргенде вегетациялық мерзімінің уақыты екі есеге жуық және өнімділіктің артуы 50-70 %-ға артқанын, фитореттегіштің құрамы өсімдікке тез арада жақсы өлшем беретінін байқадық.

Фитореттегіштердің әсері жайлы объективті нәтиже алу үшін біз бұл сорттарды далалық егіс алқабына және С. Аманжолов атындағы ШҚМУ-дың 8-ғимаратында, яғни Экология зертханасында арнайы отырғыздық. Қазіргі кезде өсімдіктің вегетациялық өсу кезеңіндегі нәтижелерін сараптау жұмысын жасап, одан әрі қарай зерттеу жұмыстары жалғасатын болады.

#### Әдебиеттер тізімі

1. Орлов А.И. Подсолнечник: биология, выращивание, борьба с болезнями и вредителями. – Киев: Издательство «Зерно», 2013. – 624 с.
2. Бочковой А.Д. Состояние и проблемы семеноводства гибридного подсолнечника во ВНИИМК // Масличные культуры.
3. Аристов С.Н. Выращивание подсолнечника – технология производства / Технический бюллетень ВНИИМК. – 2011. – Вып. 2 (148-149). – С. 23-27.
4. Ғабдулов М.Ә. Батыс Қазақстан өңірінде күнбағыс өсіру тәжірибесі / М.Ә. Ғабдулов, И.К. Жұмағалиев // Ғылым және білім. - 2010. - № 1(18) . – Б. 24-29.
5. Юсаева Д.А., Булатова К.М. Күнбағыс сорттарын идентификациялаудағы гелиантинин полиморфизмі // ҚазҰУ Хабаршысы. Биология сериясы. – Алматы, 2007. – № 3 (33). – 48-52 б.

Қабылданды 18.06.2019

МРНТИ 553.41

**М.А. Мизерная, Б.А. Дьячков, А.Т. Акылбаева**Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск**А.П. Мирошникова**

Филиал РГП НЦ КПМС РК «ВНИИцветмет», г. Усть-Каменогорск

**А.А. Жунусов**

Институт геологических наук им. К. Сатпаева, г. Алматы

**ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ В ЧЕРНОСЛАНЦЕВЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ  
ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИСТОЧНИК БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ**

Крупные месторождения благородных металлов в черносланцевых толщах многие авторы называют «геологическим феноменом». Этот тип месторождений в последние годы все больше обращает на себя внимание в связи с крупными запасами и поликомпонентным составом (золото, платина, серебро, редкие металлы). На мировом рынке они рассматриваются как месторождения-лидеры, объекты высшего ранга приоритетности.

Временной диапазон размещения месторождений золота, платины, серебра черносланцевого типа имеет очень широкий диапазон – от протерозоя до мезозой-кайнозоя. На территории Азии известно более 15 гигантских и крупных месторождений рассматриваемой группы с общим ресурсом свыше 12 тысяч тонн Au. Значительное количество месторождений сконцентрировано в Центральной Азии – в Узбекистане (Мурунтау, Мютенбай, Триада, Кокпатас и др.), в России (Сухой Лог, Наталкинское, Советское, Олимпиада, Нежданинское и др.), в Казахстане (Бакырчик, Большевик, Суздальское, Васильевское, Кварцитовые Горки, Акжал и др.), в Кыргызстане (Кумтор).

Месторождение Бакырчик – типовой представитель золото-сульфидных прожилково-вкрапленных руд, связанных с углеродисто-терригенными минерализованными осадками. Оно находится в Западно-Калбинской структурно-формационной (металлогенической) зоне, сформированной в позднем палеозое в виде линейного раздела между Казахстанским и Алтае-Монгольским палеоконтинентами.

В размещении месторождения особую роль играли субширотные зоны смятия и разрывные дислокации. Кызыловская зона, полого падающая на север, рассекает породы углеродисто-терригенного комплекса каменноугольного возраста, характеризующиеся повышенной намагниченностью (пирротинизация). Важнейшие рудоконтролирующие структурные элементы – надвиговые швы с угловатыми изгибами поверхности, тектонические линзы, кливаж, милонитизация, развальцевание пород, внутриформационные отслоения – отвечают VII-VIII тектонофациям мезозоны. Кызыловская зона смятия по В.Д. Борцову, М.А. Мизерной фиксируется отрицательными аномалиями ЕП до  $-(100-300)$  мВ при фоне в безрудных толщах от 0 до  $-50$  мВ (рис. 1). Участки углеродистого метасоматоза и наложенной сульфидизации, находящиеся в тепловых полях интрузивов кунушского комплекса, дополнительно отмечаются аномалиями вызванной поляризации 5-10 %.

Бакырчикский рудный район объединяет 123 проявления золота разной формационной принадлежности. В структурном плане главные месторождения контролируются системой Кызыловского глубинного разлома широтного простирания (рис. 1). Общая протяженность рудного поля составляет порядка 17 км при ширине до 350 м. Рудовмещающими являются отложения молассовой лимнической угленосной формации (буконовская свита  $C_{2-3}$ ), подверженные интенсивным динамометаморфическим и гидротермально-метасоматическим изменениям.

Рудные минералы образуют пять парагенетических ассоциаций: раннюю мельниковит-пирит-пирротин-марказитовую (с никелином, пентландитом); рудные золото-пирит-арсенопиритовую (с кубанитом, герсдорфитом), золото-кварц-полиметаллическую (с блеклой рудой, халькопиритом, галенитом, сфалеритом) и золото-кварц-карбонат-шеелит-халькопиритовую с брейнеритом, доломитом, айкинитом, свободным золотом; позднюю кварц-карбонат-антимонит-тетраэдритовую с марказитом и тонким перетолженным золотом. Золото-пирит-арсенопиритовая ассоциация имеет

«транзитное» развитие, мельниковит-пирит-пирротин-марказитовая и золото-кварц-карбонат-шеелит-халькопиритовая отмечаются на больших глубинах, золото-кварц-полиметаллическая и кварц-карбонат-антимонит-тетраэдритовая тяготеют к средним и верхним горизонтам.

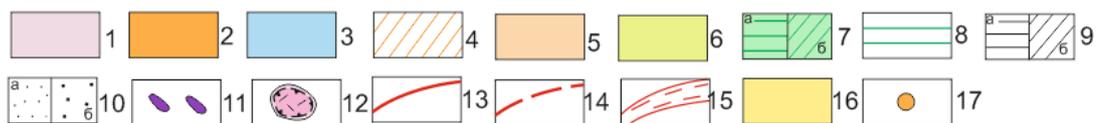
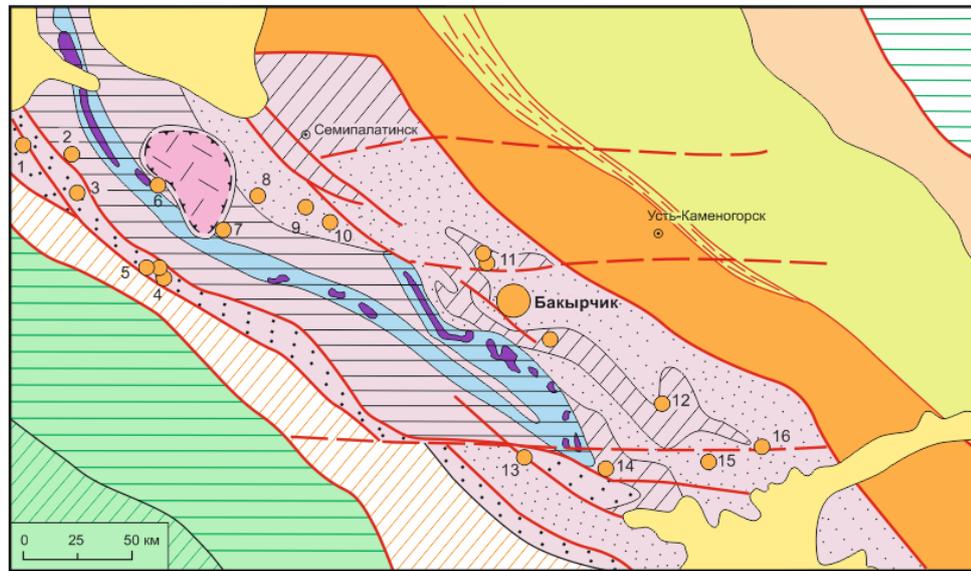


Рисунок 1 – Схема Бакырчикского рудного района: 1-2 – зоны пострифтовых коллизионных блоков; 3 – зона тектонизированных офиолитов Чарского позднедевонского рифта; 4 – зона энсиалических дуг (Жарма-Саурский золото-медно-никелево-редкометалльный пояс); 5-6 – зоны энсиматических дуг: 5 – ранней, D<sub>1</sub>-D<sub>2</sub> и 6 – поздней, D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> (Рудно-Алтайский полиметаллический пояс) стадий; 7-8 – каледонские складчатые системы: 7 – Чингиз-Тарбагатайская (зоны энсиматических островных дуг ранней, C<sub>1</sub>-O<sub>2</sub> (а) и поздней, O<sub>1-2</sub> (б) стадий), 8 – Горно-Алтайская (пассивная континентальная окраина); 9-12 – структуры Западно-Калбинского золоторудного пояса: 9 – области глыбовых (а) и конседиментационных раннеорогенных (б) поднятий, 10 – прогибы: а – орогенные молассовые (с редуцированным вулканизмом), б – вулканогенно-молассовые; 11 – ультрабазиты; 12 – наложенные континентальные вулканотектонические сооружения киммерийского рифтогенеза; 13 - глубинные разломы; 14 – скрытые субширотные разломы фундамента герцинид; 15 – Иртышская зона смятия; 16 – мезозой-кайнозойские отложения; 17 – золоторудные месторождения в углеродисто-терригенных толщах

В суммарном балансе золота ведущую роль играет прожилково-вкрапленная золото-пирит-арсенопиритовая ассоциация (пирит 1,5-22,0 %, арсенопирит 3,0-15,0 %). Самородное золото имеет пленочную, капельную, шаровую, амeboобразную, комковую, дендритовую, прожилковую формы. Превалируют микроскопические и субмикроскопические (менее 10 мкм) пыле- и амeboвидные выделения золота в пирите и арсенопирите. Подчиненное значение имеет золото, развитое в микротрещинах сульфидов в ассоциации с блеклой рудой, сфалеритом, галенитом, халькопиритом, кварцем и карбонатом, и золото, входящее в кварц-серицит-карбонатные оторочки, обрамляющие зерна пирита и арсенопирита. Резко подчиненными являются свободное комковое золото в кварц-полиметаллическом и кварц-карбонат-шеелит-халькопиритовом парагенезисах и мелкое перетолженное золото, ассоциирующее с поздними кварцем, антимонитом, тетраэдритом. Пробность тонкого золота в сульфидах верхнего горизонта равна 760, свободного самородного (сред-

ний и глубокий горизонты) – 960. Геохимическую специализацию месторождения определяют Au, As, Sb, Ag, Cu, Pb, Zn, Mo, W, Sn, Bi, Co, Ni, V, P, МПГ и др.

Одним из интересных в плане доизучения на содержание и формы нахождения благородных металлов является месторождение Акжал, находящееся в непосредственной близости от одноименного поселка Акжал. Структурное положение месторождения определяется приуроченностью к Боко-Акжалскому глубинному разлому северо-западного простирания. В строении рудного поля принимают участие вулканогенно-терригенные породы аркалыкской свиты нижнекаменноугольного возраста и малые интрузии кунушского комплекса (С<sub>3</sub>-Р<sub>1</sub>). Породы аркалыкской свиты представлены порфиритами, яшмами, алевролитами, песчаниками, кремнистыми сланцами с редкими линзами рифтогенных известняков (рис. 2).

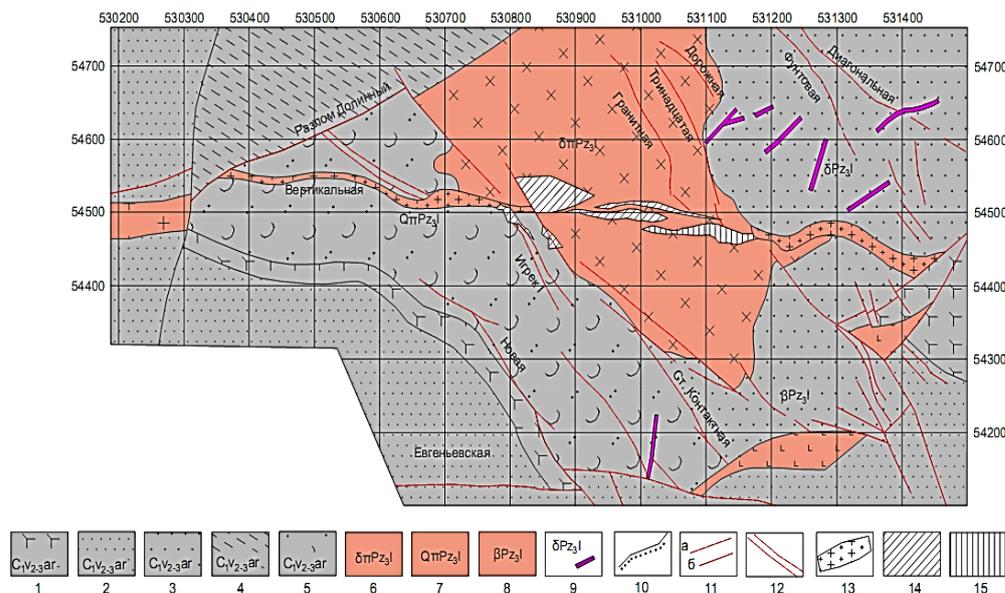


Рисунок 2 – Геологическая карта центрального участка месторождения Акжал: 1 – яшмы; 2 песчаники полимиктовые с обломками кремнистых алевролитов; 3 – песчаники равномернозернистые, среднекрупнозернистые, грубослоистые; 4 – алевролиты с прослоями агриллитов, песчаников; 5 – туфопесчаники, туфогенные песчаники, туфы; 6 – кварцевые диориты, диоритовые порфириты; 7 – гранит-прорфиры; 8 – диабазы; 9 – дайки микродиоритов; 10 – ороговикование экзоконтактов интрузии; 11 – разломы и крупные тектонические нарушения: а – контролируемые золотую минерализацию; б – безрудные; 12 – линейные зоны тектонической трещиноватости, контролируемые золоторудную минерализацию; 13 – субинтрузивные тела кислого состава, контролируемые линейные зоны золотой минерализации; 14 – линейные штокверки золоторудной минерализации, связанные с системами трещин наклонного залегания; 15 - линейные штокверки золоторудной минерализации, связанные с системами субвертикальных трещин

Золото-сульфидно-кварцевая минерализация месторождения Акжал представлена минерализованными зонами дробления с неравномерным распределением сульфидов и золота. Рудные тела представлены золотоносными кварцевыми жилами со свободным золотом и минерализованными зонами мощностью до 1-1,5 и 100 м соответственно. Вкрапленная рудная минерализация встречается в терригенных углеродисто-кремнистых породах, жильная и брекчиевая сульфидно-кварцевая - во всех типах вмещающих и магматических пород [1].

Минеральный состав руд месторождения достаточно прост. Основными рудными минералами месторождения являются: пирит и арсенопирит, галенит, сфалерит, халькопирит; нерудными - кварц нескольких генераций, кальцит, плагиоклаз, хлорит и мусковит. Второстепенные и редкие рудные минералы - самородное золото, блеклые руды, пирсеит, стефанит, шапбахит и бенлеонар-

дит. Наиболее характерны золото-пирит-арсенопиритовая и золото-полиметаллическая рудные ассоциации.

Для пирита характерно наличие пойкилитов рутила, ильменита, апатита и нерудных минералов (рис. 3). Самородное золото, как правило, встречается в ассоциации с арсенопирит-пиритовыми агрегатами. Золото часто образует сростки с кварцем, пиритом и арсенопиритом. Характерно выделение золота в мышьяковистом пирите и по границе срастания пирита и арсенопирита. Самородное золото обнаружено в пирите в ассоциации с блеклой рудой, халькопиритом, а также на контакте сростков пирита и арсенопирита в виде линз, овальных и каплевидных включений (рис. 4).

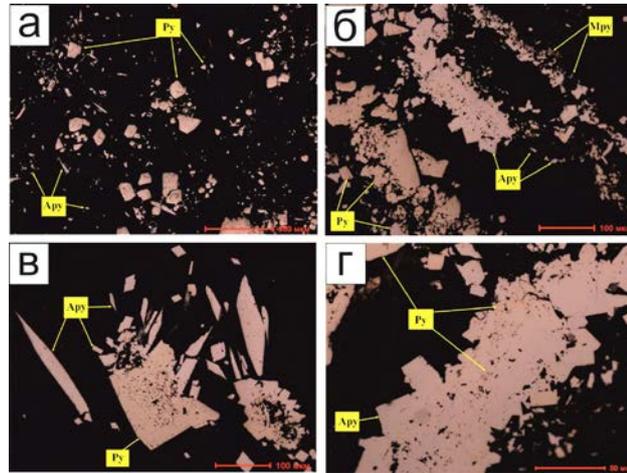


Рисунок 3 – Пирит-арсенопиритовая минерализация месторождения Акжал: а – вкрапленная пирит-арсенопиритовая (Py-Apy) минерализация; б – прожилково-вкрапленная пирит-арсенопиритовая (Py-Apy) минерализация; в – сростки пирита (Py) с призматическими зернами арсенопирита (Apy); г – прожилок, сложенный пиритом (Py) и арсенопиритом (Apy)

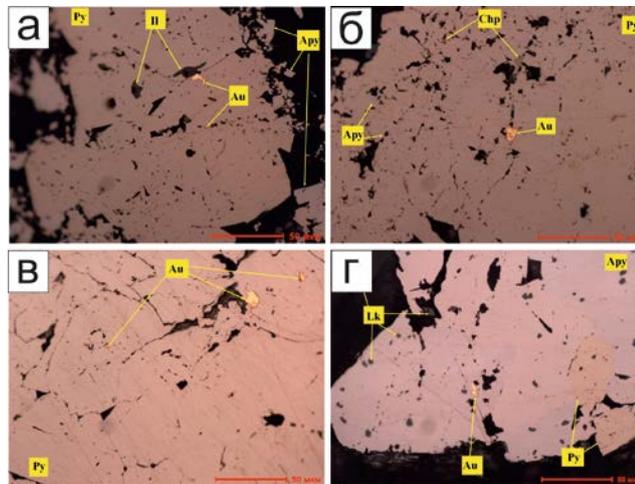


Рисунок 4 – Ассоциация золота с пирит-арсенопиритовой минерализацией руды месторождения Акжал: а – микровключения золота (Au) и ильменита (Il) в пирите (Py); б – микровключения золота (Au), арсенопирита (Apy) и халькопирита (Chp) в пирите (Py); в – включения золота (Au) в пирите (Py); г – вросстки пирита (Py) в арсенопирите (Apy), в последнем микровключения золота (Au)

Поскольку не выявлено значимой корреляции геохимических аномалий по золоту и свинцу, цинку, меди, можно предположить, что основной объём золота месторождения генетически связан с ранней пирит-арсенопиритовой, а не с поздней полиметаллической минерализацией. Аномалии содержания золота и серебра не всегда имеют точное перекрытие, что объясняется наличием других, кроме золота, минералов-носителей серебра: тетраэдрита и галенита [2].

Руды месторождений в черносланцевых толщах представляют большой интерес как возможный источник металлов платиновой группы. По материалам сотрудников Томского политехнического университета и результатам собственных исследований авторов в лаборатории инженерного профиля Иргетас, в сульфидизированных алевропесчаниках месторождения Бакырчик содержания Pt и Os достигают первых десятков г/т. Содержания МПП в прожилково-вкрапленных пирит-арсенопиритовых рудах Бакырчика и Большевика до 1,0 г/т. Среднее содержание платины в золотых рудах составляет 0,4 г/т.

#### Список литературы

1. Рафаилович М.С. Золото недр Казахстана: геология, металлогения, прогнозно-поисковые модели. - Алматы, 2009. – 304 с.
2. Некипелова А.В. Золото-сульфидное месторождение Акжал (Восточный Казахстан): минералогия, стадийность формирования руд, геохронологические характеристики. Новое в познании процессов рудообразования / А.В. Некипелова, М.В. Кириллов, К.Э. Бирюков. - ИГЕМ РАН. - Москва, 2017.
3. Малыгин А.А. Золоторудные пояса Восточного Казахстана и их прогнозная оценка / А.А. Малыгин, Б.А. Дьячков // Вестник ВКГТУ. - Усть-Каменогорск: Изд-во ВКГТУ. - 2000. - № 3. - С. 6-10.
4. Байбатша А.Б. О моделях образования и промышленных типах месторождений золота / А.Б. Байбатша, Н.Т. Кулкашев, К.Ш. Дюсембаева и др. - Вестник КазНТУ, 2011.

Получено 18.06.2019

---

МГТАА 39.01.94  
ӨОЖ 338.484 (574.42)

#### **Т.Н. Самарханов, О.Б. Мазбаев**

Л. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ.

#### **А.Б. Мырзағалиева**

«Астана» халықаралық ғылыми кешені, Нұр-Сұлтан қ.

#### **«КӨКТАУ САМЫРСЫНДЫ ОРМАНЫ» ЕРЕКШЕ ҚОРҒАЛАТЫН ТАБИҒИ ЕСКЕРТКІШ – ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТУРИЗМ НЫСАНЫ**

*Сібе көлдерінің аумағын зерттеу негізінде ерекше қорғалатын табиғи аумақ «Көктау самырсынды орманының» экологиялық туризм нысаны ретіндегі рөлі мен санаты анықталды. Жұмыста орман аумағындағы өсімдіктер жамылғысының таралу сипаттамасы берілген. Осы аймақты экологиялық туризм орталығына айналдыруға қажетті экологиялық және географиялық жағдайлар мүмкіндіктері бағаланды.*

*На основе изучения территории Сибирских озер определена роль и категория ООПТ «Синегорская пихтовая роща» как объекта экологического туризма. Приведена характеристика распределения растительности. Оценены возможности биологических и географических условий для использования этого объекта в качестве центра экологического туризма.*

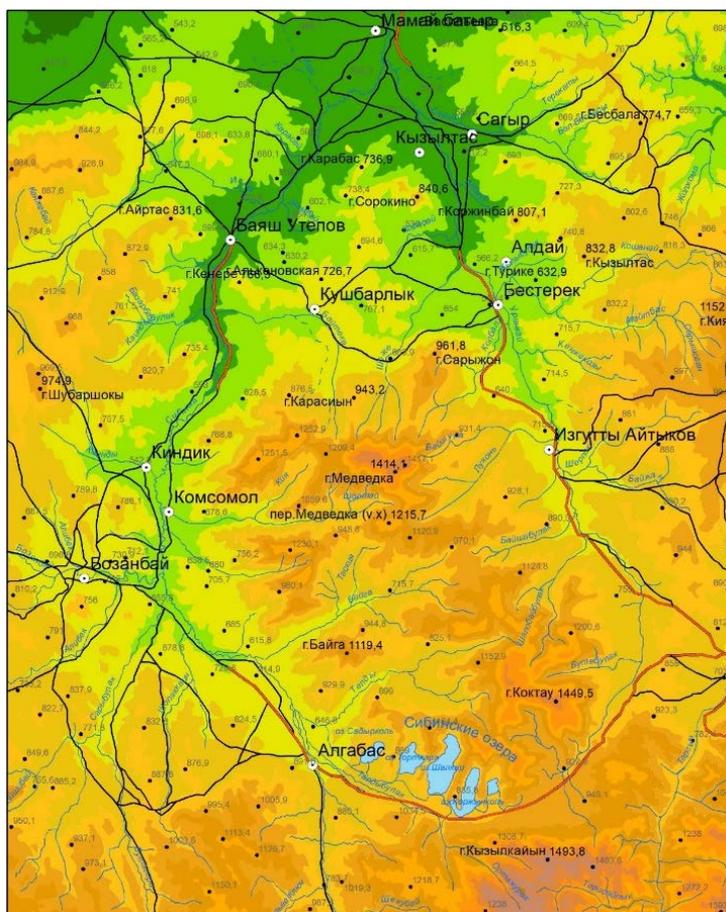
*Based on the study of the Sibin Lakes territory, the role and a category of the specially protected natural area "Sinegorskaya fir grove" as an object of ecological tourism has been determined. The paper presents characteristics of vegetation distribution. Biological and geographical conditions have been evaluated for transformation of this region into the center of ecological tourism.*

**Түйін сөздер:** экологиялық туризм, рекреациялық әлеует, реликт, Көктау самырсынды орманы, табиғи ескерткіш, табиғи-рекреациялық ресурс.

Шығыс Қазақстан – туристік-рекреациялық тұрғыдан алғанда болашағы зор және қарқынды қалыптасып келе жатқан аймақтардың бірі. Аймақтың туристік-табиғи әлеуеті зор, облыстың кең ауқымды, ерекше сипатқа ие ландшафттары, биологиялық әралуандылығымен, сирек кездесетін тарихи-мәдени ескерткіштері жатады. Бұл жалпы туризмді, оның дәстүрлі түрлері мен заманауи бағыттарын, атап айтқанда ішкі туризмді, соның ішінде экологиялық және шетелдік туристерді тарту үшін негіз болып табылады.

Солардың қатарына шырайлы Шығыс өңірінің келбетті де, көркемді аймағы – Сібе көлдері біздің зерттеу нысанымыз. Сібе көлдері таза ауасымен, мөлдір, салқын суымен, айналасының тыныштығымен саяхатшыларды ертеден қызықтырады. Бірақ ол туралы деректер ақпарат құралдарында сирек кездеседі.

Сібе көлдері Қалба жотасының теңіз деңгейінен 710 м-ден 880 м-ге дейінгі биіктігінде орналасқан. Көлдің үш жағынан Көктау тауының жалаңаш жартастарымен қоршалған. Көлдердің негізгі қорек көзі жерасты сулары. Көлдер өзара бұлақтармен жалғасқан. Қатар орналасқан Сібе көлдері: Садыркөл, Төртқара, Шалқар, Қоржынкөл, Қаракөл өзінің табиғи сұлулығымен көз тартады (1-сурет). Көлдердің тереңдігі 2-ден 48 метрге дейін. Ортаңғы Шалқар көлі – ең үлкен әрі терең, оның аумағы 251 гектарды құрайды, ондағы судың мөлдірлігі 11 метрге жетеді. Сібе көлдерінің аумағындағы климат күрт континенттік. Жазда ең жоғары температура +35 °С, орташа температура +19 °С жетеді. Жазғы демалыс үшін қолайлы кезең 210 күнге созылады. Суға шомылу маусымы 60-80 күнге созылады. Мамыр айында су температурасы шамамен +15 °С, маусым айында +20 °С, ал шілдеде +20...+23 °С. Қыс мезгілінде көл қатады [1].



1-сурет – Сібе көлдері аумағының картасы

Сібе көлдерінің туристік-рекреациялық маңызы зор. Біріншіден климаттық жағдайы мен тұнық тау ауасы туристер, қала тұрғындары мен жай демалушылар үшін өте қолайлы. Екіншіден, көлдер облыс ортылығы – Өскемен қаласынан небәрі 75 км қашықтықта орналасқан. Облыс орталығынан көлдерге дейін инфрақұрылымы жақсы дамыған көлік тас жолы бар. Үшіншіден, Сібе көлдерінің аумағында сауықтыру орталықтары, демалыс базалары және жеке коттеждер салынған. Барлық демалыс базалары тұруға қолайлы, экскурсиялар мен ойын-сауық бағдарламаларын ұсынады. Сонымен қатар, жергілікті жердің тарихи, мәдени және табиғи ескерткіштері Сібе көлдерінің рекреациялық әлеуетін күшейтеді. Аймақта табиғи-рекреациялық ресурстардың болуы мен олардың өзара үйлесуі рекреацияны дамытудың қажетті шарты ретінде, табиғи-рекреациялық әлеуеттің бар екендігінің дәлелі.

Сібе көлдерінің аумағы экологиялық туризмді дамыту үшін бірсыпыра артықшылықтарға ие. Экологиялық туризмнің экологиялық білім мен тәрбие беруде ықпалы зор, табиғи көркемділігі сақталған табиғат әлемін өз көзімен көріп, етене жанасып, сұлулығына тамсанған адамнан ғана табиғатқа әрдайым жанашыр бола алатын, оның байлығын қорғай алатын тұлға қалыптастыруға болады.

Сібе көлдерінің солтүстігіне қарай Қалба жотасының Көктау тау массивінің Аюлы (Медведка) тауының солтүстік баурайында бірегей самырсынды орман алабы кездеседі. Ол Қазақстан Республикасының табиғи ескерткіштерінің бірі – Көктау самырсынды орманы. Қалба жотасының қазіргі өсімдіктер жамылғысына тән емес Сібір самырсынынан құралған ылғалы мол орман Аюлы тауының солтүстігінде, экологиялық қолайлы орында сақталып қалған. Осыған орай, біз самырсынды орман ертеректе бүкіл Қалба жотасын жауып тұрған екендігіне көзімізді жеткіземіз, ал осы бірегей орман қараңғы-қылқан жапырақты – қарағайлы ормандарының қалдық элементі соның дәлелі болып табылады. Ғалымдардың болжауынша мұз басу кезеңінің бірінің әсері [2].

1968 жылы Қалба жотасындағы сібір самырсынының реликтік мекендейтін жерін қорғау үшін табиғи ескерткіш құрылған. 1982 жылы қорықтың аумағы 90-нан 137 га-ге дейін кеңейтілді, орман алқабының ауданы – 97 га-ға дейін барады. 2017 жылдың 26 қыркүйегінде № 593 Қазақстан Республикасы Үкіметінің қаулысына сәйкес [3] «Көктау самырсынды орманы» Республикалық маңызы бар ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың бірі ретінде бекітілген.

Қазіргі таңда Қазақстан Республикасында ерекше қорғалатын табиғи аумақтар жүйесі елдің биологиялық алуандылығын сақтауда және экологиялық туризмді дамытуда маңызды рөл атқарады.

Жалпы ерекше қорғалатын табиғи аумақтар жалпы қорғалатын аумақтардың әлемдік жүйесінің бөлігі болып табылады. Біріккен Ұлттар Ұйымының қорғалатын аумақтарының тізіміне сәйкес, әлемде 209 мыңнан астам қорғалатын нысандар бар, ол 32 млн шаршы км астам аумақты (жер шарының 14 %-ы және әлемдік мұхиттың 3,41 %-ы) алып жатыр [4]. 2017 жылдың 26 қыркүйегінде № 593 Қазақстан Республикасы Үкіметінің қаулысына сәйкес елімізде 10 мемлекеттік табиғи қорық, 14 мемлекеттік ұлттық табиғи парктер, 50 мемлекеттік табиғи (кешенді, зоологиялық, ботаникалық) қаумалдар, 25 мемлекеттік табиғат ескерткіштері, 6 мемлекеттік табиғи резерваттар, 6 ботаникалық бақ, 5 мемлекеттік қорық аймақтары жұмыс істейді [3].

Ерекше қорғалатын табиғи аумақтарда экологиялық туризмді дамыту мүмкіншіліктері біркелкі емес. 1998 жылы өңделген 1978 жылғы Халықаралық табиғат қорғау одағының жіктемесіне сәйкес барлық қорғалатын табиғи аумақтар табиғат қорғау және өзге де, оның ішінде туристік қызметті жүзеге асырудың әртүрлі шарттары бар алты санатқа бөлінеді (1-кесте) [4].

Берілген кестеге сәйкес, табиғи ескерткіштер – рекреациялық қызметті жүзеге асыру мүмкіндігі бар, танымдық-табиғи туризмді басым дамытуға болатын ерекше қорғалатын табиғи аумақтар болып табылады.

Табиғи ортасы бұзылмаған самырсынды орманның Шығыс Қазақстан облысының орталығы, Өскемен қаласынан небәрі 60 км-де орналасуы экологиялық туризмді дамытуға қолайлы. Табиғи ескерткіштің ғылыми, экологиялық тәрбие беру маңыздылығымен қатар жоғарғы оқу орындары мен орта мектептердің оқу бағдарламаларын жүзеге асыруда база бола алады.

*Әртүрлі санаттағы қорғалатын табиғи аумақтарда туристік қызметті жүзеге асыру мүмкіндігі [5]*

Санат	Қорғалатын аймақтың типі	Мақсатты қызметі	Рекреациялық қызметті жүзеге асыру мүмкіндігі
Ia	Ерекше (қатаң) қорғалатын табиғи резерват	Бірегей экожүйелерді қорғау; қоршаған ортаның мониторингі; ғылыми зерттеулер	Рекреация және туризмге тыйым салынған
Ib	Жабайы табиғат учаскесі	Аумақтың табиғи сипаттамаларын қорғау (акваториялар)	Рекреация және туризм лимиттелген
II	Ұлттық парк	Экожүйелердің тұтастығын сақтау; ғылыми зерттеулер, ағартушылық, рухани және рекреациялық қызмет	Белсенді және танымдық туризм мен бұқаралық рекреацияның реттелген түрлерін басым дамыту
III	Табиғат ескерткіштері	Ерекше табиғи нысандар мен экологиясын сақтау	Танымдық-табиғи туризмді басым дамыту
IV	Мекен ету орталарды флора мен фаунаның түрлік құрамын реттейтін аумақтар	Тіршілік ету ортасын және/немесе ерекше биологиялық түрлерді сақтау және жаңғырту бойынша іс-шаралар өткізу	Танымдық-табиғи және экологиялық туризмді дамыту әлеуеті бар
V	Қорғалатын жербеті және теңіз ландшафттары	Жер үсті және теңіз ландшафтарын қорғау, экономикалық қызметтің әртүрлі түрлері	Регламенттелген рекреация мен туризмді басым дамыту
VI	Табиғатты тұрақты пайдалану аумағы	Биологиялық алуантүрлілікті ұзақ мерзімді қорғау және қолдау, табиғи өнімдер өндіру және қызметтер көрсету	Регламенттелген рекреация мен туризмді дамыту әлеуеті бар

Танымжорық кезінде туристер ғажайып орманның өсімдіктер жамылғысының таралуымен, сондай-ақ орман жануарларымен таныса алады. Табиғи ескерткіштің флорасы мен фаунасына сирек кездесетін және қорғауды қажет ететін түрлер, сондай-ақ пайдалы өсімдіктер түрлері, оның ішінде дәрілік маңызды түрлер тән.

Көктаудың аласа таулы және орта таулы рельефі жағдайында орналасқан бірегей орманы негізінен қараңғы тайга типтес болып келеді. Климаттық жағдайы атмосфералық жауын-шашынның едәуір мол мөлшерімен ерекшеленеді. Самырсынды орманның топырағы құнарлы, гумуска бай. Орманның өсімдіктер жамылғысында биіктік белдеулілігі нақты байқалады.

Көктау самырсынды орманына экологиялық танымжорықтар ұйымдастыру кезінде оның өсімдіктерінің ерекшеліктерімен таныстыруға болады. Орманда самырсын жартастар арасында басқа ағаш түрлерімен араласпай, таза өсімділер құрып, сондай-ақ тау етектерінде қайың мен көктерекпен араласа өседі. Жартастарға қисық өскен самырсындар тән, көп бағаналы формалары да кездеседі.

Самырсын орманының етегінде шағын жапырақты орман мен ірі шөпті шабындық алып жатыр. Жапырақты орманның құрамына көктерек (*Populus tremula* L.), мойыл (*Padus avium* L.) және биіктіктері 3 метрге дейін жететін бұталар тікенді итмұрын (*Rosa acicularis* Lindl.), бұжыр итмұрын (*R. laxa* Retz.), сары қараған (*Caragana arborescens* Lam.), татар ұшқаты (*Lonicera tatarica* L.), қара ырғай (*Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blutt.), орта тобылғы (*Spiraea media* Franz. Schmidt.) құрайды [6].

Биік шөптесін өсімдіктер шалғынын төбешік маралоты (*Thalictrum collinum* Wall.), Крылов шоқсарысы (*Bupleurum krylovianum* Schrenk.), тік қазтабан (*Potentilla recta* L.), Лобель тамырдерісі

(*Veratrum lobelianum* Bernh.), аномала таушымылдығы (*Paeonia anomala* L.), шілтер жапырақты шайқурай (*Hypericum perforatum* L.), сібір қоңыраугүлі (*Campanula sibirica* L.), бүтінжапырақты жөбіген (*Clematis integrifolia* L.), биік тегеурінгүл (*Delphinium elatum* L.), ақезу бәрпі (*Aconitum leucostomum* Worosch.), бұршақтүс әйкен (*Lathyrus pisiformis* L.) сияқты түрлер құрайды [6].

Тау бөктеріне қарай самырсынды орман аралас орманға айналады, оның құрамына салпыншақ қайың (*Betula pendula* Roth.), көктерек (*Populus tremula* L.), сібір шегені (*Sorbus sibirica* L.) және биіктігі 15 метрге жететін самырсын (*Abies sibirica*) кіреді.

Биіктіктері 3 метрге дейін жететін сары қараған (*Caragana arborescens*), тікенді итмұрын (*Rosa acicularis*), тікенді қарақат (*Ribes hispidulum* (Jancz.) Pojark), татар ұшқаты (*Lonicera tatarica*), орта тобылғы (*Spiraea media*), кара ырғай (*Cotoneaster melanocarpus*), шәңгіш (*Viburnum opulus*) бұталар сатысы шөптесін өсімдіктер шалғындарымен алмасады.

Шөптесін өсімдіктер сатысы екі қабаттан тұрады. Бірінші сатыны биіктіктері 1-1,5 метрге жететін ақезу бәрпі (*Aconitum leucostomum*), биік тегеурінгүл (*Delphinium elatum*), қарапайым маралоты (*Thalictrum simplex* L.), төбешік маралоты (*Th. Collinum* Wallr.), алтай жанаргүлі (*Trollius altaicus* С.А.Мей.), азия жанаргүлі (*T. asiaticus* L.), аномала таушымылдығы (*Paeonia anomala*), Лобель тамырдерісі (*Veratrum lobelianum* Bernh.), кәдімгі алтыншыбық (*Solidago virgaurea* L.), бұйра лалагүл (*Lilium pilosiusculum* (Freun) Mischz.), жіңішке жапырақты иваншай (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) түрлері құрайды, ал екінші сатыда биіктіктері 80 сантиметрге дейін болатын ақ қалақай (*Lamium album* L.), жатаған әйкен (*Lathyrus humilis* (Scr.) Spreng.), алтын шоқсары (*Bupleurum aureum* Fisch.), зиягүл (*Senecio nemorensis* L.), көкшегүл (*Polemonium caeruleum* L.), улы сарғалдақ (*Ranunculus acris* L.), орман құралайгүлі (*Myosotis sylvatica* Ehrh. ex Hoffm.), алтай желайдары (*Anemone altaica* Fisch. ex С.А. Мей.) секілді гүлді өсімдіктер орналасады [6].

Орманның орта бөлігі бірыңғай самырсын ағаштары қайың, көктерек, шетеннен түзілген орман учаскелерімен араласады. Орманның астыңғы бөлігінде тікенді қарақат, сары қараған, тікенді итмұрын, татар ұшқаты, орта тобылғы, таңқурай сияқты орман бұталары орналасады.

Самырсынды орманның орта бөлігінде шөптесін өсімдіктер жақсы жетілген, олардың құрамына әсем түрлерден алтай және азия жанаргүлдерін, бұйра лалагүлді, алтай желайдарын, дәрілік өсімдіктерден ақезу бәрпіні, биік тегеурінгүлді, тілік балдырғанды, кәдімгі маралотын, жіңішке жапырақты иваншайды, аномала таушымылдығын, шоқсарыларды, алтыншыбықты, көкшегүлді, улы сарғалдақты, кәдімгі жұпаргүлді, шілтері жапырақты шайқурайды, сібір әленін атап өтуге болады.

Самырсынды орманның жоғарғы бөлігінде самырсын ағаштарына бұта тектес өсімдіктерден – қараған, итмұрындар, тобылғылар, ұшқаттар, ырғайлар араласады, ал шөптесін өсімдіктерден жима тармақ (*Dactylis glomerata* L.), шалғындық атқонақ (*Phleum pratense* L.), алтын шоқсары (*Bupleurum aureum*), дәрілік бүршікбас (*Sanguisorba officinalis* L.), ақезу бәрпі (*Aconitum leucostomum*), жіңішке жапырақты иваншай (*Chamaenerion angustifolium*) төбешік маралоты (*Thalictrum collinum*), кәдімгі түймешетен (*Tanacetum vulgare* L.), тілік балдырған (*Heracleum dissectum* Ledeb.), жалпақ жапырақты шұбаршөп (*Saussurea latifolia* Ledeb.). Қараңғы қалың орманда бадан (*Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch.), қаражидек (*Vaccinium myrtillus* L.), итбүлдірген (*Vaccinium vitis-idaea* L.) кездеседі. Орман топырағы жасыл мүкпен жабылған [6].

Жалпы флорасының құрамы, таралу ортасы мен экологиясы жағынан Қалба жотасының Көктау самырсынды орманы Нарын отасының самырсынды ормандарымен өте ұқсас, сол себепті бұл табиғи ескерткіш бір кездері Қалба жотасын жалпы Алтай тауларына тән қараңғы қылқанжапырақты-самырсынды орман алқаптары алып жатқандығының дәлелі.

Қалба жотасының Көктау тауының аясында климат пен жер бедерінің ғасырлар бойы өзгеруіне қарамастан сақталып қалған бірегей ескерткішін, біз болашақ ұрпақ үшін сақтауға, дәріптеуге, кеңінен насихаттауға міндеттіміз. Ол үшін Сібе көлдерін туризм мен рекреация мақсатында пайдалану кезінде тарихи және табиғи мүмкіншіліктерін ескере отырып, туризмнің жаңа формаларын, түрлерін ұсынуымыз қажет. Олардың қатарына экологиялық туризмнен басқа медициналық туризм бағытында, емдік сауықтыру тұрғысында, балалар мен жасөспірімдер туризміне бағыттау дұрыс болады. Ол үшін Көктау самырсынды орманына экскурсиялық турлар

мен саяхат маршруттарын жасауды ұсынамыз. Рекреация мен туризмді дамытуда ерекше қорғалатын табиғи аймақтарды пайдаланудың бірқатар принциптерін қатаң қадағалай отырып, бұл өңірдің экологиялық туризм орталығына айналдыруға экологиялық, географиялық жағдайының жеткілікті екендігін көреміз.

#### Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Егорина А.В. Рекреационные ресурсы Восточного Казахстана как основа развития сферы туризма / А.В. Егорина, А.Н. Логиновская // Вестник КазНУ им. аль-Фараби. – Сер. географическая. – 2016. – №2 (43). – С. 241-245.
2. Mazbayev O.B., Belgibayev M.E., Saparov K.T. Origin and preservation of Irtysh relic pine forest of Kazakhstan. *Journal of Balkan ecology*. – 2014. – № 2. – P.28-34.
3. Республикалық маңызы бар ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың тізбесін бекіту туралы Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2017 жылғы 26 қыркүйектегі № 593 қаулысы. / [Электронный ресурс] – URL: <http://adilet.zan.kz/kaz/docs/P1700000593>.
4. Датхудаев Г.А. Особо-охраняемые природные территории как объект развития экологического туризма // Научное сообщество студентов XXI столетия. Экономические науки: сб. ст. по мат. LXXV междунар. студ. науч.-практ. конф. – Новосибирск: Изд. АНС «СибАК». – 2019. – №3(75). – [Электронный ресурс] – URL:[https://sibac.info/archive/economy/3\(75\).pdf](https://sibac.info/archive/economy/3(75).pdf). – С.46-50.
5. Макарова К.С. Территориальная сеть национальных парков России как объект экологического туризма: Автореф. дисс... канд. геогр. наук. – Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география. – М., 2015. – 27 с.
6. Мырзагалиева А.Б. Уникальный памятник природы – Синегорская пихтовая роща Калбинского хребта // Известия Академии наук. – Сер.: биологическая и медицинская. – Алматы, 2006. – № 6 (258). – С. 16-18.

Қабылданды 18.06.2019

---

ӘОЖ 621.317.44

#### Қ.Қ. Толубаева

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

#### Ж.Т. Лязат, М.К. Бейсембекова

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ.

#### ГЕОСТАЦИОНАРЛЫ ОРБИТАДАҒЫ ТЕТРАЭДР ПІШІНІНДЕ ТОПТАСҚАН КІШІ ҒАРЫШ АППАРАТТАРЫНЫҢ ҚОЗҒАЛЫСЫ

*Мақалада Жерді қашықтықтан зондтау сапасын жақсарту және кіші ғарыш аппаратарының қозғалыс теңдеуі қорытындыланды. Нәтижесінде топтасқан спутниктерге әсер етуші күштер визуалды түрде көрсетіліп, күш моменттерінің шамасы салыстырылды.*

*В статье обобщены вопросы повышения качества дистанционного зондирования Земли и уравнения движения малых космических аппаратов. В результате получено силы, действующие на объединенные спутники, визуально отображались и сравнивались с моментами силы.*

*The article summarizes the issues of improving the quality of remote sensing of the Earth and the equations of motion of small spacecraft. As a result, the forces acting on the combined satellites were visually displayed and compared with the moments of force.*

Соңғы жылдары ғарыштық мониторинг сферасындағы ауқымды сұрақтардың бірі, нақты уақыт кезіндегі Жерді қашықтықтан зондтау тәсілі болып табылады. Әсіресе, үлкен жер көлеміне ие мемлекеттер үшін бұл зерттеу жұмысы табиғи құбылыстарды алдын алуға (орман, жер өрттері, цунами, боран т.б) мүмкіндік туғызады. Осы мақсатты жүзеге асыру үшін, алдыңғы қатарлы Евробірлестіктің, Қытайдың және басқа да мемлекеттердің ғарыш агенттіктері геостационарлы орбитадан Жерді қашықтықтан зондтауға арналған ғарыш аппараттарын зерттеумен және

құрастырумен айналысуда. Салмағы мен көлемі жағынан үлкен ғарыш аппараттары экономикалық жағынан тиімді болмағандықтан, қазіргі таңда геостационарлы орбитаға топтасқан кіші ғарыш аппараттарын жіберу идеясы ұсынылды. Ал, ғарыш аясында енді дамып келе жатқан, үлкен территорияға ие Қазақстан үшін бұл идея өте тиімді болып саналды. Кіші ғарыш аппараттарын (КҒА) топтастыруда ең күрделі тапсырма олардың қозғалысын басқару болып табылады. Жерді зондтаудың төменгі орбиталы спутниктері жоғарғы жиілікте мониторинг жасай алмайтындығы белгілі. Мысалға, бір сағаттық үзіліс бойынша суреттер алу үшін кем дегенде 200 спутник қажет, ол әрине тиімсіз. Геостационарлы орбитаға топтасып орналасқан спутниктер Жердің төрттен бір бөлігін 24 сағат бойына қамти алады, сол себепті одан келетін ақпарат уақыт бойынша үзіліссіз қабылданады. Қазіргі кезде Жерді зондтау спутнигін геостационарлы орбитаға шығару идеясын жүзеге асырған мемлекеттер бар. 2015 жылы Қытай Gaofen-4 деп аталатын геостационарлы орбитасын ұшырды [1]. Көптеген Жерді бақылау спутниктері қатты еніс полярлы орбитада жұмыс жасайды, ал Gaofen-4 спутнигінің ерекшелігі, ол геостационарлы орбитада Жердің бір бөлігін 24 сағат бойы бақылай алады. Геостационарлы орбитада жұмыс жасап жатқан бұл спутник Қытай елін және оның 7000 км × 7000 км аумағындағы мемлекеттерді бақылай алады. Сонымен қатар, оның жеке суреттерінің өзі 400 км × 400 км ауданын қамтиды. Спутниктің массасы 4600 кг және қызмет жасау уақыты 8 жыл.

Евробірлестікте Жерді қашықтықтан зондтауға арналған «GO3S» деген атаумен геостационарлы орбитаға спутнигін шығаруды жоспарлауда [2]. Бұл ғарыш аппараттарының ішіне диаметрі 4,2 метр болатын үлкен телескоп орнатылады. Жердің толық бетіне мониторинг жүргізу үшін геостационарлы орбитаға «GO3S»-тың төрт спутнигін жібермекші. Олардың әрқайсысы Жердің төрттен бір бөлігін бақылайды деп жоспарлануда. Әр спутник бірнеше минут ішінде бақылау сәулесін 100 км × 100 км аумағында бір ауданнан келесі ауданға жібере алады. «GO3S» спутнигінен алынған ақпараттар ағыны нақты уақыт режимінде жұмыс жасайтын жер станциясына жіберілетін болады. Алайда, бұл спутниктерде нақты апертура қолданылатын болғандықтан, сканерлеуші аппаратураның өлшеміне әсерін тигізеді. Айтылған екі жобада да үлкен ғарыш аппараттары қолданылады. Олардың өлшемдері ғарыш аппараттарын құрастыруда да, оларды геостационарлы орбитаға шығаруда да үлкен қаражатты талап етеді. Мысалға, «GO3S» жобасының бір спутнигі шамамен 1 млрд АҚШ долларын құрайды. Ал дәл осындай мүмкіндіктерге ие, дәл осындай зерттеу жұмыстарын жасай алатын кіші ғарыш аппараттарының тобын құрауға мүмкіндік бар, оның салмағы да, өлшемі де және қаражаты да бірнеше есе аз болады. Алдыңғы жүз жылдықтың аяғы мен қазіргі жүз жылдықтың басында электроника саласының жаңа жетістіктерінің арқасында КҒА зақымдамай барлық қызмет жүйесін, әртүрлі аппараттар орнату мүмкіндіктері бар. КҒА құрастыруға аз қаржы жұмсалады, ал оларды топтастыру күрделі ғылыми тапсырмаларды шешуге мүмкіндік береді. Заманауи технологияларды қолданып, жақын орбиталы позицияда орналасқан бірнеше біртекті ҒА біріктіріп, ортақ тапсырма ұйымдастыруға болады.

Жерді қашықтықтан зондтауға арналған топтасқан кіші ғарыш аппараттар мысалына RapidEye жобасын қарастыруға болады [3]. Бұл топ алты спутниктен құралған, олар MDA (Канада) және SSTL (Ұлыбритания) компанияларының бірігуімен жасалған. Спутниктер мультиспектрлі оптикоэлектронды Jena Optronics (Германия) камерасымен жабдықталған. Бір RapidEye спутнигінің салмағы 150 кг құрайды. Спутниктің орбитада болу уақыты 7 жыл. Спутниктер биіктігі 630 км құрайтын орбитада орналасқан, күнделікті 4 млн км<sup>2</sup> аумағында Жер суреттерін қамтамасыз етеді. Алайда, осы спутниктерді төменгі орбитада қолдансақ, онда суреттер нақты уақытта алынбайды.

Топтасқан спутниктердің әртүрлі ғарыштық конфигурациялары [4-7] жұмыстарында қарастырылады. [4] жұмыста Жерді қашықтықтан зондтауға арналған топтасқан спутниктерді нақты уақыт өлшемінде басқарудың әдістері көрсетілген. Қозғалыстағы объектілердегі ұжымдық жұмысты қамтамасыз ету мақсатында интеллектуалды жүйе ойластырылды. Бұл жүйе мультиагенттік технологиялар мен онтология негізінде құрастырылды, яғни әр спутниктің тапсырмасы мен рөлі жағдайға байланысты өзгеріп отырады. Геостационарлы орбитадан Жерді бақылау үшін интерферометрді құру мүмкіндіктері [5] жұмыста қарастырылған.

Осы зерттеу жұмысында осындай интерферометр үшін маңызды элементтер қарастырылып, анықталды. Олар: оптикалық дизайн, құрылғы бөліктерінің синхронизациясы, апертура конфигурациясы (яғни бірге жұмыс жасайтын, жеке-жеке орналасқан телескоптарға байланысты) және сақталған бейнелердің қайта өңделуі. Алынған нәтижелер Michelson құрылғысын қолдану арқылы кең бұрышты оптикалық интерферометрияны қолдануды растайды. [6] жұмыста конфигурацияның «Fizeau» түріне ие, екі типті мультиапертуралық интерферометр көмегімен алынған нүктені тарату функциясы (PSF) мен Field of View-тің аналитикалық нәтижелері көрсетілген. Көрсетілген сипаттамада нәтижелер қарапайым аналитикалық теңдеулермен алынған, келесі де олар сандық түрде шешіледі. Синтетикалық апертура конфигурациясын қолдану Жер бетінің сапалы бейнесін алуға мүмкіндік береді.

Жерді қашықтықтан зондтауға арналған телескоптардың апертурасының тиімді конфигурациясы [7] жұмыста келтірілген. Michelson түріндегі мульти-апертуралы оптикалық телескоп зерттелді. Сонымен қатар Жердің кең көлемді суретін алу мақсатында мульти-апертуралы оптикалық телескоптың шектеулері көрсетілген. Жерді қашықтықтан зондтау сапасын жақсарту үшін тек қана оптикалық құрылғыларды жақсарту жеткіліксіз. Сонымен қатар бұл тапсырма кіші ғарыш аппараттарының топтасуымен нәтижелірек болатынығы атап өттік, алайда сол топтасқан ғарыш аппараттарының өзара конфигурациясын сақтауы өте маңызды.

Конфигурацияның сақталуын зерттеу үшін, алдымен топтасқан кіші ғарыш аппараттарының қозғалыс теңдеуін аламыз. Инерциалды емес санақ жүйесі болғандықтан, Лагранждың II-текті теңдеуін қолданып, кинетикалық энергияны анықтаймыз. Сол арқылы жалпы әсер етуші күштерді анықтаймыз.

4-спутниктің кинетикалық және потенциалды энергиясы келесі формуламен анықтаймыз:

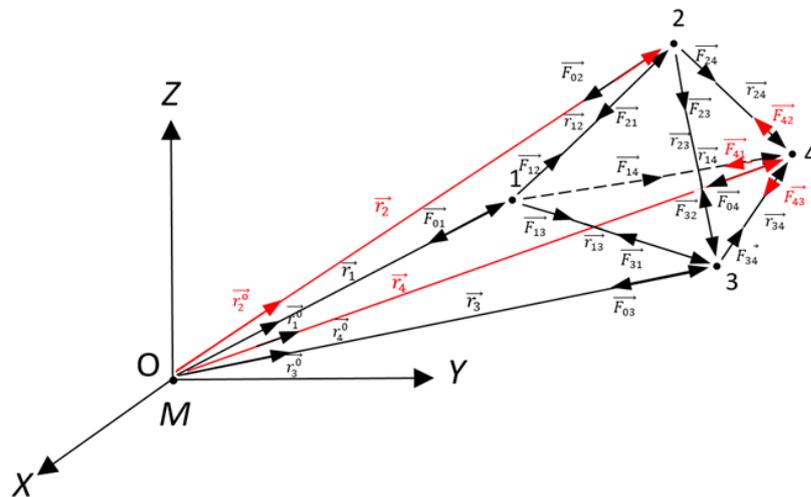
$$\begin{aligned} E_k &= E_{k_1} + E_{k_2} + E_{k_3} + E_{k_4}; \\ E_p &= E_{p_1} + E_{p_2} + E_{p_3} + E_{p_4} \end{aligned} \quad (1)$$

мұндағы  $E_k$ ,  $E_p$  – топтасқан спутниктердің кинетикалық және потенциалды энергиясы.

Жүйенің толық кинетикалық энергиясы:

$$E_k = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{3}{2} m v^2 + \frac{1}{2} [J_1 \omega_1^2 + J_2 \omega_2^2 + J_3 \omega_3^2 + J_4 \omega_4^2] \quad (2)$$

Ал потенциалды энергияны анықтау үшін, жүйеге әсер ететін барлық күштерді көрсету қажет. Жүйеге Жердің гравитациялық күші және спутниктердің өзара әсерлесу күштері әсер етеді (1-сурет).



1-сурет – Топтасқан спутниктерге әсер ететін Гравитациялық күштер

Топтасқан спутниктерге әсер ететін күштер келесідей:

$$\vec{F}_{01} = -G \frac{Mm}{r_1^3} \vec{r}_1^0, \vec{F}_{12} = G \frac{m_1 m}{r_{12}^3} \vec{r}_{12}^0, \vec{F}_{13} = G \frac{m_1 m}{r_{13}^3} \vec{r}_{13}^0, \vec{F}_{14} = G \frac{m_1 m}{r_{14}^3} \vec{r}_{14}^0, \quad (3)$$

$$\vec{F}_{02} = -G \frac{Mm}{r_2^3} \vec{r}_2^0, \vec{F}_{21} = -G \frac{mm_1}{r_{12}^3} \vec{r}_{12}^0, \vec{F}_{23} = G \frac{m^2}{r_{23}^3} \vec{r}_{23}^0, \vec{F}_{24} = G \frac{m^2}{r_{24}^3} \vec{r}_{24}^0, \quad (4)$$

$$\vec{F}_{03} = -G \frac{Mm}{r_3^3} \vec{r}_3^0, \vec{F}_{31} = -G \frac{mm_1}{r_{13}^3} \vec{r}_{13}^0, \vec{F}_{32} = -G \frac{m^2}{r_{23}^3} \vec{r}_{23}^0, \vec{F}_{34} = G \frac{m^2}{r_{34}^3} \vec{r}_{34}^0, \quad (5)$$

$$\vec{F}_{04} = -G \frac{Mm}{r_4^3} \vec{r}_4^0, \vec{F}_{41} = -G \frac{mm_1}{r_{14}^3} \vec{r}_{14}^0, \vec{F}_{42} = -G \frac{m^2}{r_{24}^3} \vec{r}_{24}^0, \vec{F}_{43} = -G \frac{m^2}{r_{34}^3} \vec{r}_{34}^0. \quad (6)$$

мұндағы  $\vec{F} = \sum_{\substack{i,j=0 \\ i \neq j}}^4 \vec{F}_{ij}$  – топтасқан спутниктерге әсер ететін күш,  $G$  – Гравитациялық тұрақты,  $M$

– Жер массасы,  $m_1, m_2 = m_3 = m_4 = m$  – спутниктер массасы,  $\vec{r}_1, \vec{r}_2 = \vec{r}_3 = \vec{r}_4$  – Жердің массалар центрінен спутниктер массалар центріне дейінгі арақашықтық,  $\vec{r}_{12} = \vec{r}_{13} = \vec{r}_{14}$  – 1-спутниктің массалар центрінен басқа спутниктердің массалар центріне дейінгі арақашықтық,  $\vec{r}_{23} = \vec{r}_{24} = \vec{r}_{34}$  – 2,3,4 спутниктерінің массалар центрлерінің арақашықтығы.

Спутниктердің потенциалды энергиясы:

$$E_{p_1} = Gm_1 \left[ \frac{M}{|\vec{r}_1|} - \frac{3m}{|\vec{r}_0|} \right], E_{p_2} = Gm \left[ \frac{M}{|\vec{r}_2|} - \frac{2m}{|\vec{r}|} + \frac{m_1}{|\vec{r}_0|} \right], \quad (7)$$

$$E_{p_3} = Gm \left[ \frac{M}{|\vec{r}_3|} + \frac{2m}{|\vec{r}|} + \frac{m_1}{|\vec{r}_0|} \right], E_{p_4} = Gm \left[ \frac{M}{|\vec{r}_4|} + \frac{m_1}{|\vec{r}_0|} \right],$$

Онда жүйенің толық потенциалды энергиясы:

$$E_p = E_{p_1} + E_{p_2} + E_{p_3} + E_{p_4} = GM \left[ \frac{m_1}{|\vec{r}_1|} + m \left( \frac{1}{|\vec{r}_2|} + \frac{1}{|\vec{r}_3|} + \frac{1}{|\vec{r}_4|} \right) \right]. \quad (8)$$

Бастапқы шарттарды беру арқылы, нүкте координатасын енгізіп спутниктің қозғалыс теңдеуін аламыз.

1-спутник үшін қозғалыс теңдеуі келесідей:

$$\ddot{x}_i = \frac{GM}{(x_i^2 + y_i^2 + z_i^2)} x_i$$

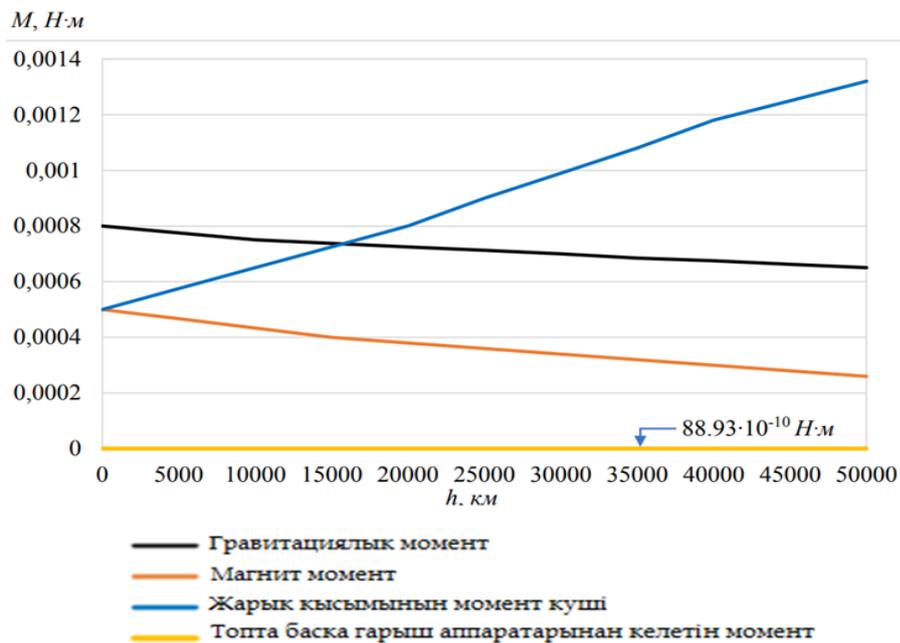
$$\ddot{y}_i = \frac{GM}{(x_i^2 + y_i^2 + z_i^2)} y_i \quad (9)$$

$$\ddot{z}_i = \frac{GM}{(x_i^2 + y_i^2 + z_i^2)} z_i$$

Кіші ғарыш аппараттарына әсер ететін негізгі моменттерді анықтау үшін Эйлердің динамикалық теңдеуін қолданамыз:

$$\begin{aligned} A\dot{p} + (C - B)qr &= \sum M_x, \\ B\dot{q} + (A - C)rp &= \sum M_y, \\ C\dot{r} + (B - A)qp &= \sum M_z. \end{aligned} \tag{10}$$

2-суретте орбита биіктігіне байланысты момент күштерінің шамасы көрсетілген. Зерттеу барысында Гравитациялық момент, магнит моменті, жарық қысымының моменті және қалған топтағы спутниктерден келетін күш моменттері қарастырылды. Бұл болжамдар салмағы 50 кг болатын спутниктер үшін алынды. 2-суреттен байқайтынымыз, төменгі орбиталарда гравитациялық момент басымырақ, ал жарық қысымынан келетін күш моменттері 3000 км биіктікке дейін әсері байқалмайды, алайда 15000 биіктіктен бастап оның шамасы гравитациялық моментпен сәйкес келіп тұр.



2-сурет – Орбита биіктігіне байланысты КФА әсер ететін күш моменттері

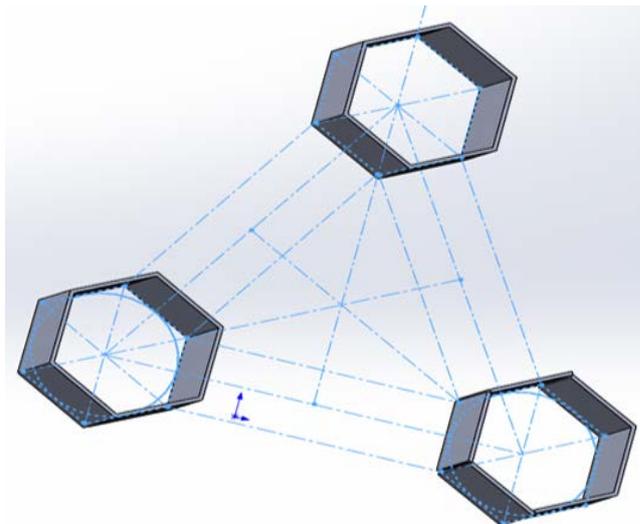
Магнит моменттері төменгі орбитада үлкен шамаға ие, ал 2,3,4 спутниктерден келетін моменттер әсері бірнеше есе төмен болып шықты. Осыған байланысты, геостационарлы орбитада топтасқан кіші ғарыш аппараттарына әсер ететін момент ретінде гравитациялық момент және жарық қысымының моменті таңдалып алынды. Яғни:

$$\overline{M} = \overline{M}_{ep} + \overline{M}_{cv}. \tag{11}$$

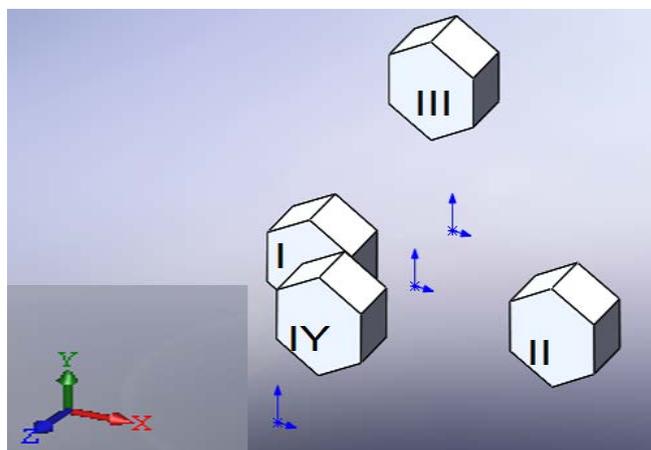
Енді топтасқан ғарыш аппараттарына қатысты конфигурацияны қарастырайық.

Бізде төрт кіші ғарыш аппараттары берілсін (I, II, III, IV), олар дұрыс тетраэдр пішін құрып, геостационарлы орбитада орналассын. I, II, III жерсеріктер бір жазықтықта орналасады (3-сурет), IV жерсерік параллель жазықтықта орналасады (4-сурет).

Әр жерсеріктің пішіні дұрыс алты бұрыш түрінде аламыз, олардың арақашықтығы 1 м деп есептейміз.



3-сурет – Кіші ғарыш аппараттарының (I, II, III) өзара орналасуы



4-сурет – Кіші ғарыш аппараттарының (I, II, III, IV) өзара орналасуы

Барлық спутниктер бір-бірінен бірдей арақашықтықта және дұрыс тетраэдр құрап орналасады.

Маңыздысы тетраэдр масштабын таңдау. Анықтаушы фактор ретінде тетраэдр қабырғаларының ұзындықтарын аламыз. Ғылыми бағытта келесі шамалар сәйкес келуі мүмкін 10000 км, 1000 км, 100 км, 10 км. MMS миссиясында масштаб 10-нан 40 км арасында таңдалған. Айта кететін ақпарат, неғұрлым арақашықтық аз болса, соншалықты конфигурацияны сақтау қиын болады. Конфигурацияның сақталу талаптарын орындау үшін формация сапасы ретінде қандай да бір коэффициент енгіземіз, ол төрт аппараттың бір-біріне жақындау жағдайын бағалайды.

Сонымен, жұмыста геостационарлы орбитаға шығарылған, топтасқан кіші ғарыш аппараттарының сипаттамасы, тиімді құрылғылары, қазіргі кезде осындай ғарыш аппараттарын қолданатын мемлекеттер мысалы келтірілді. Жерді қашықтықтан зондтау сапасын жақсарту үшін тек қана оптикалық құрылғыларды жақсарту жеткіліксіз. Сонымен қатар бұл тапсырма кіші ғарыш аппараттарының топтасуымен нәтижелірек болатынын атап өттік, алайда сол топтасқан ғарыш аппараттарының өзара конфигурациясын сақтауы өте маңызды екені айтылды. Одан басқа кіші ғарыш аппараттарының қозғалыс теңдеуі қорытылып алынды, топтасқан спутниктерге әсер етуші күштер визуалды түрде көрсетіліп, күш моменттерінің шамасы салыстырылды.

## Қолданылған әдебиеттер

1. Gaofen (High Resolution) [Электронный ресурс]. – URL: <https://chinaspacereport.com/spacecraft/gaofen>, 23.09.17.
2. GO3 – Spermanent surveillance from space [Электронный ресурс].
3. Дворкин Б.А. Группировка спутников ДЗЗ RapidEye: Уникальные возможности для решения задач мониторинга // Геоматика. – М.: Совзонд, 2009. – № 3. – С. 14-21.
4. Соллогуб А.В. Мультиагентные технологии распределенного управления группировкой малоразмерных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли / А.В. Соллогуб, П.О. Скобелев, Е.В. Симонова и др. // Информационное общество, 2013. – 14 с.
5. L. Mugnier, F. Cassaing, G. Rousset, F. Baron, V. Michau, I. Moccœur, B. Sorrente and M.-T. Velluet. Continuous High-Resolution Earth Observation with Multiple Aperture Optical Telescopes. - 2005. - pp. 2-3.
6. François Hénault. Imaging and nulling properties of sparse-aperture Fizeau interferometers // Instrumentation and Methods for Astrophysics. – 2014. - pp. 4-6.
7. Gerard ROUSSET, Laurent M. MUGNIER, Frederic CASSAING, Beatrice SORRENTE. Imaging with multi-aperture optical telescopes and an application // C. R. Acad. Sci. Paris, t. 2, Techniques astronomiques/Astronomical techniques. – No IV. – 2001. – pp.18-20.

Қабылданды 18.06.2019

---

МФТАА 62.01.11

**Э.М. Туркеева, Ғ.А. Рысбаева, Ш.Б. Тасыбаева**

М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қ.

**АДАМДАРДА ТЕМІР ТАПШЫЛЫҒЫН БОЛДЫРМАУ ҮШІН АРНАЛҒАН  
АЗЫҚ-ТҮЛІК ӨНІМДЕРІН ДАМУ ТУРАЛЫ**

*Мақалада темірдің адам ағзасы үшін маңызы және оның атқаратын негізгі қызметтері қарастырылған. Қазіргі өнеркәсіптік әлемде, ағзаға маңызды осы микроэлементтің жетіспеушілігі «жасырын аштыққа» және де соның салдарының бірі темір жетіспеушілік анемиясына әкеліп соғады. Осы мәселенің негізгі себептерінің бірі – нашар тамақтану. Осыған байланысты, бұл мәселенің шешімі күнделікті қолданатын азық-түлік өнімдерін рационалда жетіспейтін қоректік заттармен байыту арқылы болдырмауға немесе азайтуға болатыны келтірілген.*

*В статье рассматривается значение железа для организма человека и его основные функции. В современном индустриальном мире дефицит этого микроэлемента, необходимого для организма, приводит к «скрытому голоду» и, следовательно, к железодефицитной анемии. Одной из основных причин этой проблемы является плохое питание. Поэтому решение этой проблемы заключается в обогащении продуктов массового потребления дефицитными в рационе питания нутриентами.*

*In this article the importance of iron for the human body and its main functions is discussed. In the modern industrial world, the deficiency of this trace element, which is necessary for the body, leads to a "hidden starvation" and, consequently, to iron-deficiency anemia. One of the main causes of this problem is poor nutrition. Therefore, the solution to this problem lies in the enrichment of mass-consumption products with nutrients that are scarce in the diet.*

**Түйін сөздер:** темір, «жасырын аштық», темір тапшылығы, функционалды өнімдер, анемия, сүт өнімдері.

Тамақтану халықтың денсаулығын, жұмыс жасау тиімділігін және ұзақ өмір сүруін анықтайтын негізгі факторлардың бірі болып табылады. Тамақтанудың маңыздылығы «Салауатты өмір салты мен дұрыс тамақтану концепциясы туралы» ҚР № 380 06.04.2011ж. Үкімет қаулысымен белгіленеді. Бұл концепция Елбасының «Қазақстан-2030» Қазақстан халқына Жолдауында тұжырымдалған «Қазақстан азаматтарының денсаулығы, білімі және әл-ауқаты» атты 4 Басымдықты іске асыруға арналған. Дұрыс тамақтану саласындағы мемлекеттік саясаттың мақсаты халықтың денсаулығын сақтау және нығайту, сондай-ақ рационалда толыққанды

протеиндердің, дәрумендердің, тағамдық талшықтардың, макро- және микронутриенттердің жетіспеушілігінен болатын аурулардың алдын алу болып табылады.

Ағзаның қалыпты жұмысы дәрумендер мен микроэлементтерсіз мүмкін емес. Олар адам ағзасындағы түрлі биохимиялық реакцияларға қатысады. Маңызды элементтер мен дәрумендердің шамалы мөлшерінің үнемі жетіспеуі адамның барлық дерлік ауруларының, физикалық және ақыл-ой кемістіктерінің басталуына себепші болады және ақыр соңында бүкіл халықтың денсаулығы мен тіршілігін күрт төмендетеді. Осыған байланысты, әсіресе дамушы елдерде және өтпелі экономикасы бар елдерде тамақтануды жақсарту бойынша қабылданған шаралар микронутриенттердің (дәрумендер және микроэлементтер) жетіспеушілігін алдын алуды қамтуы тиіс.

Өнеркәсіптік әлемде «жасырын аштық» кедей және бай елдер үшін өзекті мәселе болды. Экологиялық тұрғыдан қолайсыз қалаларда өмір сүру, жүйкеге шамадан тыс жүктеменің әсері және стресс, дәрумендер мен микроэлементтер тұтынуында көлемін ұлғайтуды талап етеді.

Азық-түлік микронутриенттерінің жетіспеушілігінен пайда болатын адам ағзасындағы ауытқулар, қазіргі кезде қоғамдық денсаулық сақтау саласында негізгі проблема болып табылады. Адам ағзасындағы метаболизмге қажетті микронутриенттердің жетіспеушілігі, адам денсаулығына, әсіресе балалар мен жасөспірімдерге, сондай-ақ репродуктивті жастағы әйелдерге, айтарлықтай әсерін тигізеді. Сондай-ақ микронутриенттердің жетіспеушілігі физикалық және интеллектуалды қабілеттерге әсері туралы атап өту қажет.

Микронутриент тапшылығы, біз бұрын атап өткендей, «жасырын аштық» деп аталады, себебі оның көріністері көптеген жағдайларда айқын белгілерге ие емес және ұзақ уақыт бойы танылмайды. Көптеген жағдайларда, салдарынан адам денсаулығына түзетілмейтін зақым келтіретін, микронутриенттердің жетіспеушілігін қалпына келтіру бойынша шаралар қабылданбайды [1].

Қазіргі кезде тек әйелдер мен балалар ғана осал емес, халықтың барлық сегменттері тамақтануда дәрумендер мен микронутриенттердің жетіспеуіне байланысты «жасырын аштыққа» ұшырайды. «Жасырын» аштық проблемасы әлеуметтік-экономикалық тұрғыдан, елдің экономикалық өсуіне әсер ететін үлкен салдары бар. Бұл шығындарды, жаппай қолданатын тұтыну өнімдерін, рационда жетіспейтін қоректік заттармен байыту арқылы болдырмауға немесе азайтуға болады. ДДСҰ (Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымы) деректері бойынша микронутриенттердің (дәрумендер мен микроэлементтердің) жетіспеушілігінің алдын алу бала өлімінің 60 %-ын алдын алуға және ана өлімін үштен бірге азайтуға, 40 % жұмыс істеу қабілеттілігін және 10-15 балл – халықтың интеллектуалды дамуының орташа деңгейін (IQ) арттыруға, сонымен бірге елдің жалпы өнімін 5 % -ға арттыруға мүмкіндік береді.

Аса ерекше алаңдаушылық рациондағы темір тапшылығынан пайда болатын – анемия болып табылады. Анемия ең алдымен халықтың ең осал бөлігіне – әйелдер мен балаларға әсер ететін жаһандық денсаулық сақтау проблемаларының бірі ретінде танылады. Оның ең көп тараған түрі, тамақтану рациондында темірдің жетіспеушілігінен болатын – темір тапшылығы.

ДДСҰ өткізген зерттеулердің нәтижелеріне сәйкес, әлемде халықтың жартысынан астамы темір тапшылығы анемиясынан зардап шегеді. АҚШ және Еуропада халық арасында темір тапшылығының таралуы 7 %-дан 12 %-ға дейін құрайды. Дамушы елдерде жүкті әйелдер арасында – 56 %, жүкті емес әйелдер арасында – 44 % құрайды [2]. Қазақстанда анемиямен ауыратын адамдар көбею үрдісі бар. Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау және әлеуметтік даму министрлігінің (ҚР ДСӘДМ) мәліметтері бойынша 2017 жылы Қазақстан Республикасында (ҚР) анемияның таралуы 100 000 тұрғынға шаққанда 3 849,9 құрады, оның ішінде жартысы темір тапшылығы (ТТА) – 100 000 халық санына шаққанда [3], бұл көрсеткіштер ТТА-ның кең таралуын айқындайды. Қазіргі уақытта ДДСҰ деректері бойынша әлемде 1,5 миллиардтан астам адам темір тапшылығының зардабын шегуде, оның ішінде 500 миллионға жуығы темір тапшылықты анемиясы бар науқастар болып саналады.

Темір ағзаның өмірінде маңызды физиологиялық рөл атқарады. Бұл макроэлементтің биологиялық құндылығы оның функцияларының жан-жақтылығымен, күрделі биохимиялық процесстерде басқа металдармен алмастырылмайтынымен, жасушалық тыныс алуда белсенді қатысуымен, адамның ұлпаларының қалыпты жұмыс істеуін қамтамасыз ету арқылы анықталады.

Патологиялық жағдайлардың ешқайсысы, адамның темір жетіспеушілігі (анемия, қан аздық)

сияқты кең таралған емес. Мұндай адамдардың қан бөлігінде эритроциттердің саны және тиісінше гемоглобин төмен болып келеді.

Осы тұста темірдің ағзада атқаратын рөлі жайлы айта кететін болсақ, олар:

- ағзадағы барлық жасушалар мен мүшелерге оттегін жеткізу;
- қанның құрылуына жауапты;
- ДНҚ өндіруге жауапты;
- ағзадағы әрбір жасушаның тіршілік әрекетіне қатысу;
- энергия алмасуын қамтамасыз етеді;
- ағзаның иммундық жүйесін қолдайды;
- тотығу-тотықсыздану реакцияларына қатысады;
- дененің өсуін және жүйке талшықтарының қалыптасуын қамтамасыз етеді.

Және де бұл темірдің атқаратын барлық қызметі емес. Әсіресе, жүктілік кезінде оны қабылдау өте маңызды, өйткені осы кезеңде әйел ағзасында осы элементтің қатты жетіспеушілігі байқалады, оның нәтижесі ауыр зардаптарға әкелуі мүмкін.

Темір мидың қалыпты жұмысын қамтамасыз етеді, иммундық жүйенің жағдайына әсер етеді.

Күн сайын ағза шамамен 2 миллиграмм темір сіңіруі тиіс. Бұл элемент барлық өнімдерде дерлік бар. Дегенмен, азық-түлік құрамындағы темір ағзаға нашар сіңеді: тамақ өнімдеріндегі минералдың тек 10% ғана асқазан-ішек жолымен сіңіріледі. Тиісінше, ағзаның қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін, оны азық-түлік өнімдері құрамында 10 есе артық қамтамасыз ету қажет.

Темір өсімдіктер мен жануарлардан алынған өнімдерде де кездеседі. Темір, жануарлардан алынған өнімдерден, мысалы ет құрамындағы темір 15-35 %, ал өсімдік тағамынан, мысалы, дәнді дақылдардан 2-20 %-ы ғана ағзамен сіңіріледі, ал екінші жағдайда С дәруменінің рөлі жоғары.

Темір ағзаға тағам арқылы таратылады. Ағзаның темірге деген қажеттілігі (1-кесте) адамдардың жасы мен жынысына байланысты болады [4].

1-кесте

*Ағзаның темірге деген қажеттілігі*

Күнделікті темір қажеттілігі	мг/күн
Жаңа туылған нәрестелер	0,5- 1,5
Балалар	0,4- 1,0
Жасөспірім жастағы ұлдар мен қыздар	1,0- 2,0
Ерлер; менопаузальық кезеңдегі әйелдер	0,5- 1,0
Бала туу жасындағы әйелдер	0,7- 2,0
Жүкті әйелдер	2,0- 5,0

Жеке өнімдердегі темірдің көлемі туралы ақпарат 2-кестеде келтірілген.

Темірдің ішекте сіңірілуін азайтатын заттар:

1. Асқазан шырының төмен қышқылдығы;
2. Тағамда темірдің аз мөлшері (вегетариандық тамақтану);
3. С дәруменінің жетіспеушілігі;
4. Тағамда мырыш пен мыстың мол көлемі;
5. Ішектің қабыну процестері;
6. Ұн және бұршақ өнімдері;
7. Шай мен кофені көп мөлшерде пайдалану [5].

Темірдің сіңірілуіне тағамның құрамы да әсер етеді. С витамині және фруктоза темірдің сіңірілуі үшін қолайлы жағдайлар жасайды, өйткені олар темірмен бірге жақсы еритін қосылыстар түзеді. В тобының дәрумендері де үлкен рөл атқарады. Шай, кофе, сүт өнімдері мен жұмыртқаның сарысы – темірдің сіңуіне кедергі жасайды. Тамақтану кезінде ішілген 1 пияла шай, темірдің сіңірілуін 2/3-ке азайтады, өйткені ерімейтін қосылыстар пайда болады [6-8].

*100 г тамақ өнімдеріндегі темір көлемі*

Темірдің көлемі, мг/100 г	Азық-түлік өнімдері
Өте жоғары (3,0 мг артық)	Бауыр (шошқа, сиыр), сиыр тілі, ет (қоян, күркетауық), жарма (қарақұмық, тары, арпа, сұлы), қаражидек, шабдалы, бекіре уылдырығы
Жоғары (2,0-3,0 мг)	Ет (тауық, сиыр, қой), ысталған шұжықтар, балық (скумбрия, құныс балығы), ұнтақ жарма, 2-ші сұрып ұнынан жасалған нан, айва, құрма, алмұрт, алма, қара өрік, өрік, асжапырақ, қымыздық
Орташа (1,9-1,0 мг)	Ет (шошқа), пісірілген шұжықтар, кета уылдырығы, күріш, макарон, аскөк, қызанақ, қызылша, қырыққабат, шалғам, көк пияз, тарна, сәбіз, қарбыз, қарлыған, шие, қара қарақат, құлпынай
Төмен 0,9-0,4 мг)	балық (сардина, сайра, палтус, нәлім, көксерке, майшабақ), ірімшік, сүзбе, жоғарғы сұрып ұнынан жасалған нан, картоп, жасыл бұршақ, қияр, асқабақ, жүзім, мүкжидек, лимон
Өте төмен (0,3-0,1 мг)	Сүт, айран, қаймақ, апельсин, мандарин

Темір жеткіліксіздігінің басты себептерінің бірі рациондағы тазартылған тағамдардың үлесінің үнемі артуы болып табылады. Осылайша, тазартылған астық өнімдері Қазақстан халқының тамақтануының негізін құрайды.

Темір жеткіліксіздік анемиясының классикалық себептерінің бірі нашар тамақтану болып табылады. Нашар рацион, өкінішке орай, біздің көптеген отбасыларымызға таныс, онда ет үстелде мереке күндері ғана болады, ал күнделікті мәзір – бұл нан мен шай. Қазақстан Республикасының статистика жөніндегі агенттігінің мәліметі бойынша бүгінгі күні республиканың алты өңірі кедейлік деңгейінің жоғары деңгейіне ие. Сонымен қатар, Атырау, Маңғыстау сияқты жалпы аймақтық өнімді өндіру тұрғысынан жоғары дамыған өңірлер де сол тізімге кіреді. Дәл осы облыстарды кедейліктің ең жоғары деңгейі байқалады, атап айтқанда Атырау облысында өткен жылы кедейлік деңгейі 29,1 пайызды құрады. Ал Маңғыстауда халықтың 47 пайызы кедейліктен зардап шегеді. Қызылорда, Солтүстік Қазақстан және Түркістан облыстарында кедейлік деңгейі жоғары, мұнда нан мен сумен тамақтанып жүрген азаматтар саны 41 пайызды құрайды [9].

Қазіргі таңда анемияның проблемасы әлемнің кез келген елінде толық шешілмеген, сондықтан осы проблемаға шешім іздеу – биохимия мен тамақтану физиологиясының ең маңызды міндеттерінің бірі [10].

Микронутриенттердің тапшылығын (микроэлементтер мен дәрумендер) және ТТА-ның алдын алудың үш негізгі стратегиясы бар:

- саплементация (таблеткалар, капсулалар, шәрбәттар және т.б. түрінде микроэлементтер мен дәрумендерді қабылдау);
- фортификациялау (дәрумендер мен микроэлементтермен тағамдарды байыту);
- азық-түлік өнімдерін әртараптандыру (салауатты тамақтану туралы халықтың хабардарлығын арттыру арқылы тамақтануды рационализациялау) [1].

Саплементация тез нәтиже береді, әсіресе гиповитаминозды болдырмау үшін, себебі дәрумендер жақсы сіңіріледі. Бұл стратегияны пайдалану, басқа стратегиялар жұмыс істемейтін жағдайларда қажет. Бірақ препараттар әрдайым қымбат болғандықтан, бұл стратегия қымбат екенін атап өткен жөн. Темір мен дәрумендерді дәрілік заттар түрінде қабылдау елеулі қаржылық шығындармен байланысты. Сонымен қатар халықтың белгілі бір деңгейдегі білімі, саналы түрде дәрі-дәрмектерді тұрақты және уақытылы қабылдап отыруға психологиялық дайындығы қажет. Темірқұрамды препараттар жағымсыз әсерлер және жағымсыз субъективті сезімдерді тудыруы мүмкін, бұл олардың тұрақты пайдаланылуына кедергі тигізеді. Сонымен қатар, бұл стратегиямен

бүкіл халықты қамту қиын.

2004 жылдан бастап, Қазақстанда фолий қышқылымен темір препараттары бюджеттің көмегімен медициналық мекемелер арқылы халықтың жекелеген санаттарына тегін ұсынылатын қорлар тізіміне енгізілді. Алайда, бұл шара анемияның таралуының айтарлықтай төмендеуіне әкелмеді. Шамасы, бұл мәселенің шешімі, Қазақстанда осы бағдарламаны жетілдіруді қажет ететіндігінде шығар.

Жоғарыда айтылғандай темір препараттары жағымсыз әсерлерге ие, олардың негізгісі болып асқазан-ішек жолдарының шырышты қабығына тітіркендіргіш әсер ететіндігі. Осыған орай, препараттың тегін таратылуы олардың шынымен ұзақ уақыт бойы қабалданатының білдірмейді. Бұдан басқа, препараттар медициналық мекемелерге жүгінген белгілі санаттағы адамдарға ғана тағайындалады, ал барлық адамдардың (жүкті әйелдерді қоспағанда) қанына талдау жасау жүргізілмейді. Сондықтан, анемиямен ауыратын адамдардың көп бөлігі осы бағдарламаға енбей қалуы мүмкін.

Бүгінгі күні отандық және әлемдік тамақтану ғылымдарының ұстанымынан, азық-түлік тек энергия құндылығы тұрғысынан ғана қарастырыла алмайды. Адам онымен қажетті компоненттердің бүкіл кешенін алуға тиіс. Тамақтану саласындағы жаһандық үрдістер, рацион құрамында күнделікті тұтынумен қатар, денсаулықты жақсартуға көмектесетін және «функционалды» деп аталатын бірқатар өнімдерді жасаумен байланысты. Еуропада, АҚШ-та және Жапонияда осы өнімдердің жоғары танымалдылығына, азық-түлік нарығындағы сапалы өзгерістер статистикасы куә болады [11].

Қоғамдық денсаулықты қалпына келтіру және қолдаудың тиімді тәсілі - ағзаға тұтастай немесе оның белгілі бір мүшесіне немесе функцияларын реттейтін және қалыпқа келтіретіндей әсері бар, күнделікті функционалды тағамдарды тұтыну болып табылады [12].

Мақаланы қорытындылай келе, осы мәселелерге байланысты халықтың детерминистикалық топтарына арналған химиялық құрамы өзгертілген және қажетті медициналық және биологиялық қасиеттері бар сүт өнімдерін дамыту және сонымен қатар заманауи адамның тамақтану құрылымын және тиісінше, оның денсаулығын, өмір сүру сапасын жақсарту аса маңызды болып табылады. Зерттеудің мұндай бағытын таңдау бірқатар факторлармен байланысты, олардың бірі қазіргі заман адамының тамақтану құрылымының бұзылуында. Жоғарыда атап өткендей, рационда жеңіл сіңімді көмірсуларға бай, бірақ дәрумендерден, тағамдық талшықтардан және басқа да маңызды қоректік заттардан тазартылған тағамдар басым.

Адамдар күшті антимутогендік және қатерлі ісік ауруларына қарсы төтеп бере алатын әсері бар көкөністер мен жемістерді жеуді тоқтатты. Топырақтың құнарсыздануы кейбір қоректік заттардың жетіспеушілігін қалыптастыруда маңызды рөл атқарады. Егер 75 жыл бұрын ағзаның күнделікті қажеттілігін қанағаттандыру үшін 1-2 алма жеткілікті болса, бүгін күнде – 10-15 алма қажет.

Тамақтану сапасын құрамы мен қасиеттері өзгертілген азық-түлік өнімдерін жасау арқылы жақсартуға болады. Зерттеушілерге, қажетті өнімге қалаған қасиеттерді (қорғаныштық, реттеуші, емдік) беруге қабілетті ингредиенттері бар композицияларды құрастыруда шексіз мүмкіндіктер ашылады. Бұл өнімдер халықтың дифференциалды топтарына арналған болуы мүмкін, және соның нәтижесінде, тамақтануды даралауға – адам ағзасының салауатты өмірін қолдаудағы ең ұтымды тәсіліне алып келеді. Мұндай өнімдерді үнемі пайдалану макро- және микронутриенттердің тапшылығын қамтитын бірқатар аймақтық және ғаламдық мәселелерді шешуге мүмкіндік береді.

#### Әдебиеттер тізімі

1. О профилактике анемии, йододефицита и дефицита витаминов у школьников / Под ред. акад. НАН РК и РАМН, профессора Шарманова Т.Ш. - Алматы, 2008. – 139 с.
2. Бородулин В.И. Справочник практического врача // М.: ОНИКС 21 век: Мир и образование. 2003. – 816 с.
3. Здоровье населения Республики Казахстан и деятельность организаций здравоохранения в 2015 г.: Стат. сб. - Астана, 2016. – С. 49-53. - <http://www.enbek.gov.kz>.
1. Железодефицит: как правильно лечить? - <https://www.passion.ru>.
4. <https://differed.ru/health/food/produkty-soderzhashchie-zhelezo>.

5. Химический состав российских пищевых продуктов / Под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 236 с.
6. Бурлев В.А. Антиоксидантные витамины у беременных с железодефицитной анемией и гестозом на фоне лечения / В.А. Бурлев, Л.Е. Мурашко, Е.Н. Коноводова // Акушерство и гинекология. – 2002. – № 6. – С. 16-20.
7. Петров В.Н. Физиология и патология обмена железа. – Л. : Медицина, 1982. – 204 с.
8. Иван Захаров. Главная Аналитика. Железа мне, железа!
9. Железодефицитная анемия – мировая проблема. – [http://www.oagb.ru/lib.php?txt\\_id=950](http://www.oagb.ru/lib.php?txt_id=950).
10. Черняев С.И. Разработка научно-практических основ биотехнологии новых функциональных молочных продуктов: дис. ... докт. техн. наук: 05.18.07: Москва, 2002 354 с.
11. Черняева М.Н. Нормализация экологического состояния микрофлоры организма при использовании микробной ассоциации и биологических добавок мягкого сыра "Аура": дис. ... канд. биол. наук: 03.00.29: Калуга, 2000. – 154 с.

Қабылданды 18.06.2019

---

МҒТАА 87.53.13

**М.Д. Уразғалиева, Е.Г. Гилязов, С.А. Изғалиев, А.Т. Сағинаев**  
Атырау мұнай және газ университеті, Атырау қ.

#### ҚЫРЫҚМЫЛТЫҚ КЕНОРНЫ МҰНАЙ ШЛАМЫНЫҢ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ

*Мақаланың зерттеу нысаны ретінде Қырықмылтық кен орнының мұнай шламы алынған. Мақаланың мақсаты Қырықмылтық кен орнының мұнай шламының физикалық-химиялық қасиеттерін және құрамын зерттеу. Зерттеу жұмыстары мұнай шламын екіншілік шикізат ретінде жол салу саласында қолдану мақсатында әрі қарай жалғасады.*

*Объектом исследования данной работы является нефтешлам месторождения Кырыкмылтык. Цель данной статьи – изучение физико-химических свойств и состава нефтешлама месторождения Кырыкмылтык. Исследование нефтешлама продолжается с целью применения его в качестве вторичного сырья в отрасли строительства дорог.*

*The object of this article is oil sludge from the Kyrykmylyk field. The purpose of this article is to study the physicochemical properties and composition of oil sludge from the Kyrykmylyk field. Sludge research continues to be used as a secondary raw material in the road construction industry.*

**Түйін сөздер:** мұнай шламы, қалдықсыз өндіріс, органикалық тұтқыр материал.

Қазіргі заманның өзекті мәселелерінің бірі табиғат ресурстарын үнемдеу немесе қалдықсыз өндіріс негіздерін біртіндеп өндіріс орындарына енгізу болып табылады. Сол тұрғыдан өндіріс қалдықтарын, аралық және екіншілік шикізаттарды пайдалану арқылы табиғи шикізаттар үнемделіп қана қоймай, өндірістің тиімділігі артып, сонымен қатар кәсіпорын немесе аймақ территориясының экологиялық ахуалының жақсаратыны анық. Қоршаған орта тазалығын сақтаудың бір жолы мұнай шламын екіншілік шикізат ретінде пайдалану болып табылады.

Табиғи ресурстарды тиімсіз пайдалану мен антропогендік шамадан тыс жүктеудің нәтижесінде Қазақстан территориясының жер жамылғысына кері әсерін тигізетін қазіргі уақыттағы өзекті мәселелер туындауда. Қазіргі уақыттағы экологияның басты мәселелерінің бірі – поллютанттардың негізгі қоймасы ретіндегі жер жамылғысының ластануы болып табылады. Негізгі ластанушылар – өндіріс мекемелерінде, энергетикада, әскери өнеркәсіп комплекстерінде, шаруашылық-тұрмыста пайда болатын қатты және сұйық қалдықтар, атмосфералық шығарындылар болып табылады.

Республикамыздағы өзекті мәселе табиғи ортаның мұнай және мұнай өнімдерімен ластануы болып табылады. Топырақтың мұнай және мұнай өнімдерімен ластануының нәтижесінде топырақтың физикалық-химиялық қасиеттері өзгеріске ұшырайды, су-ауа режимі нашарлайды, биоценоз құрылымы бұзылады. Қазақстан Республикасы табиғи ресурстар және қоршаған ортаны қорғау министрлігінің мәліметі бойынша мұнай және мұнай өнімдерімен 1,5 млн гектардан көп аумақ ласталған деп көрсетілген. Ластанған топырақтың көпшілік бөлігі Атырау облысында –

59 %, Ақтөбе облысында – 19 %, Батыс Қазақстан облысында – 13 % және Маңғыстау облысында – 9 % сәйкес келеді. Мысалға, Батыс Қазақстандағы мұнаймен ластану аумағы 194 мың гектарға тең, ал төгілген мұнай көлемі – 5 млн тоннадан көп [1].

Атырау облысының жері әртүрлі дәрежеде ластанған. Ластанудың негізгі себептеріне келсек, олар – барлау ұңғымаларының апаттық атқылауы, көлік құралдарының апаты, мұнай және газ өнімдерін тасымалдау құбырларының жарылуы, мұнай мен газды сақтауда және жабдықтардың саңылаусыздылығының бұзылуы. Облыс бойынша 500 мың гектардан көп топырақ-өсімдік қабаты бұзылған. Жыл сайын Атырау облысында 1000 гектардан астам жер қалпына келтіріледі [1].

Қоршаған ортаның ластану аймағының кең ауқымды болуы, сонымен қатар республикамыздағы мұнайды өндіру көлемінің артуына (энергетика министрі Қанат Бозымбаевтың 2018 жылғы 26-шы желтоқсандағы мәлімдемесі бойынша 2017 жылы 86,2 млн тонна мұнай өндірілсе, 2018 жылғы өндіріс көлемі 90,3 млн тонна көлемінде) байланысты бірінші кезектегі жоспарға кейбір мұнаймен ласталған жерлерді пайдаға асыру мәселесі тұрады. Әсіресе, Атырау мен Маңғыстау облыстарындағы ластанған жерді пайдаға асыру мәселесі өзекті болуының бірнеше себептерін келтіруге болады. Олар:

- тиімді табиғатты пайдалану ұстанымына қарама-қайшы келетін көмірсутек шикізатын барлау және өндіру аймағындағы мұнаймен ластанған ауқымды аумақтың ауылшаруашылық айналысынан шығып қалуы;
- мұнай қызметінің жоғары өнімділік пен биоалуантүрлілікке ие – Каспий теңізіне жақын орналасуы;
- шлам жинағыштардың толып кетуі.

Жол және аэроалаң құрылыс аумақтарында тасты материалдар бола бермейтіндіктен, оларды жүздеген километрге дейін тасымалдау қажеттілігі туындайды, ал ол өз кезегінде құрылыс бағасының қымбаттауына әкеп соқтырады. Көп таралған жергілікті материал болып топырақ (грунт) табылады. Сондықтан топырақты нығайту әдістерін жасақтау өзекті болып отыр. Топырақты бейорганикалық тұтқыр материалдармен, органикалық тұтқыр материалдармен немесе кешенді (бейорганикалық + органикалық тұтқыр материалдармен) әдістермен нығайтады [2-6].

Шлам – ылғалдығы 65-85 % келетін паста тәрізді масса болып табылады. Шламның көпшілігі шөгіндінің 3-4 тобына жатады және бөлшектерінің мөлшері  $10^{-5}$  –  $10^{-7}$  см-ге жетеді. Әртүрлі өндірістің шламы өндірісте пайда болатын ағын суларының химиялық құрамына және оны тазарту әдістеріне байланысты өзіндік ерекшеліктерге ие болады [7].

Мұнай шламдары үш айқын фракциядан тұрады, олар: сулы, мұнайлы және қатты фракциялар. Сонымен қатар, шламдар алынатын шикі мұнайдың сапасы мен құрамына байланысты айырмашылықтары болады. Қандай болмасын шлам нақты бір қоршаған ортамен белгілі уақыт аралығында әсерлесетіндіктен, бірдей құрамы мен физика-химиялық сипаттамалары бірдей шламлар табиғатта кездеспейді.

Мұнай өнімдері, су мен механикалық қоспалардың (топырақ, саз, тат бөлшектері және т.б.) мұнай шламындағы қатынасы өте кең аралықта өзгеріп отырады. Шамамен, көмірсутектер 5-90 %, су 1-52 %, қатты қоспалар 0,8-65 % аралығында, тығыздығы 830-1700 кг/м<sup>3</sup> аралығында, қату температурасы  $-40$  °C +50 °C аралығында болады. Жарқ ету температурасының өзі кең диапазон аралығында қамтылады. Шлам ұзақ уақыт аралығында сақталған уақытта, өзіне тән қасиеттері бар бірнеше қабатқа дараланады [8]:

- мұнайлы мазутты қабат – ол тәжірибе жүзінде мазуттан құралады және қабаттың қалыңдығы шамамен 3-30 см аралығында болады;
- су қабаты – бұл қабат судан құралады, қабаттың қалыңдығы шамамен 50-150 см аралығында болады;
- жаңа шламды қабат – қатты қоспалармен тұнатын мазутты көмірсутектерден тұрады, қалыңдығы 20-50 см аралығында болады;
- эмульсиялы-шламды қабат – бұл қабаттағы көмірсутектер күрделі суспензиялы-эмульсионды агрегаттық күйде болады, қалыңдығы шамамен 30-100 см-ге жуық және механикалық қоспалардың өлшемі микрометрмен өлшенеді. Түсі қою сұр;
- суспензиялы-шламды қабаттағы механикалық қоспаларының өлшемі 10 мкм шамасында,

түсі сұрғылт қара, қабат қалыңдығы 80-150 см;

- битумды-шламды қабат нығыздалған көмірсутектер мен механикалық қоспалардан құралады, қалыңдығы 30-60 см шамасында.

Біздер «Қырықмылтық» кенорнының жаңа шламды қабат пен битумды-шламды қабаттарының құрамын зерттедік. Жаңа шламды қабаттың түсі – қара, су және механикалық қоспаның мөлшері айтарлықтай болмайды, консистенциясы сұйық.

Битумды-шламды қабаттың түсі қара-сұр, судың мөлшері көп және су қабаты бетіне шығып тұрады. Консистенциясы қатты, механикалық қоспалар көзге көрініп, білініп тұратын дәрежеде. Әрбір қабаттың мұнайын бөліп алу мақсатында әуелі мұнай шламын еріткіштермен (изооктан, толуол) араластырып, содан соң суын бөліп алып, механикалық қоспалардан бөліп, еріткішін айдап алып, нәтижесінде алынып отырған шламдардан мұнай бөліп алынды. 1-ші кестеде «Қырықмылтық» кенорнының мұнай шламынан бөлініп алынған мұнайдың физикалық-химиялық көрсеткіштері берілген.

1-кесте

*«Қырықмылтық» кенорнының мұнай шламынан бөлініп алынған мұнайдың физикалық-химиялық көрсеткіштері*

№ р/с	Физикалық-химиялық сипаттамалары	Жаңа шламды қабат	Битумды-шламды қабат
1	20 °С тығыздығы, г/см <sup>3</sup> , МЕМСТ -3900	0,8927	0,9089
2	Құрамындағы су, %, МЕМСТ -2477	13	40,8
3	Құрамындағы механикалық қоспалар, %, МЕМСТ - 6370	3,26	30
4	Құрамындағы мұнай көмірсутектері, %,	83,7	29

1-ші кестеде көрініп тұрғандай жаңа шламды қабаттан бөлініп алынған мұнай құрамындағы судың, механикалық қоспалардың және көмірсутектердің мөлшері бойынша битумды-шламды қабаттың мұнайынан сапалы.

Зерттеу жұмыстарының келесі сатысында «Қырықмылтық» кенорнының мұнай шламынан бөлініп алынған мұнайдың фракциялық құрамы анықталды. Мұнайдың фракциялық құрамы АРНП-К-ПХП жарғылай автоматты аппаратында анықталды. Нәтижелері 2-ші кестеде келтірілген.

2-кесте

*«Қырықмылтық» кен орнының мұнай шламынан бөлініп алынған мұнайдың анықталған фракциялық құрамы*

Фракциялық құрамы, МЕМСТ 2177-82	Жаңа шламды қабат	Битумды-шламды қабат
Қайнау басы, °С	111	106
Айдау пайызы	Температуралық көрсеткіші, °С	Температуралық көрсеткіші, °С
5	120	118
10	146	133
15	265	270
20	286	286
25	304	305
30	318	320
35	330	320,5
40	339	340
45	346	349
50	351	357
55	356	-
60	362	-
65	365	-
70	367	-
Қайнау соңы, °С	367	357

Айта кетерлігі, екі қабаттың да 150 °С-тан 240 °С аралығындағы фракцияның болмауымен ерекшеленді. Сонымен қатар, фракциялық құрамы байқалған соң, қайнау басы мен қайнау соңы аралығындағы фракциялардың құрамындағы көмірсутектердің типі анықталды. Анықтауды ASTM D 1319-10 стандартына сәйкес жүргізілді. Нәтижелері 3-ші кестеде келтірілген.

3-кесте

*«Қырықмылтық» кен орнының мұнайшаманынан бөлініп алынған мұнайдың  
K<sub>6</sub> – K<sub>c</sub> фракцияларының құрамындағы көмірсутектер типі*

Көмірсутектер типі	Арендер, %	Олефиндер, %	Парафиндер, %
Жаңа шламды қабат	7	66	27
Битумды-шламды қабат	8	72	20

Екі фракцияның құрамындағы олефин көмірсутектерінің көптеп кездесуі қайнау соңы температураларының жоғары болуы себепті крекинг процестерінің орын алынуына байланысты.

Зерттеліп отырған «Қырықмылтық» кен орнының мұнай шламдары әрі қарай тас жолдарды салудағы тұтқыр материал ретінде қолдану мақсатында зерттеу жұмыстары жалғасатын болады.

#### Әдебиеттер тізімі

1. Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан Комитет по управлению земельными ресурсами «Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель республики Казахстан за 2017 год». – 138-146 с.
2. Грушко И.М. Испытание дорожно-строительных материалов / И.М. Грушко, В.А. Золотарев, Н.Ф. Глушенко и др. – М.: Транспорт, 1985. – 200 с.
3. Пособие по строительству покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов из грунтов, укрепленных вяжущими материалами к СНиП 3.06.03.85 и СНиП 3.06.06.88. – Союздорнии. – М., 1990. – 205 с.
4. ҚР СТ 1218-2003. Жол және аэроалаң құрылыстарына арналған органикалық тұтқыштар негізіндегі материалдар. Сынау әдістері.
5. ҚР СТ 973-2004. Жол және аэроалаң құрылысына арналған тас материалдар және бейорганикалық тұтқыштармен өңделген қайраңдар. Техникалық шарттар.
6. СТ РК 973-2004. Материалы каменные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия.
7. Пеганов В.Н. Мини-завод по переработке нефтешламов / В.Н. Пеганов, В.И. Каплан, А.К. Курочкин // Нефтегазовые технологии. – 2001. – № 1. – С. 26-34.
8. Лукутцова Н.П. Тяжелые металлы в шламах промышленных предприятий и возможные пути их использования в производстве строительных материалов // Строительные материалы, оборудования. Технология XXI века. – 2001. – № 11. – С. 10-11.
9. ГОСТ Р 52063-2003. Нефтепродукты жидкие. Определение группового углеводородного состава методом флуоресцентной индикаторной адсорбции.
10. ASTM D1319-10. Стандартный метод определения типов углеводородов в жидких нефтепродуктах с помощью адсорбции с флуоресцентным индикатором.

Қабылданды 18.06.2019



МРНТИ 29.19.04

**Б.Н. Азаматов, Н.В. Прохоренкова, Г.У. Ерболатова**Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск**А.М. Жилкашинова, Д. Ерболатулы, Г.С. Бектасова**

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

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ ИЗ БИОСОВМЕСТИМЫХ МАТЕРИАЛОВ,  
НАНЕСЕННЫХ МИКРОПЛАЗМОЙ НА ТИТАНОВЫЕ ИМПЛАНТАТЫ**

*В статье приведены результаты исследований коррозионной стойкости и шероховатости образцов с покрытиями из биосовместимых материалов, напыленных микроплазмой на подложки из титанового сплава и стали. Показано, что технология микроплазменного напыления позволяет получить покрытия с требуемыми характеристиками для производства титановых имплантатов с биосовместимыми покрытиями.*

*Мақалада титан қорытпасы мен болаттың субстраттарына микроплазмамен тозаңдалған биопластиклық материалдармен қапталған үлгілердің коррозияға төзімділігі мен кедір-бұдырлығын зерттеу нәтижелері келтірілген. Микроплазмалық шашырату технологиясы био үйлесімді жабындары бар титан имплантаттарын өндіру үшін қажетті сипаттамалары бар жабынды алуға мүмкіндік беретіндігі көрсетілген.*

*The paper presents the results of studies of the corrosion resistance and roughness of samples coated with biocompatible materials sprayed with microplasma onto substrates of titanium alloy and steel. It is shown that microplasma spraying technology allows to obtain coatings with the required characteristics for the production of titanium implants with biocompatible coatings.*

**Ключевые слова:** структура, титан, покрытия, шероховатость, коррозия.

Титан и титановые сплавы нашли широкое применение в современной медицине в качестве материала имплантатов. Уникальные физико-химические и механические свойства титана и сплавов на его основе делают данный материал практически незаменимым в практике эндопротезирования [1-3]. Однако вопрос отторжения имплантата в организме человека до сих пор остается актуальным. Отторжение в основном вызвано различием физико-химических и механических свойств костной ткани и сплава. Для уменьшения фактора отторжения имплантата между ним и костью необходимо создать переходную зону, которая должна иметь прочную связь с материалом имплантата и в то же время приемлемую для организма микроструктуру. Такой зоной обычно выступает покрытие на титановой подложке [4-7].

Основными характеристиками, которыми должно обладать покрытие на титановых имплантатах, являются развитая морфология поверхности, пористость, коррозионная стойкость и биосовместимость. Данные характеристики являются обязательными для всех типов покрытий. Поскольку основной задачей покрытия является маскировка чужеродного материала (титанового имплантата), состав покрытия должен максимально совпадать с природным составом костной ткани человека. Преимуществом в этой области обладают покрытия на основе биосовместимых кальций-фосфатных соединений (гидроксиапатита) [8].

Подбор стехиометрического соотношения кальция и фосфора в покрытии позволяет получить покрытие, соответствующее костной ткани.

Наряду с составом покрытия, перед применением необходимо также контролировать и его структуру. Структурно-фазовое состояние покрытия напрямую влияет на биосовместимость и приживляемость имплантатов.

Другим важным фактором биосовместимости покрытия является поверхность имплантата. В

данном случае контролируемым параметром качества имплантата является шероховатость. В настоящее время актуальным остается вопрос поиска наиболее эффективных технологий получения биосовместимой шероховатой поверхности имплантатов, обеспечивающей надежное его вживление в организм человека.

Цель работы – изучение физико-химических свойств образцов титана и стали с различными видами покрытий из биосовместимых материалов путем оценки коррозионной стойкости образцов потенциостатическим методом и оценки качества поверхности методом определения параметров шероховатости. Образцы представляли собой подвергнутые абразивноструйной обработке подложки из сплава ВТ6 (ГОСТ 19807 – 91) стандартного состава или из стали 3 (ГОСТ 380-2005) до и после нанесения на них микроплазменным напылением проволочных покрытий из титана марки ВТ1-00 (ГОСТ 27265 – 87) и из порошка гидроксиапатита (табл. 1), в каждой серии исследовалось по 5 образцов. Пористость (плотность) и толщина нанесенных покрытий контролировалась параметрами микроплазменного напыления [9] и оценивалась по анализу поперечных микрошлифов методами сканирующей электронной микроскопии [10]. Средняя толщина каждого слоя покрытия порядка 100 мкм.

Коррозионные испытания образцов проводились методом потенциометрии, который основан на зависимости концентрации/активности ионов в растворе с электродом от равновесного электродного потенциала, т.е. измерялась ЭДС обратимого гальванического элемента, состоящего из электродов, погруженных в исследуемый раствор, где потенциал зависел от концентрации определяемых ионов. Коррозионные испытания проводили на потенциостате-гальваностате Elins-P150 (Россия) в 0,9 % растворе NaCl (физиологический раствор) при температуре  $37 \pm 3$  °C. Процесс измерения проходил в автоматическом режиме при регулировании поляризующего напряжения/тока в цепи рабочего электрода по задаваемой программе в трехэлектродной электрохимической ячейке. Электродом сравнения служил хлорсеребряный электрод (STREF1 Ag/AgCl), в качестве вспомогательного – стеклографитовый стакан. Скорость подачи потенциала составила: 50мВ/с.  $\eta = E_{\text{стартовый потенциал}} - 1800\text{мВ}$  и  $E_{\text{конечный потенциал}} = +1800$  мВ, средняя скорость развертки 603,94 мВ/с. Для того чтобы сила тока была меньше, площадь поверхности самого рабочего электрода была меньше  $s = 0,6 \text{ см}^2$ . Для измерения потенциала индикаторного электрода применялся электрод сравнения, потенциал которого не зависел от концентрации определяемых ионов.

Таблица 1

*Описание исследуемых образцов*

Номер серии образцов	Описание образца
1	Титановый сплав ВТ6
2	Титановый сплав ВТ6 с трехслойным титановым покрытием: 1 слой титан ВТ1-00 (плотное покрытие); 2 слой титан ВТ1-00 (средняя плотность покрытия); 3 слой титан ВТ1-00 (пористое покрытие).
3.1	Титановый сплав ВТ6 с четырьмя напыленными слоями покрытия: 1 слой титан ВТ1-00 (плотное покрытие); 2 слой титан ВТ1-00 (средняя плотность покрытия); 3 слой титан ВТ1-00 (пористое покрытие); 4 слой гидроксиапатит.
3.2	Сталь марки Ст3 с 1 плотным слоем покрытия из титана ВТ1-00

При расчетах все полученные приборные числовые значения переводились в табличный вид формата Excel, единицу измерения тока меняли с mA на A, переводили в положительные значения и логарифмировали. В нашем эксперименте соответствующие значения составляли  $E_{\text{софт №1}} = -796,75$  мВ,  $E_{\text{софт №2}} = -274,38$  мВ,  $E_{\text{софт №3,1}} = -771,049$  мВ,  $E_{\text{софт №3,2}} = -1405,36$  мВ,  $E_{\text{софт №4}} = -641,8$  мВ,  $E_{\text{софт №5}} = -1275,40$  мВ, при этих значениях потенциал коррозии имел значение  $\pm 500$  мВ и строился график в Origin 9. На логарифмической кривой (рис. 1) проводили касательную и

принимали точку пересечения двух прямых за соответствующее логарифмическое значение силы тока и потенциала коррозии. Численные значения пересечения кривых брали для проведения расчетов ( $E_{\text{corr}}$  и  $\lg(i)$ ). Расчет скорости коррозии вели по следующим формулам:

$$i_{\text{corr}} = \text{antlg}(i); \quad (1)$$

$$j_{\text{corr}} = i/S; \quad (2)$$

$$m = q \cdot i \cdot t = M/nF \cdot i \cdot t; \quad (3)$$

$$l = m/(S \cdot \rho); \quad (4)$$

$$R_{\text{corr}} = (M(\text{Me}) \cdot i \cdot t)/(n \cdot F \cdot \rho \cdot s), \quad (5)$$

где,  $R_{\text{corr}}$  – скорость коррозии, см/год;  $j_{\text{corr}}$  – плотность тока, А/см<sup>2</sup>;  $E_{\text{corr}}$  – потенциал коррозии, В;  $i_{\text{corr}}$  – сила тока, А;  $m$  – масса утерянная в процессе коррозии, г;  $M$  – молекулярная масса образца, г/моль;  $l$  – толщина подверженного коррозии слоя, см.

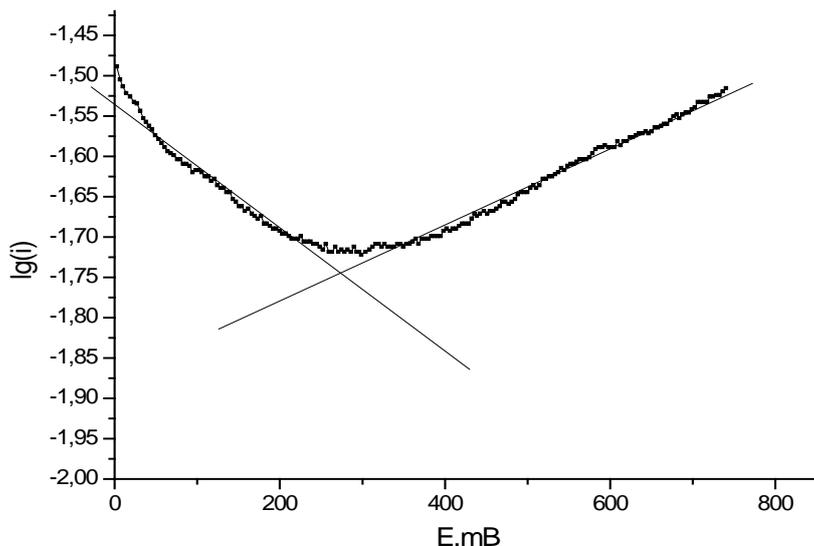


Рисунок 1 – Точка пересечения логарифмических значений силы тока и потенциалов коррозии

Шероховатость поверхности исследуемых образцов оценивали по неровностям профиля, получаемого путем сечения реальной поверхности плоскостью, перпендикулярной к ней. Измерения параметра  $R_a$  проводили на профилометре модели 130. Методика измерения приведена в ГОСТ 2789-73.

Коррозионные свойства имплантатов были оценены потенциостатическим методом. Результаты оценки коррозионных свойств представлены в табл. 2, дано усредненное значение по 5 испытаниям в каждой серии.

Таблица 2

*Результаты потенциостатических испытаний*

Образец	$S$ , см <sup>2</sup>	$E_{\text{corr}}$ , мВ	$\lg(i)$	$M_r(\text{Ti})$ , г/моль	$n$ , цикл	$F$ , Кл/моль	$t$ , с	$P(\text{Ti})$ , г/м <sup>3</sup>	$i_{\text{corr}}$ , А	$j_{\text{corr}}$ , А/см <sup>2</sup>	$m$ , г	$L$ , см	$R_{\text{corr}}$ , см/год
№1	0,601	-796.75	-2.36	47,867	2	96485	3,15E+07	4,54	6.31*10 <sup>-4</sup>	3.08*10 <sup>-4</sup>	0,0079	0,0025	0,0891
№2	0,592	-274.38	-2.76	47,867	2	96485	3,15E+07	4,54	1.26*10 <sup>-4</sup>	5.02*10 <sup>-5</sup>	0,0042	0,0019	0,0624
№3.1	0,6	-771.049	-0.551	47,867	2	96485	3,15E+07	4,54	3.98*10 <sup>-4</sup>	2,21*10 <sup>-3</sup>	0,004	0.0015	0,0423
№3.2	0,56	-1405.36	-1.077	47,867	2	96485	3,15E+07	4,54	2.56*10 <sup>-4</sup>	1.21*10 <sup>-4</sup>	0.0038	0.0011	0.009

Логарифмическая зависимость тока от потенциала, полученная в результате исследований, приведена на рис. 2.

Результаты исследований логарифмических зависимостей показали двукратное уменьшение скорости коррозии и толщины подверженного коррозии слоя после нанесения трех слоев медицинского титана марки ВТ1-00 на исходный технический титан марки ВТ6 (образцы серии № 2, табл. 1). Скорость коррозии образцов серии № 3.1 после абразивоструйной обработки и четырьмя напыленными слоями также ниже, чем у исходных образцов серии № 1. Сталь марки Ст3 после абразивоструйной обработки с напылённым титаном ВТ1-00 показала самую высокую сопротивляемость коррозии (образцы серии № 3.2).

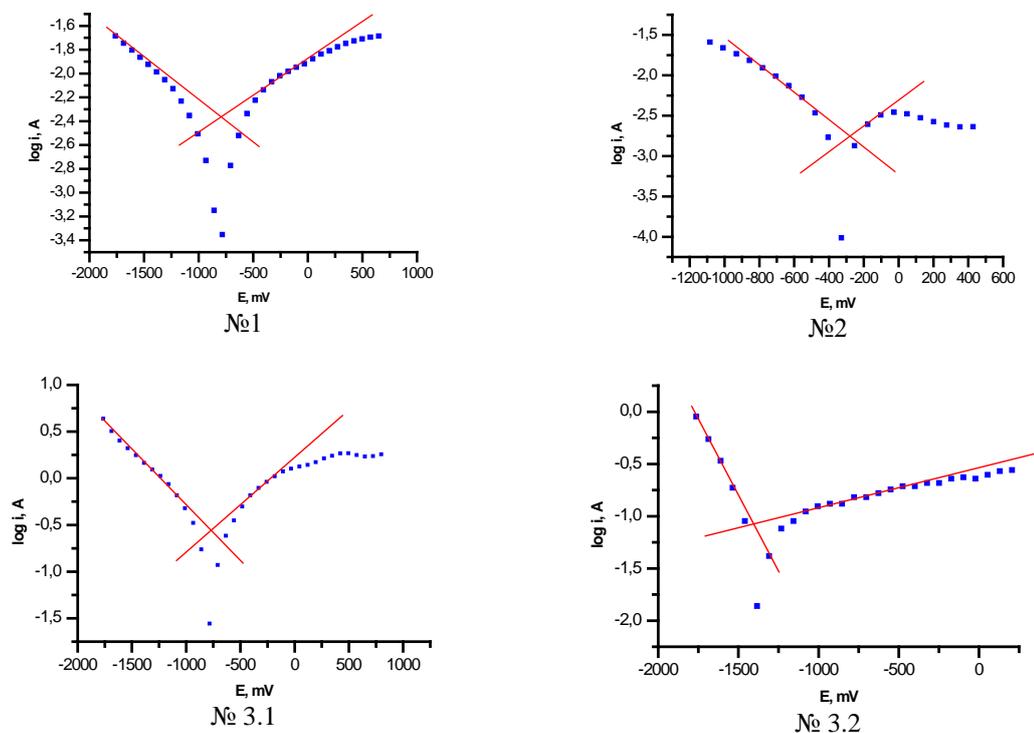


Рисунок 2 – Результаты исследования коррозионных свойств образцов серий №1-3.2 (табл. 1)

Представленные испытания образцов на коррозионную стойкость показали зависимость от композиции покрытия (табл. 2), однако во всех случаях нанесение покрытия из чистого титана значительно уменьшает скорость коррозии как титанового сплава, так и стали.

Оценка качества поверхности исследуемых образцов была проведена методом определения среднего параметра шероховатости  $R_a$ . Испытания проводились в трех параллелях. Трасса измерения составила 4 мм. Результаты исследования показали, что шероховатость исследуемых образцов повышается при нанесении покрытий от среднего значения 14,5 мкм (без покрытия, после газоабразивной обработки) до среднего значения 61,7 мкм (с покрытием). Согласно нормируемым показателям, шероховатость титановой поверхности должна повышаться с нанесением покрытия, но не превышать 100 мкм. При усреднении результатов, все параметры шероховатостей образцов с покрытиями отличаются друг от друга не более чем на 1 %.

В ходе выполнения исследования были получены следующие результаты:

- испытания образцов в 5% растворе соляной кислоты при 55 °С показали, что в целом скорость коррозии по всем образцам невысокая и составляет в среднем 0,09 см/год, что соответствует нормируемым показателям для титановых имплантатов;
- шероховатость поверхности исследуемых образцов повышается при нанесении покрытий в

4,26 раза и составляет в среднем 61,7 мкм для всех серий образцов с покрытиями.

Таким образом, исследуемые образцы с покрытиями из титана и гидроксипатита, нанесенные методом микроплазменного напыления на матрицы из титанового сплава и из стали, обладают хорошей коррозионной стойкостью и развитой морфологией поверхности с требуемой шероховатостью. Данные типы покрытий из биосовместимых материалов, нанесенные на металлические имплантаты эндопротезов, могут обеспечить повышение прочности соединения костной ткани с имплантатом.

Исследование проведено в рамках выполнения подпрограммы 0006/ПЦФ-19 «Выпуск титановой продукции для дальнейшего использования в медицине» с программно-целевым финансированием Комитета науки МОиН Республики Казахстан на 2017-2019 годы.

#### Список литературы

1. Коллеров М.Ю. Проблемы и перспективы применения титановых сплавов в медицине / М.Ю. Коллеров, В.С. Спектор, А.М. Мамонов и др. // Титан. – 2015. – № 2. – С. 42-53.
2. Tucker R.C., Jr., editor. Introduction to Coating Design and Processing // Thermal Spray Technology. – 2013. – vol. 5A. – pp. 76-88.
3. Prabakaran K., Balamurugan A., Rajeswari S. Development of calcium phosphate based apatite from hen's eggshell // Bulletin of Materials science. – 2005. – V.28(2). – P. 115-119;
4. Anunziata O.A., Maria L., Beltramone M. R., et. al. Hydroxyapatite/MCM-41 and SBA-15 Nano-Composites: Preparation, Characterization and Applications // J. Materials. – 2009. – V.2. – P. 1508-1519.
5. Gibson I. R., Bonfield W. John Wiley & Sons, Inc. 2001. P. 697-707.
6. Захаров Н.А. Синтетический гидроксипатита кальция и его природные аналоги / Н.А. Захаров, М.Ю. Сенцов, Л.И. Демина и др. // Краткие сообщения. Сорбционные и хроматографические процессы. – 2010. – Т. 10. – Вып. 6. – С. 880-886.
7. Muller L., Conforto E., Caillard D., Muller F.A. Biomimetic apatite coatings – Carbonate substitution and preferred growth orientation // Biomolecular Engineering. – 2007. – V. 24. – P. 462-466.
8. Habibovic P., Juhl M.V., Clyens S., Martinetti R., Dolcini L., Theilgaard N., van Blitterswijk C.A. Comparison of two carbonated apatite ceramics in vivo // Acta Biomaterialia. – 2010. – V.22. – P. 2219-2226.
9. Алонцева Д.Л. Роботтандырылған микроплазмалық тозаңдау технологиясымен титан имплантатарына биоүйлесімді жабындарды қаптау / Д.Л. Алонцева, Н. Қантай, А.В. Русакова и др. // Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева. – 2019. – № 2. – С. 73-78.
10. Алонцева Д.Л. Исследование пористости, шероховатости и коррозионной стойкости биосовместимых покрытий, напыленных плазмой на титановые импланты / Д.Л. Алонцева, А.В. Русакова, А.М. Жилкашинова и др. // Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева. – 2019. – № 2. – С. 67-73.

Получено 18.06.2019

---

УДК 621.317.08

**Н.Н. Акимбекова, А.Ж. Ахметова, Г.С. Саттарова, М.Ж. Какенова**

Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда

**Ж.К. Идришева**

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

г. Усть-Каменогорск

#### ЛИКВИДАЦИЯ АВАРИЙ НА ОБЪЕКТАХ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

*При эксплуатации нефтепроводов возникают аварии и чрезвычайные ситуации, которые связаны с взаимодействием технологических элементов и природной среды. Часто этот процесс идет с нарушением динамического равновесия, сопровождаясь активизацией опасных природных и природно-техногенных процессов, которые оказывают негативное влияние на состояние трубопроводов и, как следствие, на окружающую среду. Ликвидация аварий, аварийных утечек нефти и их по-*

*следствий на объектах магистральных нефтепроводов должна выполняться силами и средствами аварийно-восстановительных служб с привлечением, при необходимости, сил и средств сторонних организаций.*

*Мұнай құбырларын пайдалану кезінде технологиялық элементтер мен табиғи ортаның өзара іс-қимылына байланысты авариялар мен төтенше жағдайлар туындайды. Бұл процесс құбырлардың жай-күйіне және соның салдарынан қоршаған ортаға теріс әсер ететін қауіпті табиғи және табиғи-техногендік процестердің жандануымен бірге динамикалық тепе-теңдік бұзылуымен жүреді. Магистральдық мұнай құбырлары объектілеріндегі аварияларды, мұнайдың авариялық ағып кетуін және олардың салдарын жою қажет болған жағдайда бөгде ұйымдардың күштері мен құралдарын тарта отырып, авариялық-қалпына келтіру қызметтерінің күштері мен құралдарымен орындалуы тиіс.*

*During the operation of oil pipelines there are accidents and emergency situations that are associated with the interaction of technological elements and the natural environment. Often this process is in violation of dynamic equilibrium, accompanied by the activation of dangerous natural and natural-man-made processes that have a negative impact on the state of pipelines and, as a result, on the environment. The elimination of accidents, emergency oil leaks and their consequences at the facilities of oil trunk pipelines should be carried out by forces and means of emergency recovery services involving, if necessary, the forces and means of third-party organizations.*

Нефтегазопроводы являются наиболее эффективным способом по транспортировке больших объемов нефти и газа и представляют собой сложный технический комплекс с находящимися в нем опасными веществами, нефтью и газом, что повышает вероятность возникновения пожаров и аварий. В связи с этим возникает необходимость постоянного контроля за состоянием оборудования и нефтепроводов, прогнозирования пожаров и аварий.

В современных условиях для контроля за состоянием нефтепроводов используются методы визуального контроля магистралей – аэрокосмический и геоинформационный.

Аварией на магистральном нефтепроводе считается внезапный вылив или истечение нефти (утечки) в результате полного разрушения или повреждения нефтепровода, его элементов, резервуаров, оборудования и устройств, сопровождаемые одним или несколькими из следующих событий:

- смертельным травматизмом людей;
- травмированием людей с потерей трудоспособности;
- воспламенением нефти или взрывом ее паров;
- загрязнением рек, водоемов и водотоков сверх пределов, установленных стандартом на качество воды;
- утечками нефти объемом 10 м<sup>3</sup> и более.

Все аварии и инциденты на МН подлежат расследованию и учету [1].

Аварии подразделяются на I, II категории.

Авария I категории – авария, во время которой происходят одно или совокупность событий с последствиями:

- травматизм со смертельным исходом или потерей трудоспособности пострадавших;
- воспламенение нефти или взрыв ее паров (газов);
- загрязнение окружающей среды в 3-х природных сферах;
- простой объекта аварии свыше 24 часов;
- потери нефти свыше 100 т.

Авария II категории - авария с последствиями, включающими в себя события:

- воспламенение и пожар;
- загрязнение грунта и атмосферы;
- простой объекта аварии от 8 до 24 ч;
- потери нефти от 10 до 100 т.

При загорании возможны два случая: раннее или позднее загорание. Раннее загорание происходит одновременно или почти одновременно с исходным выбросом. Оно в основном приводит к факельному пожару или пожару-вспышке. Позднее загорание происходит спустя некоторое время. Оно может привести или к взрыву, или к бассейновому пожару [1].

Пример дерева развития потенциальной аварии представлен на рисунке.

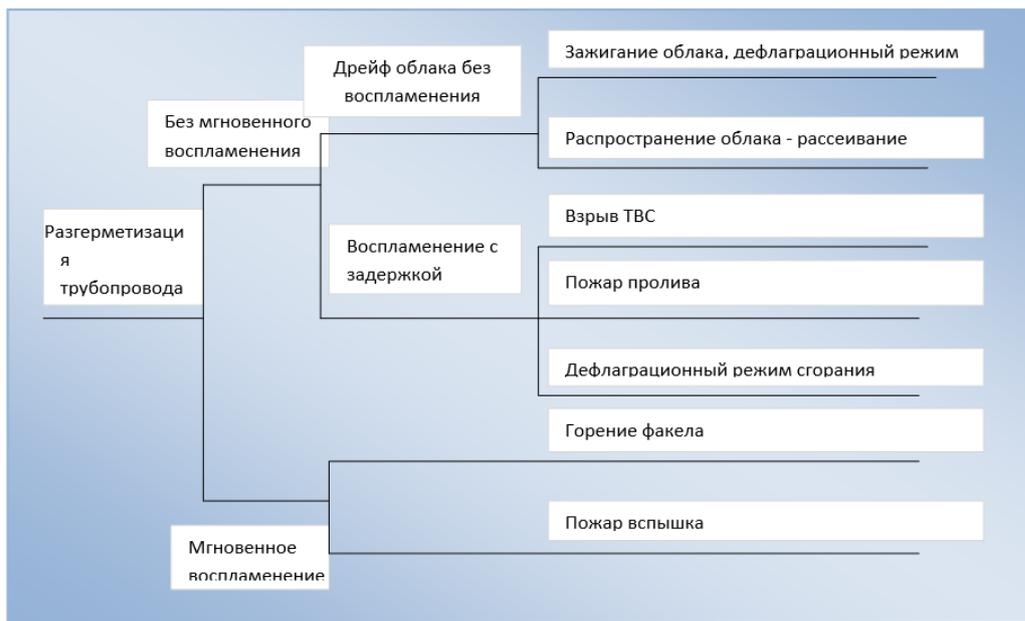


Рисунок – Развитие дерева потенциальной аварии

Рассмотрим радиус поражения при аварии на магистральном нефтепроводе «Павлодар – Шымкент», представленный в таблице.

*Результаты расчета радиусов поражения при аварии на магистральном нефтепроводе*

МН	№ сценария	Характеристика события	Характер поражения	Вероятность события	Радиус поражения, м
МН «Павлодар-Шымкент», Ø820, P=5,2МПа	Сценарий 1а	Горизонтальный факел, массовый расход G=28,43 кг/с	Смертельное поражение	2,32E-9	57,2
		Горизонтальный факел, массовый расход G=454,83 кг/с	Смертельное поражение	2,77E-10	173
	Сценарий 1б	Взрыв ТВС Масса выброса M=79,25 кг	Вероятность смертельного поражения 99%	1,88E-12	47,7
		Взрыв ТВС Масса выброса M=285,32 кг	Вероятность смертельного поражения 50%	9,5E-13	92,1
	Сценарий 1г	Пожар пролива, площадь пролива F=601,98м <sup>2</sup>	Вероятность смертельного поражения 1%	1,76E-11	25,7
		Пожар пролива, площадь пролива F=9631,75м <sup>2</sup>	Вероятность смертельного поражения 50%	1,3E-10	55,9

Организация и выполнение работ по обнаружению, локализации и ликвидации аварий и инцидентов на линейной части магистральных нефтепроводов должны проводиться в соответствии с

правилами технической эксплуатации магистрального нефтепровода [2].

Материалы расследования аварии должны включать:

- распорядительный документ о назначении комиссии по расследованию аварии;
- акт расследования;
- протокол осмотра места аварии, планы, схемы, эскизы, фотоснимки;
- распоряжения председателя комиссии о назначении технических экспертиз и другие распоряжения, изданные комиссией по расследованию аварии;
- заключение экспертной комиссии о причинах аварии, результаты лабораторных и других исследований, экспериментов, анализов;
- докладные записки работников аварийно-спасательных служб (если они вызывались для ликвидации аварии);
- протоколы опроса и объяснения свидетелей, лиц, причастных к аварии, а также должностных лиц, ответственных за соблюдение требований нормативных документов в области промышленной безопасности, безопасности и охраны труда;
- справки об обучении, по проверке знаний, о прохождении инструктажа по промышленной безопасности обслуживающего персонала;
- другие материалы, характеризующие обстоятельства и причины аварии.

На головной нефтеперекачивающей станции, нефтеперекачивающей станции, нефтепроводного управления предприятия должен вестись и постоянно храниться журнал учета аварий и инцидентов на объектах магистральных нефтепроводов [2].

Работы по ликвидации аварий и инцидентов на объектах магистральных нефтепроводов выполняются специализированными подразделениями и службами предприятия. К данным работам могут привлекаться силы и средства аварийно-спасательных служб и формирований территориальных органов ЧС.

На аварийно-восстановительном пункте дислоцируется специальная техника, содержатся приспособления, инструмент, запасные части и материалы, необходимые для производства аварийно-спасательных работ и ППР на линейной части магистральных нефтепроводов. Техническая оснащенность аварийно-восстановительного пункта, обслуживающего закрепленный участок трассы, определяется в соответствии с нормами табеля оснащенности аварийно-восстановительного пункта [3].

Для обеспечения оперативной готовности аварийно-восстановительного пункта и персонала объектов магистральных нефтепроводов к ликвидации аварий и инцидентов должны проводиться регулярные учебные тревоги и противоаварийные тренировки по плану, утвержденному руководителем организации.

Для оперативного и организованного принятия мер по восстановлению объектов магистральных нефтепроводов - линейной части, подводных переходов через судоходные реки, нефтеперекачивающей станции, службами эксплуатации производственных подразделений или подрядными организациями должны быть разработаны планы ликвидации аварии, в которых определены порядок действия и обязанности ответственных должностных лиц и персонала аварийных служб [4].

План ликвидации аварии должен содержать:

- оперативную часть;
- техническую часть;
- порядок взаимоотношений и взаимодействий с другими организациями;
- нормативы времени на выполнение работ по ликвидации аварий;
- список должностных лиц и учреждений, оповещаемых в случае аварии и участвующих в ее ликвидации.

Планы ликвидации аварии должны находиться у главного инженера нефтепроводного управления, диспетчера станции, начальника аварийно-восстановительного пункта, а у сменного оператора головной нефтеперекачивающей станции выписка из раздела плана ликвидации аварии, касающаяся деятельности этих служб.

К плану ликвидации аварии, находящемуся у диспетчера, должен быть приложен оперативный журнал аварий. План ликвидации аварии должен быть изучен всеми членами бригады аварийно-

восстановительного пункта и персоналом объектов магистральных нефтепроводов [4].

Восстановление объектов магистральных нефтепроводов после аварии должно вестись по исполнительной документации на строительство. Применяемые при производстве работ оборудование, материалы, должны соответствовать паспортам и сертификатам.

Последствия аварии в виде нарушения ландшафта механизмами, загрязнения нефтью почвы, растительности и водоемов должны быть ликвидированы в согласованные с местными органами власти сроки. Все обоснованные претензии органов санитарно-эпидемиологического надзора, других надзорных органов, землепользователей должны быть выполнены.

#### Список литературы

1. Декларация промышленной безопасности опасных производственных объектов Карагандинского нефтепроводного управления Восточного Филиала АО «КазТрансОйл».
2. ОСТ РК 153-39-014-2005 - Правила безопасности при эксплуатации магистральных нефтепроводов.
3. СТ РК 2081-2011 - Магистральные нефтепроводы. Требования безопасности при эксплуатации.
4. ПСТ РК 42-2015 – Магистральные нефтепроводы. Техническая эксплуатация.
5. Аманжолов Ж.К. Охрана труда и техника безопасности: учеб. пособие. – Изд. 3-е. - Астана: Фолиант, 2014. – 271 с.

Получено 18.06.2019

---

ӘОЖ 004.4:24

**А.Е. Акказин, Ж.З. Жантасова, А.С. Глебалдинова**

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

**И.М. Увалиева**

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

#### МӘЛІМЕТТЕРДІ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ЖҮЙЕЛЕР КӨМЕГІМЕН ІЗДЕУ

*Мақала мәліметтер базасында іздеу амалдарын жеделдету технологияларына (Solr, Sphinx, Elasticsearch) талдау жүргізіп, тәжірибеде алынған нәтижелерді талқылайды. Ақпараттық жүйелерді пайдаланушылардың саны мен жинақталып сұранысқа ие болатын мәліметтердің өсуі көптеген қиындықтар туғызады. Elasticsearch бағдарламалық құралдың мәліметтерді іздеуде интеллектуалды қызметтері көрсетілген.*

*В статье проанализированы технологии (Solr, Sphinx, Elasticsearch) оптимизации поиска в базе данных, обсуждаются результаты апробации использования этих технологий. Резкий рост пользователей и число запросов в БД ИС порождают множество трудностей. Рассмотрены функции программного инструментария Elasticsearch в рамках интеллектуального поиска данных.*

*The article analyzes the technologies of search optimization in the database (Solr, Sphinx, Elasticsearch), discusses the results of testing the use of these technologies. The sharp increase in users and the number of requests in the IS database give rise to many difficulties. There are considered functions of the program Elasticsearch tools within intellectual data retrieval.*

**Түйін сөздер:** интеллектуалды жүйе, мәліметтер базасы, автоматтандырылған ақпараттық жүйе.

Мемлекеттің инновациялық дамуын қамтамасыз ету міндеттері жаңа озық технологияларды жасауға бағытталған интеллектуалды ақпараттық жүйелерді (ИАЖ) енгізуді қажет етеді. Ал бұл мәселені шешуде қолданыстағы тәсілдер мен технологиялардың кемшіліктері айтарлықтай кедергілер туғызады.

С. Аманжолов атындағы ШҚМУ жоғары оқу орнының (ЖОО) автоматтандырылған ақпараттық жүйесінде (ААЖ) студенттердің білім беру процесін заманауи құрылғылар көмегімен бақылау мақсатында, студенттің сабақ кестесі, үлгерімі, жеке оқу жоспары және транскрипт

қалыптастыру үрдістері толығымен автоматтандырылған. Жоғарыда айтылған үрдістерді қамтитын бағдарламалардың кемшілігі ескі технологиялардың қолданылуы және бірнеше бағдарламашылармен өзгертулер енгізілгені болғандықтан олардың өмір сүру мерзімінің қысқаруында болып отыр. ЖОО-да студенттердің саны артуына байланысты бағдарламалардың жұмыс жасау жылдамдығы да төмендегені байқалды. Қазіргі уақытта, ААЖ мәліметтер базасында (МБ) 30 мыңнан астам студенттердің жеке құжаттары, транскриптері және т.б. мәліметтері сақталған. ААЖ бағдарламасының жұмыс жасау статистикасын зерттей келе келесідей мәселелер айқындалды:

- бірнеше критерийлер бойынша бір уақытта іздеу жүргізу үрдісінің жылдамдығының төмендеуі;
- МБ кестелер арасындағы үлкен JOIN (SQL тілінің реляциялық бірікту операторы) біріктірулер арқылы жүктелетін деректердің көлемділігі;
- МБ кестелерден мәліметтерді алу барысында олардың бұғатталуы.

Жоғарыда айтылған мәселелерді шешуге және негізгі кітапханаларды таңдау үшін аналитикалық жоспарлар жасалып, функционалдық және функционалдық емес талаптар қойылды [3]. Функционалдық талаптар:

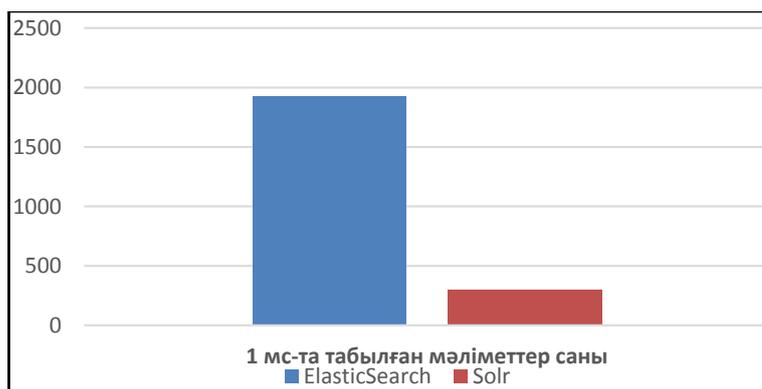
- критерийлер бойынша сұраныс. Бір немесе бірнеше мәндер бойынша сәйкестіктер табу;
- диапазон бойынша сұраныстар жасау (сандар, уақыт мерзімі);
- толық сөйлемдерді іздеу мүмкіндігі;
- логикалық сұраныстар (және/немесе критерийлерін біріктіру);

Бағдарламалық өнімнің сапалық мінездемесін сипаттайтын функционалдық емес талаптар:

- сенімділік (бөлінген индекстерді қолдау);
- масштабталу (бірнеше серверлерге таратуға және барлық қажетті инфрақұрылымды қолдау);
- пайдаланудың қарапайымдылығы (қажетті платформалар/тілдер үшін «клиенттер» болуы, ашық хаттамаларды пайдалану, мысалы, HTTP);
- өнімділік (үлкен мәліметтерді аз уақыт ішінде өңдеу);
- өзіндік құны және қолдау құны.

Мәліметтерді іздеу міндеттерінің интеллектуалдық құрамын арттыру мақсатымен негізгі кітапханалар ретінде келесі Elasticsearch, Solr және Sphinx бағдарламалар таңдалды және бір-бірімен салыстырылды [1, 2].

Solr – Apache Lucene жобасына негізделген ашық толық мәтінді іздеу платформасы. Оның негізгі ерекшеліктері: толық мәтінді іздеу, нәтижелерді бөлектеу, динамикалық кластерлеу, дерекқорлармен біріктіру, күрделі форматты құжаттарды өңдеу (мысалы, .PDF). Solr іздеуді және репликацияны таратуға қабілетті болғандықтан өте ауқымды болып табылады. 2016 жылдың мамыр айындағы жағдай бойынша [6], Solr екінші ең танымал іздеу жүйесі. ААЖ бағдарламасына Solr жүйесі сәйкес келмеді. Себебі, 1-суретте көрсетілгендей онлайн индексация кезінде мәліметтерді өңдеу жылдамдығы төмен көрсеткішпен байқалды.



Сурет – Solr және Elasticsearch іздеу жылдамдықтары

GNU GPL лицензиясы негізінде 3.0+ нұсқалары үшін таратылатын толық мәтінді іздеу жүйесі Sphinx болып келеді. Осы жүйе арқылы PHP, Python, Java веб-бағдарламалау тілдері үшін қолданыстағы MySQL, PostgreSQL деректер қорымен басқару жүйелері негізінде индекстеудің және іздеудің жоғары жылдамдығы мен Application Programming Interface (API) интерфейсті интеграциялау қамтамасыз етіледі. Sphinx іздеу жүйесінде шардинг, репликация, біріктірілген сұраныстар мәліметтерін іріктеп алу мүмкіндігі шектеулі. Мысалы, сұраныс ұйымдастырылған жағдайда, олардың саны тым өскенде бір уақытта көптеген сұраныстарды орындауда жүйе жұмысы іркіліп, «тұрып» қалуы мүмкін. Деректердің сақтау сенімділігін жоғарлату да көп жағдайда арнайы командаларды қолданып бақылауды қажет етеді. Elasticsearch іздеу жүйесіне келсек, жоғарыда айтылған сұраныстар толығымен автоматтанған, кіріктірілген режимінде алдын ала қарастырылған.

Elasticsearch –Apache лицензиясы бойынша Java бағдарламалау тілінде жазылған, 2018 жылдың бірінші кварталының статистикасы бойынша [6] әлемде ең танымал іздеу механизмі болып келеді. База жазбаларын индексациялау және іздеу ортасы ретінде (движок) Lucene кітапханасы қолданылады. Java, Python, .NET және т.б. бағдарламалау тілдеріне арналған API жүйесі қарастырылған.

Elasticsearch жүйесін университетіміздің автоматтандырылған ақпараттық жүйесіне интеграциялау келесі компоненттердің қолдануын ескереді. Біріншісі, реляциялық мәліметтер базасы (MySQL). Екіншісі, Elasticsearch іздеу жүйесінің индекстелген мәліметтер базасы (NoSQL).

Эксперимент негізінде іздестіру бірнеше платформаларда жүргізілді. Мәліметтер базасындағы студенттер саны 33155 алдын ала белгіленді.

```
$json = [  
  "_source" => [  
    "firstname",  
    "lastname",  
    "patronymic"  
  ],  
  "query" => [  
    "multi_match" => [  
      "query" => "Акк",  
      "type" => "cross_fields",  
      "operator" => "and",  
      "fields" => [  
        "firstname", "lastname", "patronymic"  
      ]  
    ]  
  ]  
];
```

Elasticsearch іздеу жүйесі арқылы индексациялау жылдамдығы секундына 0,4 – 1,6 миллион жазбаны тіркеді. Табылған жазба саны 785-ді құрады.

```
SELECT firstname, lastname, patronymic  
FROM students  
WHERE     firstname like 'Акк%' OR  
          lastname like 'Акк%' OR  
          patronymic like 'Акк%'
```

Дәстүрлі түрде іздестіру жылдамдығы әлде қайда төмен болғаны байқалды – 1 секундына 173 жазба. Табылған жазба саны 576-ы құрады.

Бірінші компонент болып келетін реляциялық мәліметтер базасы ақпараттың толықтығын және реттілігін басқаруға арналған болып отыр. Ал, Elasticsearch іздеу жүйесі деректерді іздеуге және олармен амалдар жасауға арналған негізгі компонент деңгейінде қолданылғаны дұрыс. Екі жүйені қатар қолдану жоғарыда айқындалған мәселелерді толықтай шешуге мүмкіндік берді [3,4].

Дегенмен, шешілген өзекті мәселелермен қатар, алдағы уақытта келесі есептерді зерттеп

қарастыру көзделіп отыр:

- Elasticsearch ортасында іздестіру мүмкіндіктерін жүзеге асыру бағдарламашыда арнайы дайындық деңгейінің болуын талап етеді;
- жұмыс нәтижелерін жақсарту үшін жоғары өнімді сервердің қажетті екенін ескертеміз;
- деректер ашық түрде сақталғандықтан, оларға қатынауды шектеу мақсатымен екі компоненттің арасында авторизациялау сервері қолдану қажеттілігі туады.

Elasticsearch-те деректерді және сұралынатын параметрлерді сақтау тиімді болғанымен, нақты деректердің өзін сенімді реляциялық базада сақтаған жөн. Elasticsearch-ты деректерді сақтау үшін бейімдеуге реляциялық базасымен синхронизация жасау талабы бар.

#### Әдебиеттер тізімі

1. Аллен Тейлор. SQL для чайников = SQL For Dummies, 8th edition. – 8 изд. – М.: «Диалектика», 2014. – 416 с.
2. Берримен Дж. Релевантный поиск с использованием Elasticsearch и Solr = Relevant Search / Дж. Берримен, Д. Тарнбулл. – ДМК-Пресс, 2018. – 408 с.
3. Джеймс Р. Грофф. SQL: полное руководство = SQL: The Complete Reference, Third Edition / Джеймс Р. Грофф, Пол Н. Вайнберг, Эндрю Дж. Оппель. – 3 изд. – М.: «Вильямс», 2014. – 960 с.
4. Крис Фийли. SQL: Руководство по изучению языка. – М.: Peachpit Press, 2003. – 456 с.
5. <http://wikipedia.org/>
6. <https://habr.com/>

Қабылданды 18.06.2019

---

МРНТИ 28.23.15

**О.Е. Бакланова, М.Е. Толегенова**

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

#### РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ

*В настоящее время активно развиваются биометрические технологии идентификации человека. В статье рассматриваются наиболее подходящие направления использования дерматоглифики для идентификации человека и изучения свойств идентифицируемого объекта. Приводятся результаты работы разработанной системы идентификации человека по отпечаткам пальцев с использованием методов компьютерного зрения.*

*Қазіргі уақытта адамды сәйкестендірудің биометриялық технологиялары белсенді дамуда. Мақалада адам идентификациясы және сәйкестендірілетін объектінің қасиеттерін зерттеу үшін дерматоглификаны пайдаланудың ең қолайлы бағыттары қарастырылады. Компьютерлік көру әдістерін пайдалана отырып, саусақ іздері бойынша адамды сәйкестендірудің әзірленген жүйесінің жұмыс нәтижелері келтіріледі.*

*Currently, biometric technologies of human identification are actively developing. The article considers the most appropriate ways of using dermatoglyphics for human identification and studying the properties of the identified object. Results of work of the developed system of identification of the person on fingerprints with use of methods of computer vision are given.*

**Ключевые слова:** *распознавание образов, отпечатки пальцев, идентификация человека, биометрия, цифровые системы обработки изображений.*

Актуальность использования идентификации человека обусловлена широкой областью применения. Это системы идентификации личности, системы контроля доступа, электронной коммерции, банковские системы и т.п. Их целью является разработка автоматизированных систем иден-

тификации человека на основе биометрических признаков: отпечатков пальцев, характеристик голоса и речи, рисунка радужной оболочки глаза, изображения лица [1].

*Методы идентификации человека по корреляционным функциям.* Метод сравнения по корреляционным функциям [2] заключается в том, что два изображения, например, отпечатки пальцев, накладываются друг на друга и подсчитывается корреляция между соответствующими пикселями (путем различных смещений и вращений).

По соответствующему коэффициенту принимается решение об идентичности отпечатков. Данный метод используется достаточно редко из-за сложности и длительности работы при решении задач идентификации человека.

*Методы идентификации человека по особым точкам.* Метод сравнения по особым точкам [2, 3] заключается в том, что по одному или нескольким изображениям (лица, отпечатков пальцев) формируется шаблон (карта), представляющий собой двумерную поверхность, на которой выделены конечные точки и точки ветвления. Процедура сравнения состоит в том, что на изображении выделяются ключевые точки, затем составляется карта этих точек, карта сравнивается с шаблоном.

Результатом сопоставления, как правило, является набор ключевых точек. Решение об идентичности человека принимается по количеству совпавших точек. При реализации этого метода часто используется метод корреляционного сравнения.

*Разработка алгоритма извлечения особых точек (минуций) для идентификации человека по отпечаткам пальцев.* Опишем алгоритм сравнения двух отпечатков пальцев:

Шаг 1. Улучшение качества исходного изображения отпечатка. Увеличивается резкость границ папиллярных линий.

Шаг 2. Вычисление поля ориентации папиллярных линий отпечатка. Изображение разбивается на квадратные блоки со стороной больше 4 пикселей и по градиентам яркости вычисляется угол  $t$  ориентации линий для фрагмента отпечатка.

Шаг 3. Бинаризация изображения отпечатка. Приведение к чёрно-белому изображению (1 bit) пороговой обработкой.

Шаг 4. Утончение линий изображения отпечатка. Утончение производится до тех пор, пока линии не будут шириной 1 пиксель.

Шаг 5. Выделение минуций. Изображение разбивается на блоки 3x3 пикселей. После этого подсчитывается число чёрных (ненулевых) пикселей, находящихся вокруг центра. Пиксель в центре считается минуцией, если он сам ненулевой, и соседних ненулевых пикселей один (минуция «окончание») или три (минуция «ветвление»).

Положение точки минуции находится на кончике гребня или впадины, а направление вычисляется по оси X, как показано на рис. 1. Самый простой и наиболее часто используемый метод основан на стадии размывания бинаризованных и хребтовых пород. Наиболее часто используемым методом извлечения минуций является концепция Crossing Number (CN). Первым шагом является бинаризация и дальнейшее утончение хребтов, так, чтобы они имели ширину в один пиксель [3].

Координаты обнаруженных минуций и их углы ориентации записываются в вектор:  $W(p)=[(x_1, y_1, t_1), (x_2, y_2, t_2), \dots, (x_p, y_p, t_p)]$  ( $p$  – число минуций). При регистрации пользователей этот вектор считается эталоном и записывается в базу данных. При распознавании вектор определяет текущий отпечаток (что вполне логично).

Шаг 6. Сопоставление минуций.

Два отпечатка одного пальца будут отличаться друг от друга поворотом, смещением, изменением масштаба и/или площадью соприкосновения в зависимости от того, как пользователь прикладывает палец к сканеру. Поэтому нельзя сказать, принадлежит ли отпечаток человеку или нет на основании простого их сравнения (векторы эталона и текущего отпечатка могут отличаться по длине, содержать несоответствующие минуции и т. д.). Из-за этого процесс сопоставления должен быть реализован для каждой минуции отдельно.

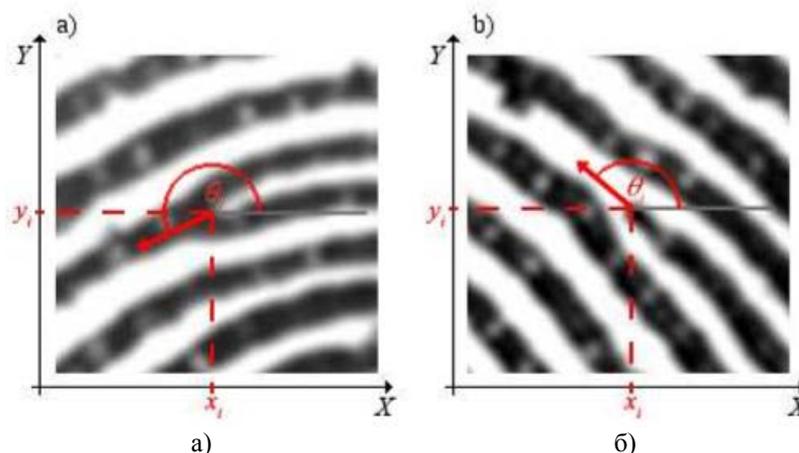


Рисунок 1 – Параметры минуции: а – бифуркация; б – конечный тип гребня

#### 4. Разработка системы идентификации сравнения отпечатков пальцев.

##### 4.1 Описание системы.

Главная задача работы состояла в разработке системы идентификации отпечатков пальцев. Система сравнения отпечатков пальцев с использованием метода особых точек (минуций) включает модули предварительной обработки изображений отпечатков, выделения особых точек и сопоставления текущих отпечатков с отпечатками-шаблонами из базы данных.

Данная система разработана в среде MATLAB. Главное окно программы представлено на рис. 2.



Рисунок 2 – Общий алгоритм сравнения отпечатков пальцев

Из главного окна можно выполнить следующие действия:

- Выбрать изображение и добавить его в базу данных.
- Выбрать изображение для сравнения с существующими изображениями в базе данных.
- Информация о системе.
- Удалить базу данных.
- Визуализация изображения с отпечатком пальца.
- Применение фильтра Габора к изображению [4, 5].
- Улучшение изображения отпечатка пальца.
- Оценка поля ориентации изображения с отпечатком пальца.
- Информация о базе данных.
- Локализация основной точки.
- Выход.

#### 4.2. Добавление изображения отпечатка в базу данных.

Для добавления изображения отпечатка в существующую базу данных необходимо нажать на кнопку «Select image and add to database» (рис. 3), в результате открывается стандартное диалоговое окно выбора изображения (рис. 4).



Рисунок 3 – Интерфейс системы распознавания отпечатков

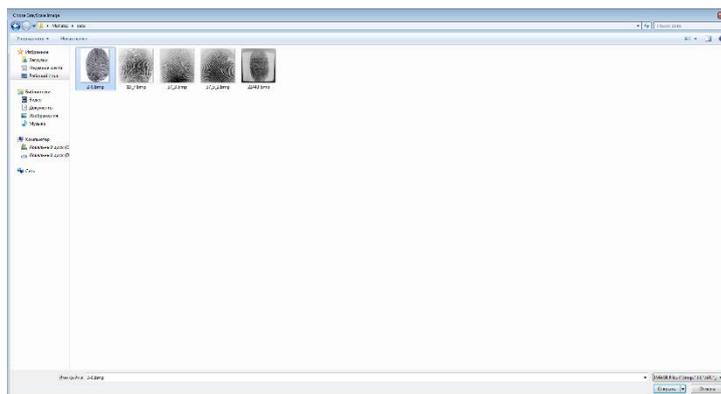


Рисунок 4 – Выбор серого изображения отпечатка пальца 2-0.bmp

После нажатия на кнопку «Открыть» система уведомляет пользователя об успешном добавлении изображения в базу данных, а также сообщает ее идентификатор изображения в базе данных (рис. 5).

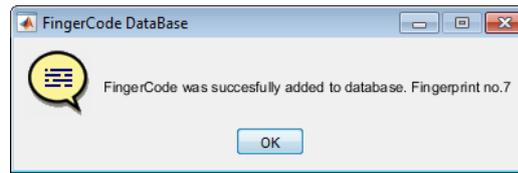


Рисунок 5 – Уведомление об успешном добавлении изображения в базу данных

#### 4.3. Сравнение изображения с существующими изображениями в базе данных.

Для сравнения заданного изображения отпечатка с изображениями, ранее добавленными в базу данных, необходимо нажать на кнопку «Select image for fingerprint recognition», в результате открывается стандартное диалоговое окно выбора изображения.

На рис. 6 представлено изображение отпечатка пальца (файл «22443.bmp»), добавленное в базу данных. На рис. 7 представлено это же изображение (файл «22443000.bmp»), в которое внесены некоторые изменения: изображение обрезано и повернуто на 90 градусов по часовой стрелке с помощью программы MS Paint.



Рисунок 6 – Исходное изображение отпечатка пальца

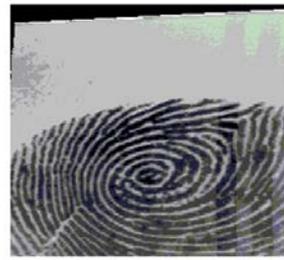


Рисунок 7 – Изображение измененного отпечатка пальца

После выбора изображения запускается алгоритм последовательного сравнения заданного изображения с изображениями, находящимися в базе данных (рис. 8).

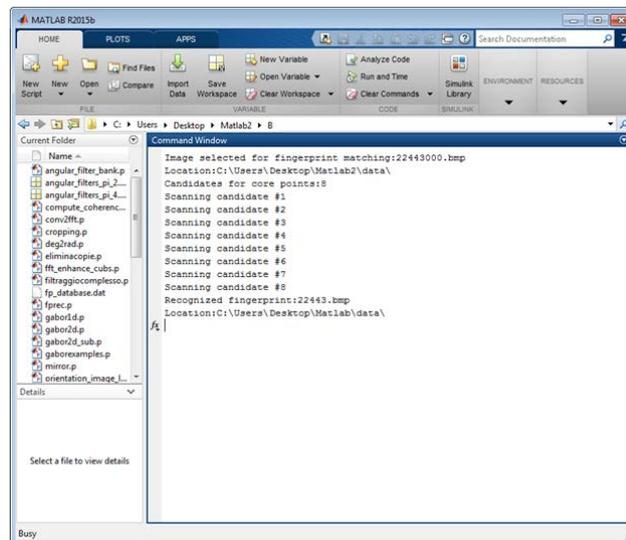


Рисунок 8 – Результат выполнения алгоритма сравнения

При добавлении изображения в базу данных обнаруживается только одна основная точка. В результате определено изображение «22443.bmp» (рис. 11) с расстоянием 554,9198.

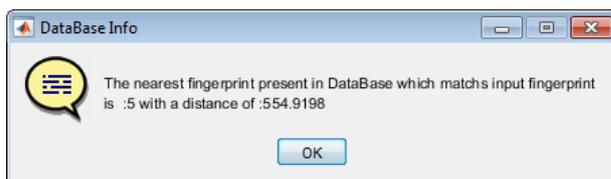


Рисунок 9 – Результат выполнения алгоритма сравнения

#### 5. Проведение эксперимента и анализ результатов.

Для проверки адекватности алгоритмов и работы системы проведен ряд экспериментов. В качестве экспериментального объекта выбраны два изображения с отпечатком пальца: файл «2.bmp» (рис. 10) и файл «3.bmp» (рис. 11).



Рисунок 10 – Первое изображение отпечатка пальца



Рисунок 11 – Второе изображение отпечатка пальца

Проведем сравнение изображения (рис. 10) с изображениями, хранящимися в базе данных. По окончании работы алгоритма было получено сообщение об определении ближайшего образа с идентификатором 9 с расстоянием 287.2521. Аналогично были проведены эксперименты с отпечатками пальцев 6 человек. Результаты экспериментов приведены в таблице.

#### *Результаты экспериментов по идентификации человека по отпечаткам пальцев*

№ эксперимента	Расстояние	Результат идентификации человека
1	295.1733	идентифицирован корректно
2	394.0481	идентифицирован корректно
3	402.1563	идентифицирован корректно
4	319.3104	идентифицирован корректно
5	287.2521	идентифицирован корректно
6	545.6128	идентифицирован корректно

Таким образом, разработанная система корректно идентифицировала отпечатки пальцев по двум изображениям и определила ближайший образ с идентификатором 9 и расстоянием 287.2521. Этот вывод, а также анализ значений из таблицы, позволяет считать, что разработанная система сравнения по отпечаткам пальцев работоспособна и ее характеристики соответствуют целям работы.

#### Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 19794-2-2005 Форматы обмена биометрическими данными.
2. Анализ методов распознавания отпечатков пальца. – Режим доступа: [http://www.nbu.gov.ua/old\\_jrn/natural/SOI/2010\\_6/Rykanov.pdf](http://www.nbu.gov.ua/old_jrn/natural/SOI/2010_6/Rykanov.pdf).
3. Гудков В.Ю. Скелетизация бинарных изображений и выделение особых точек для распозна-

вания отпечатков пальцев / В.Ю. Гудков, Д.А. Ключев // Южно-Уральский гос. ун-т, г. Челябинск. – 2015. - № 3.

4. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
5. Фан Нгок Хоанг. Алгоритмы для классификации отпечатков пальцев на основе применения фильтра Габора, вейвлет/преобразования и многослойной нейронной сети / Фан Нгок Хоанг, В.Г. Спицын // Известия Томского политехнического ун-та. - Т. 320. - № 5. – 2012. – С. 60–61.

Получено 18.06.2019

МРНТИ 55.01.77

**Р. Габдысалык, С.Д. Капаева, Д. Мұратұлы**

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

#### МОДЕЛИРОВАНИЕ ДУГОВОЙ СВАРКИ НА SIMUFACT.WELDING

В процессе проектирования изделий огромное значение имеет технологичность его изготовления. Наряду с точностью проектирования детали, указанием необходимых требований изготовления, прочностными расчетами на работоспособность в процессе эксплуатации необходимо также определить соответствующее оборудование для создания готового изделия. Необходимо удостовериться в технических возможностях оборудования, например, учесть эффект обратного пружинения, остаточных деформаций, коробления детали и т.п. Кроме этого, необходимо правильно спроектировать составляющие обрабатывающего оборудования (матрицы, пуансоны, крепежный инструмент и т.д.) и подобрать оптимальные режимы его работы.

Исследование различных вариантов технологических процессов на реальном оборудовании имеет ряд недостатков:

- невозможность варьирования параметров оборудования в широком диапазоне;
- вероятность выхода этого оборудования из строя в процессе отладки процесса;
- большие временные и энергозатраты;
- риск получения недостаточно качественной продукции.

В настоящее время оптимизация существующих производственных процессов и внедрение в производство новых является очень затратным.

Одним из решения оптимизации технологических процессов с устранением перечисленных недостатков является использование компьютерного моделирования технологических процессов. Более того, данный метод дает возможность существенно сократить затраты на внедрение.

Этот подход позволяет численно смоделировать нужный процесс и подобрать оптимальные параметры работы оборудования ещё до принятия окончательных решений по технологической оснастке и организации самого производственного процесса.

Для моделирования технологических процессов может быть задействован функционал пакетов общего назначения – Marc, Dytran и MSC Nastran. Однако для более простого и эффективного использования этого функционала корпорация MSC Software предоставляет пользователям два специализированных пакета в этой области.

Использование компьютерного моделирования и оптимизации процесса сварки позволяет получить большую отдачу:

- значительное увеличение производительности за счет повышения надежности всего процесса;
- существенная экономия ещё на стадии разработки;
- значительное сокращение времени выхода на рынок;
- последовательная оптимизация существующих серийных технологических процессов.

Simufact.welding помогает инженерам по сварке в процессе проектирования. Среди преимуществ

ществ пакета можно указать:

- меньшее количество продолжительных и дорогостоящих сварочных испытаний;
- возможность оптимизации не только проектируемых, но и существующих производственных процессов.

В Simufact. Welding упрощенный метод расчета «Thermal Cycle» стал доступен и для процессов точечной сварки. Этот метод, который уже используется для других типов сварки сложных и больших сборок, позволяет значительно сократить время вычислений. Кроме того, если форма сварной точки уже известна исходя из проведенного моделирования или из проведенных замеров, то пользователь может дополнительно упростить расчет, предварительно предопределив температуры в сварной точке без проведения предварительного расчета.

Simufact Welding является полнофункциональным комплексным решением для моделирования и оптимизации процесса сварки.

Практическое применение программы происходит следующим образом.

В поле «Folder» нужно выбрать путь для хранения нашего проекта, а в «Folder» нужно вписать название проекта. Кнопка «Apply» сохраняет текущие настройки пользователя (рис. 1).

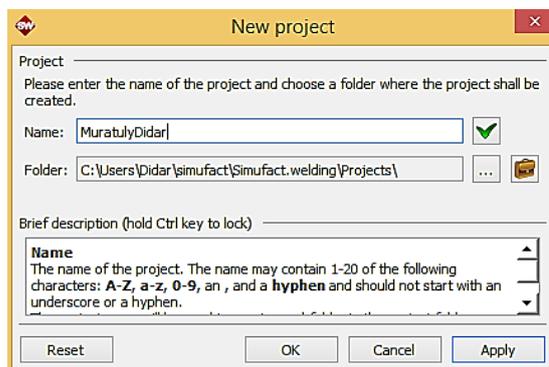


Рисунок 1 – Окно «New Project»

В окне «Process» настроим тип симуляции и необходимые компоненты (рис. 2).

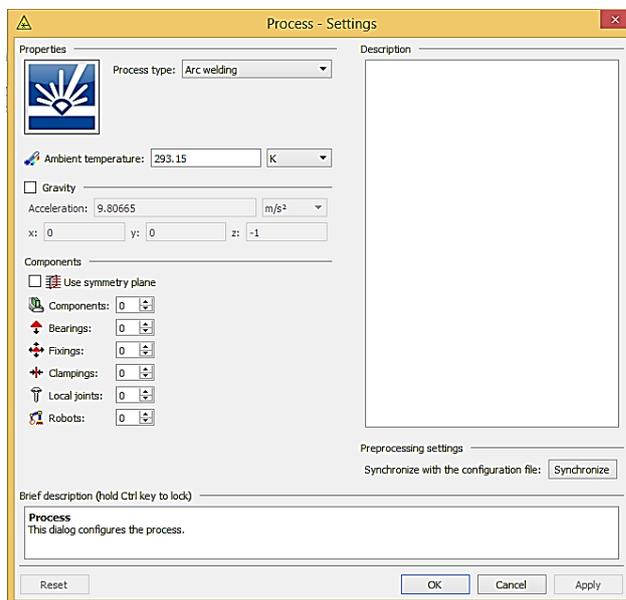


Рисунок 2 – Окно «Process»

Нужно убедиться, что выбран тип дуговой сварки. Также можно написать некоторую полезную информацию в поле справа (рис. 3).

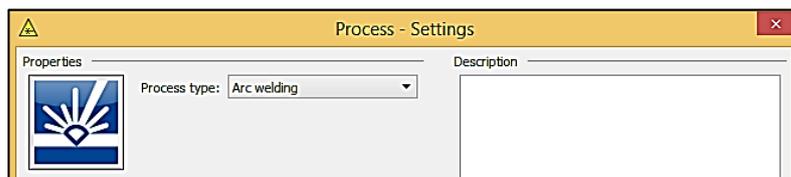


Рисунок 3 – Выбор типа сварки

В окне «Process tree» и «Object catalog» отображаются процессы построения каталогов и все объекты, созданные для моделирования данного процесса. В окне «Properties:Process» можно изменять свойства всех объектов, которые будут использованы (рис. 4).

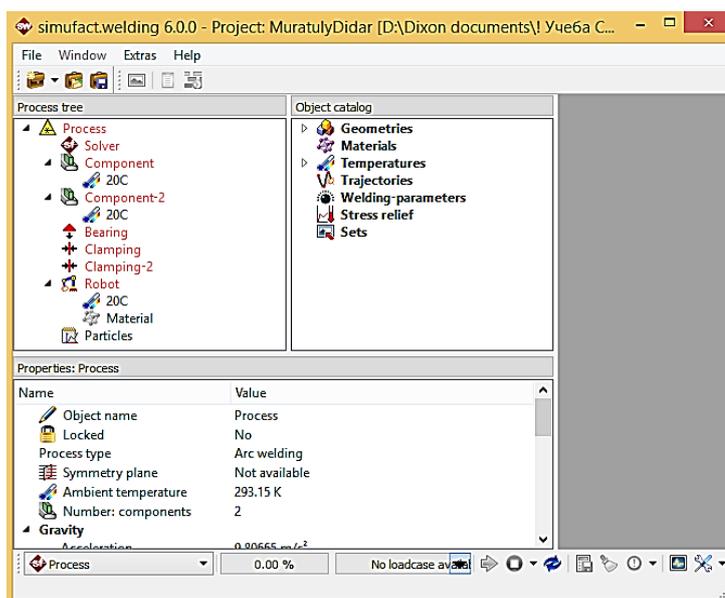


Рисунок 4 – Главное окно программы Simufact.welding

Для устновки компонентов модели нужно выбрать в окне «Object catalog» вкладку Geometries→Import (рис. 5).

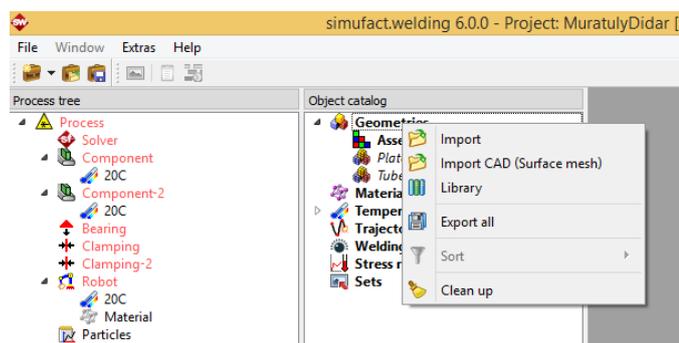


Рисунок 5 – Выбор объектов для импорта

После выбора команды «Import», нужно открыть папку ArcWelding и выбрать два файла: Plate.bdf и Tube.bdf (рис. 6).

Полный путь к файлам зависит от установки пользователя. В нашем примере: D:\Simufact\simufact\welding\6.0\examples\Tutorial\ArcWelding \ArcWelding.

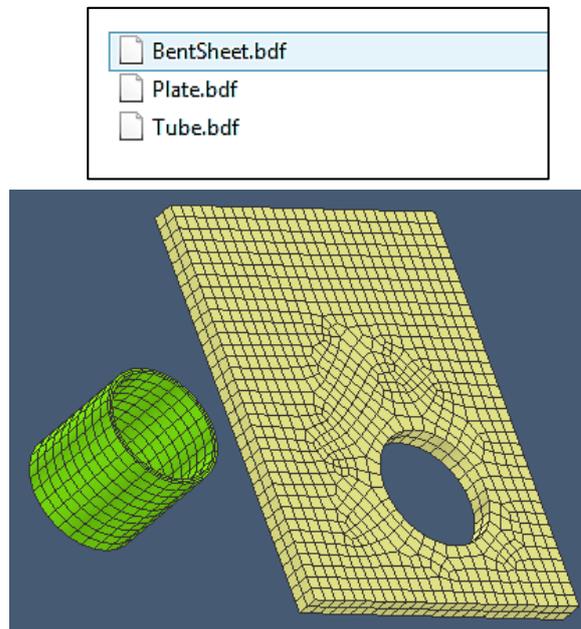


Рисунок 6 – Объекты Plate.bdf и Tube.bdf

Следующим шагом является назначение материала для моделирования процесса сварки (рис. 7, 8).

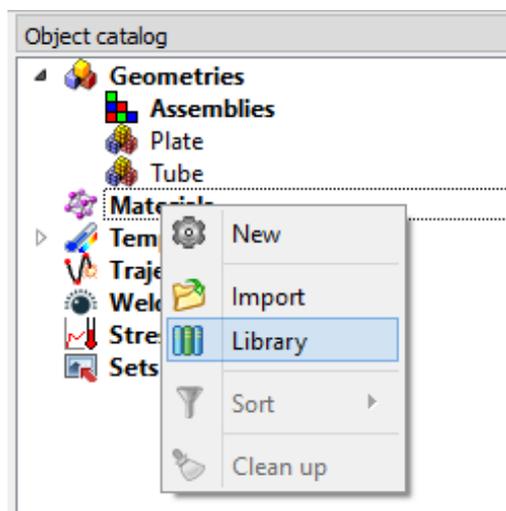


Рисунок 7 – Выбор библиотеки в окне «Object catalog»

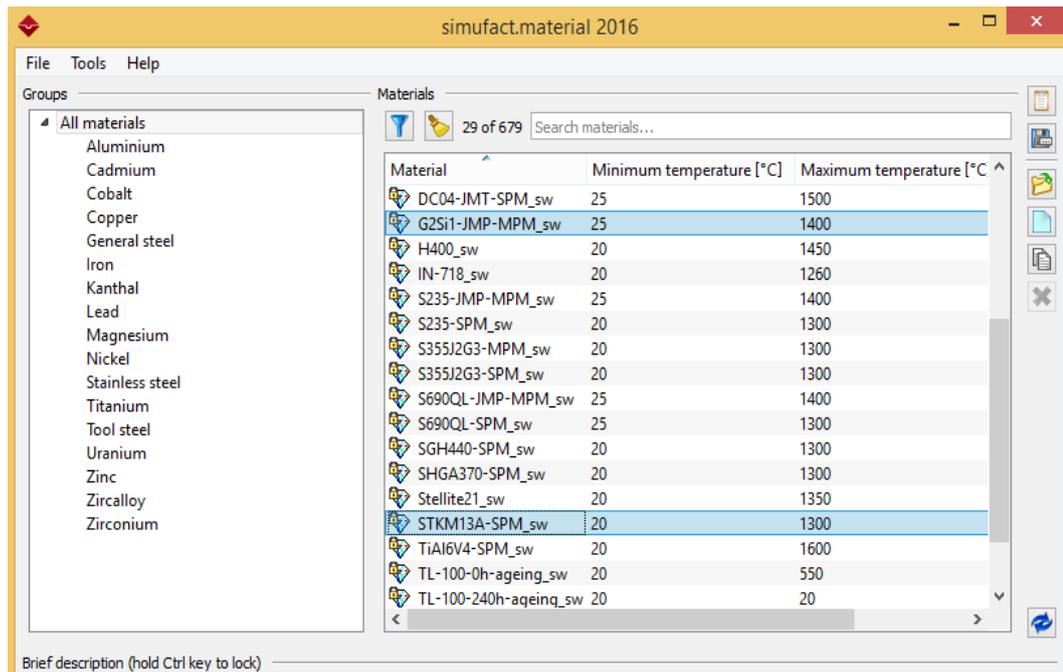


Рисунок 8 – Выбор библиотек G2Si1-JMP-MPM\_sw и STKM13A-SPM\_sw

Добавляем 2 элемента типа цилиндр. Для этого нужно перейти на вкладку «Сведения» и настроить высоту и радиус по 5 мм. Данные позиции можно оставить по умолчанию, так как во время моделирования нужно будет изменять расположения цилиндров (рис. 9, 10).

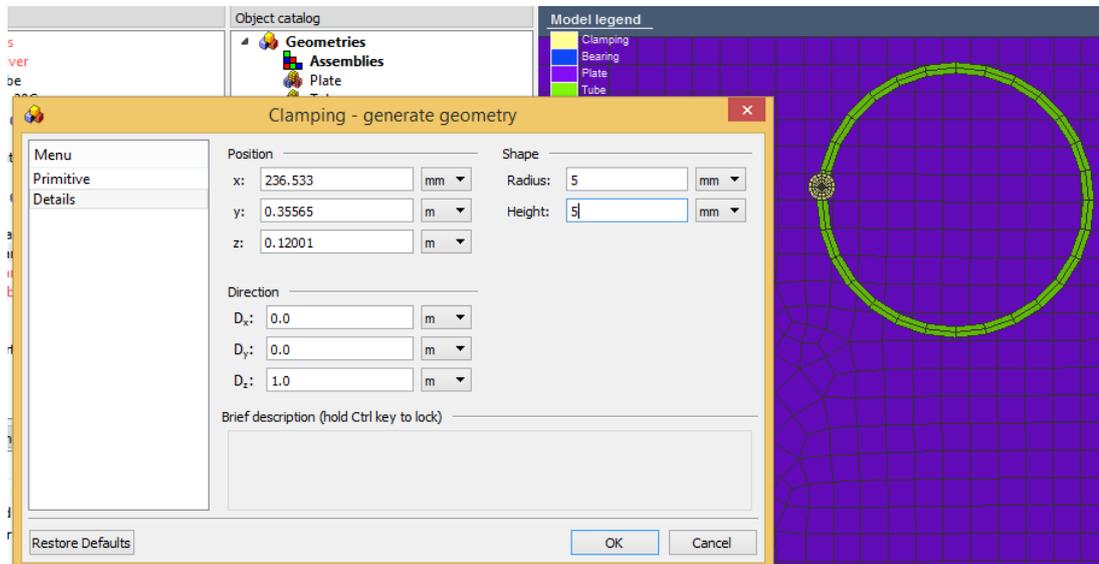


Рисунок 9 – Добавление цилиндров высотой 5 мм

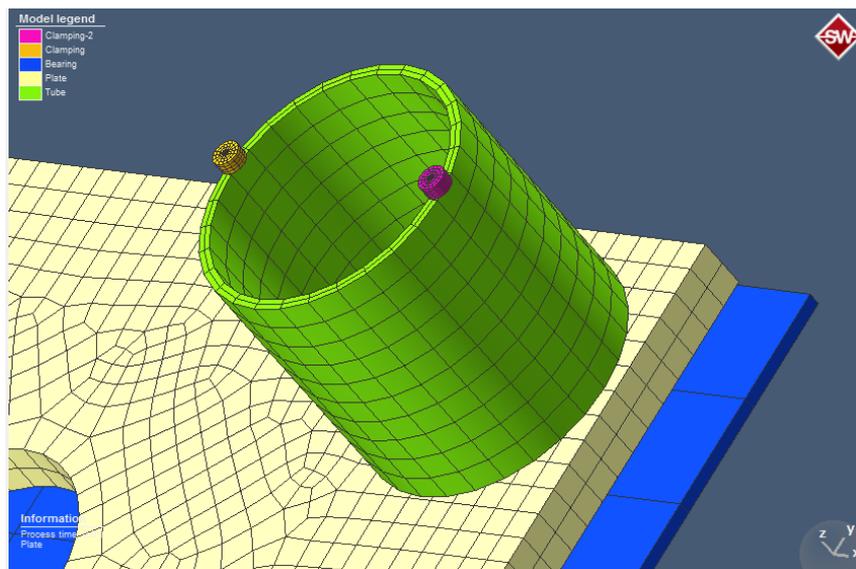


Рисунок 10 – Результат добавления цилиндров

Во вкладке «Sets» нужно выбрать «New node set» для выбора нескольких узлов, для создания пути сварки. Для нашей модели путь будет состоять из 9 точек, которые будут соединены между собой (рис. 11).

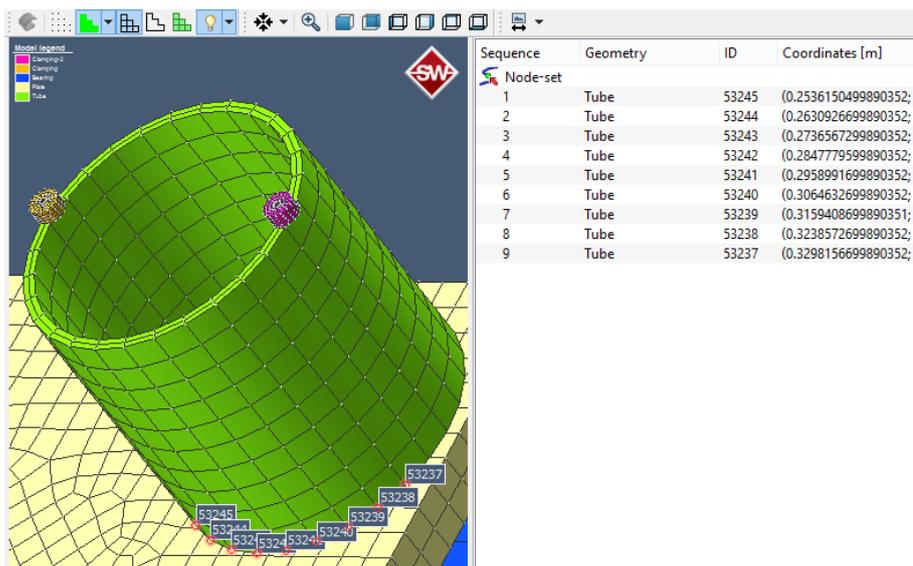


Рисунок 11 – Результат создания узлов для конечного результата

После выполнения последних действий робот должен назначить траекторию сварки модели. Черные стрелки указывают на выравнивание горелки. Красные точки являются точками траектории (рис. 12).

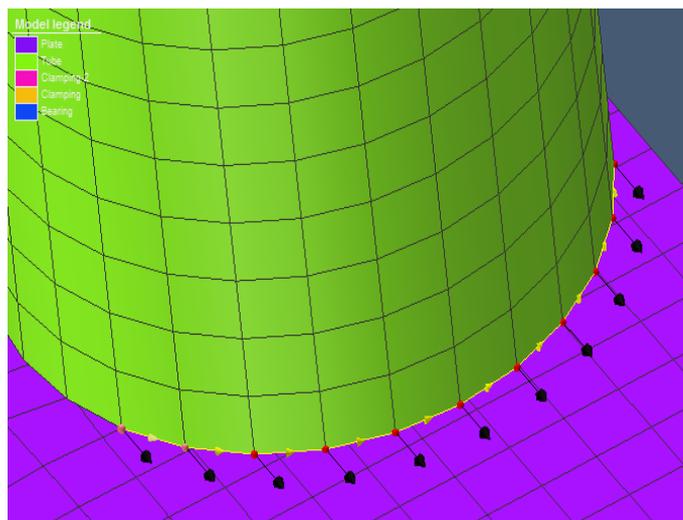


Рисунок 12 – Определение направления сварки

Предпоследним действием будет настройка сварочного исполнения, где будет определяться толщина, начало и окончание сварки (рис. 13).

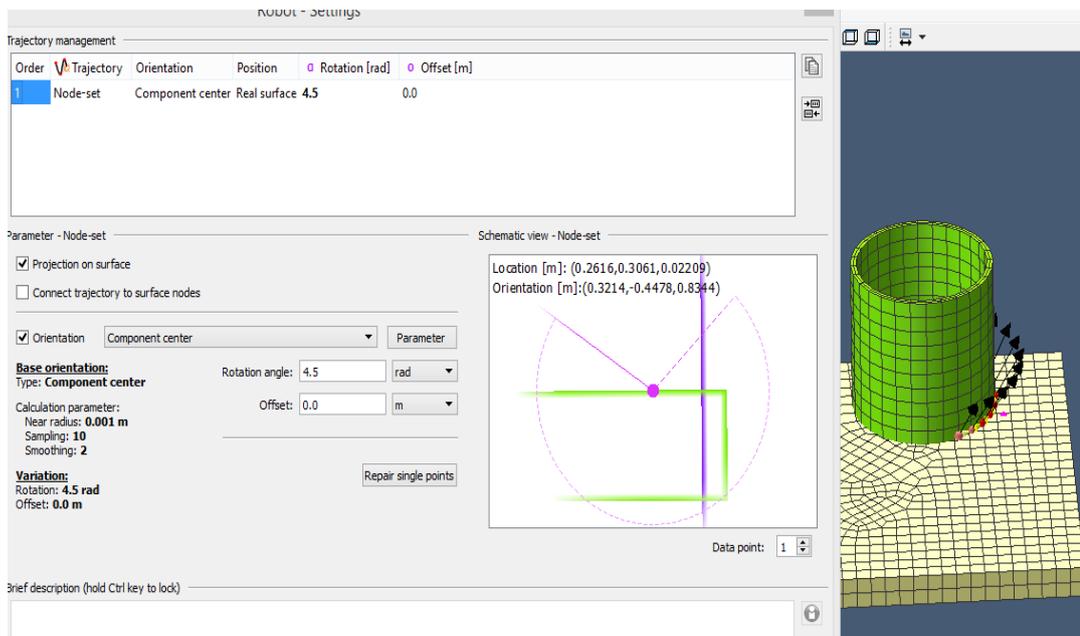


Рисунок 13 – Настройка времени выполнения и толщины сварки

Итоговый результат настроек показан на рис. 14.

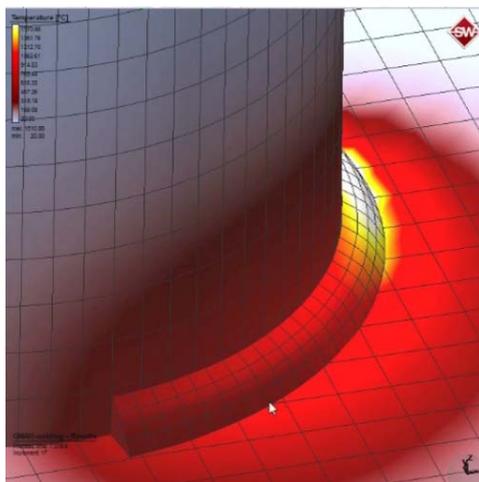


Рисунок 14 – Итоговый результат

Таким образом, с использованием оптимизационной программы Simufact. Welding можно моделировать различные производственные цепочки. Более того, процессы сварки могут быть эффективно интегрированы в процесс численного моделирования всего производственного процесса.

Простая передача данных между пакетами позволит не только принимать во внимание историю обработки металла давлением, но также проводить анализ прочности при моделировании сварных швов.

#### Список литературы

1. Яблочников Е.И. Методы и системы ИПИ-технологий. Учебное пособие / Е.И. Яблочников, А.А. Грибовский, М.Я. Афанасьев, Д.Д. Куликов. – СПб: Университет ИТМО, 2017. – 64 с.
2. Schwenk C. Modelling of Thermomechanical Phenomena in Fusion Welding. ASM Handbook, Volume 6A// Welding Fundamentals and Processes. 2011. – P. 830-841.

Получено 18.06.2019

---

МРНТИ 53.31.23

**А.Т. Жакупова, С.А. Абдулина**

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

**А.В. Богомолов, А.Н. Жакупов**

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

**В.А. Салина**

ФГБУН Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, РФ

#### МОДЕЛИРОВАНИЕ МАКРОСТРУКТУРЫ ПРИ РАЗЛИВКЕ СПЛОШНЫХ И ПОЛЫХ НЕПРЕРЫВНОЛИТЫХ ЗАГОТОВОК

*В статье изучена проблема производства непрерывнолитых стальных заготовок с целью получения качественной макроструктуры. Для этого предлагается разливка полых непрерывнолитой заготовки круглого сечения методом моделирования с применением программного комплекса SKM LVM Flow. Результаты моделирования подтвердили преимущество применения полых заготовок для производства бесшовных труб.*

*Мақалада сапалы макроструктураны алу мақсатында үздіксіз құйылған болат дайындамаларды өндіру мәселесі зерттелген. Ол үшін SCM LVM Flow бағдарламалық кешенін қолдана отырып үлгілеу әдісімен дөңгелек қиманың толық үздіксіз құйылған дайындамасын құю ұсынылады. Үлгілеу нәтижелері жіксіз құбырларды өндіру үшін қуыс дайындамаларды қолданудың артықшылығын растады.*

*The article researches the problem of continuously cast steel billets production in order to obtain high-quality macrostructure. To this end, it is proposed to cast a hollow continuously casting round-section billet using a modeling method using the software package CMS LVM Flow. The results of modeling confirmed the advantage of using hollow billet for the production of seamless pipes.*

**Ключевые слова:** непрерывнолитая заготовка, моделирование, дефект, макроструктура, усадка, микропористость, критерий Нияма.

Непрерывнолитая заготовка круглого сечения является исходным полупродуктом для производства бесшовных труб нефтяного сортамента, которая подвергается многократному переделу до получения готовой продукции. Обеспечение требуемого качества на начальных стадиях производства бесшовных труб приобретает важное значение и напрямую определяет качество конечного продукта. Дефекты исходной заготовки присутствуют на металлопродукции, поэтому к макроструктуре исходной заготовки предъявляются высокие требования.

Объектом исследования является непрерывнолитая заготовка диаметром 300 мм, являющаяся аналогом продукции, производимой на машине непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) металлургического предприятия ПФ ТОО «KSP Steel».

Согласно ГОСТ Р 58228-2018 «Заготовка стальная непрерывнолитая. Методы контроля и оценки макроструктуры», макроструктура заготовок характеризуется такими дефектами, как центральная пористость, осевая ликвация, ликвационные полосы и трещины, а также светлые полосы по шкале от 0 до 4 баллов.

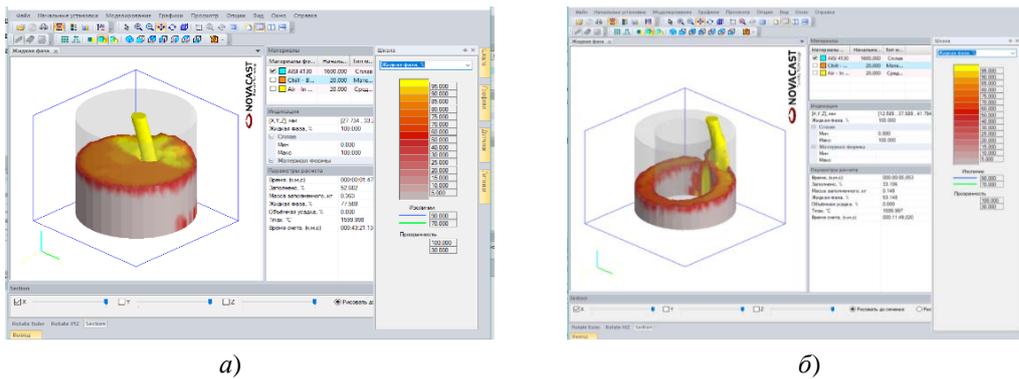
В осевой зоне заготовки присутствуют значительные растягивающие напряжения, которые приводят к разрушению ее центральной зоны при встрече заготовки с носком оправки прошивного стана [1]. Если при этом центральная зона заготовки ослаблена такими дефектами, как центральная пористость и осевая ликвация, то вероятность образования плен на внутренней поверхности гильзы возрастает. Плены бывают мелкими и плотно прижатыми к внутренней поверхности гильзы, и при последующем калибровании или редуцировании такие плены вскрываются [2].

Ликвационные полосы и трещины образуются при нарушении температурно-скоростного режима разлива заготовки. Внутренние трещины представляют собой надрывы, распространяющиеся по межосным пространствам дендритной структуры, обогащенные ликватами и сопровождающиеся скоплениями сульфидов и ликвацией фосфора. Такие дефекты однозначно приведут к разрушению металла в процессе прошивки заготовки. При прошивке дефектных заготовок с ликвационными полосками на наружной и внутренней поверхности образуются грубые плены и раскатанные трещины [3].

Одним из предлагаемых методов устранения дефектообразования является применение полой заготовки. Для сокращения материальных и временных затрат было проведено моделирование формирования непрерывнолитой круглой заготовки с применением программного комплекса СКМ LVM Flow [4]. Применение наукоемких технологий, в частности систем компьютерного моделирования металлургических процессов, позволяет сократить затраты на разработку технологии, заменяя натуральный эксперимент вычислительным.

При моделировании процесса разлива и затвердевания заготовок применялась низколегированная конструкционная сталь AISI 4130 – хромомолибденовая сталь, близкая по химическому составу 25ХМ [5]. Заданные условия моделирования: температура разлива заготовки 1600 °С и скорость 3,6 м/мин, материал кристаллизатора и дорна (для полой заготовки) – медь.

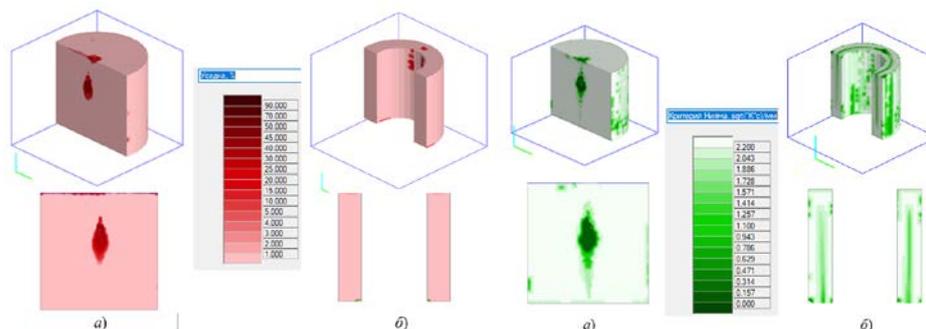
На рис. 1 приведены результаты моделирования сплошной и полой заготовок, где при разливе металла использовали одну питающую точку.



а) б)  
Рисунок 1 – Модель заготовки и кристаллизатора при разливке:  
а – сплошная заготовка; б – полая заготовка

На рис. 2 приведена и проанализирована усадка металла после процессов разливки и затвердевания. Установлено, что на полой заготовке не обнаружены дефекты усадки, в сравнении со сплошной, где они составляют около 7 %.

Для определения микропористости заготовок был использован критерий Нияма [6, 7]. Значения критерия Нияма в некоторых местах сплошной заготовки находятся в диапазоне 0,157-1,886 и в среднем составляют 0,611 единиц (рис. 3). Для плотных заготовок нормой считаются значения критерия Нияма не менее 0,85 единиц. Полученные данные показали, что нарушение сплошности заготовки при кристаллизации привело к образованию усадочной пористости.



а) б)  
Рисунок 2 – Усадка в сплошной и полой заготовке:  
а – сплошная заготовка; б – полая заготовка

а) б)  
Рисунок 2 – Микропористость в сплошной и полой заготовке:  
а – сплошная заготовка;  
б – полая заготовка

В заготовках сталей с широким интервалом кристаллизации и повышенной общей объемной усадкой ввиду большого поперечного сечения наблюдается повышенная осевая пористость. Ликвационные явления в непрерывнолитых полых заготовках получают совсем незначительное развитие в связи с малыми размерами поперечного сечения и относительно большой скоростью их кристаллизации. Кроме того, применение в качестве полупродукта для производства бесшовных труб полых заготовок имеет такие преимущества, как исключение из потока технологического передела – прошивки заготовки, а также, повышение производительности ввиду высокой скорости кристаллизации.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод. Результаты моделирования в программном комплексе SKM LVM Flow позволили выявить влияние сечения заготовки на формирование макроструктуры, при котором в сплошной заготовке наблюдалась усадка до 7 %, чего не было обнаружено на полой. Кроме того, при оценке развития микропористости в непрерывнолитой заготовке с использованием критерия Нияма было выявлено, что разливка полой заготовки

исключает развитие данного дефекта. При этом критерий Нияма в сплошной заготовке превышал значения допустимого, равного 0,85 единиц, чего не наблюдалось в полой. Таким образом, в данной статье посредством моделирования в СКМ LVM Flow доказано преимущество применения полой заготовки для дальнейшего передела в трубу по сравнению со сплошной.

#### Список литературы

1. Правосудович В.В. Дефекты стальных слитков и проката / В.В. Правосудович, В.П. Сокуренок, В.Н. Данченко и др. - М.: Интермет Инжиниринг. – 2006. – 384 с.
2. Данченко В.Н. Технология трубного производства / В.Н. Данченко, А.П. Коликов. - М.: Интермет Инжиниринг, 2002. – 640 с.
3. Воронин Ю.Ф. Атлас литейных дефектов. Чёрные сплавы / Ю.Ф. Воронин, В.А. Камаев. - М.: Машиностроение. – 2005. – 328 с.
4. <https://lvmlflow.ru>. Разработчик: ЗАО «НПО МКМ», г. Ижевск. – 2013. (дата обращения: 15.04.2019 г.).
5. Сергеева К.И. Процессы формирования структуры и комплекса свойств низколегированной трубной стали повышенной стойкости. - Автореф. дисс... канд. техн. наук. – Екатеринбург, 2012. – 24 с.
6. Kent D. Carlson and Christoph Beckermann. Prediction of Shrinkage Pore Volume Fraction Using a Dimensionless Niyama Criterion. AFS., Trans. Vol. 40A, 2009, 163-175.
7. Коротченко А.Ю. Критерии образования пористости в отливках // Литейщик России. - 2010. - № 4. – С. 43-47.

Получено 18.06.2019

---

UDC 539.4.014:624.074.433

#### **N.Zh. Zhangabay, A.B. Utelbayeva, F.R. Salimov**

Candidate of Technical Sciences of the Department: “Industrial, civil and road construction”, M. Auezov South Kazakhstan State University

Doctor of Chemical Sciences of the Department: “Chemistry”, M. Auezov South Kazakhstan State University

Master’s student of the Department: “Industrial, civil and road construction”,

M. Auezov South Kazakhstan State University

#### **THE CALCULATION OF STRENGTH OF PRELIMINARY-STRESSED GAS-OIL PIPELINES OF GREAT DIAMETER, WORKING UNDER THE PRESSURE WITH THE REGARD TO THE INFLUENCE OF EXTERNAL TEMPERATURE ENVIRONMENT**

*В статье рассмотрены и получены формулы расчета цилиндрических оболочек, усиленных высокопрочной обмоткой, с учетом температурных напряжений, которые позволяют определить кольцевые и продольные напряжения в стенке оболочки и обмотке при различных конструктивных параметрах оболочки и проволоочной обмотки.*

*Мақалада қабықшаның қабырғасындағы сақиналы және бойлық кернеуді анықтауға мүмкіндік беретін термиялық кернеулерді есепке ала отырып, жоғары берік ораммен арматураланған цилиндрлік қабықшаларды есептеуге арналған формулалар қарастырылған және шығарылған*

*The article reviewed and derived formulas for calculating cylindrical shells reinforced with high-strength winding, taking into account thermal stresses, which allow determining ring and longitudinal stresses in the wall of the shell and winding for various design parameters of the shell and wire winding.*

**Key words:** *high strength winding, cylindrical shell, temperature, volume, pressure.*

In various branches of technics in order to increase the strength of gas-oil pipelines (hereinafter, the sheath), experiencing the excessive internal pressures, the reinforcement is applied by winding a high-strength profile or wire onto the shell of the shell [1,2].

The main point of such combination sheath is to use the high strength wire for winding transferring the part of the workload to the wire winding and partially unload the wall of the shell from a less durable, in some cases more expensive material.

At the same time, with the preliminary tension of the wire filament in the wall of the shell, a preliminary voltage is created that that is opposite in sign with the workers, which creates an additional reserve of the shell carrying capacity.

Consider the stress state of a long, closed cylindrical shell of radius  $R$ , with wall thickness  $\delta^c$  under the internal pressure  $p$ , taking into account the possible temperature changes.

In accordance with the Figure 1, a wire is wound at an angle on the sheath  $\alpha$  to the longitudinal axis. The given thickness  $\delta^o$  of the winding is equal to the ratio of the cross-sectional area of the wire to the step of winding of the winding thread.

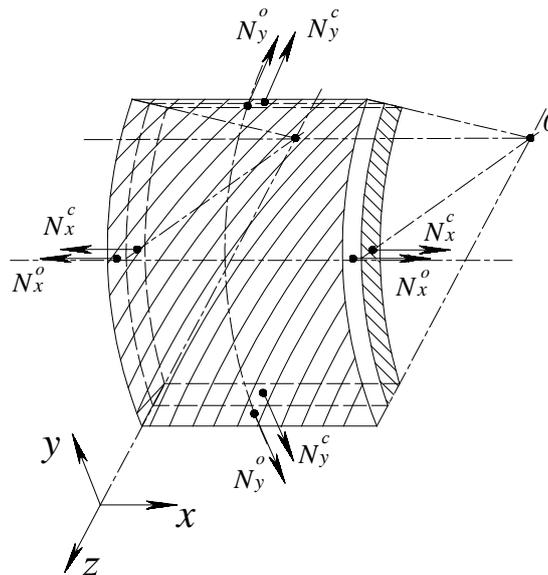


Figure – The element of the sheath with a wire thread winding at an angle  $\alpha$ .

Based on the stress formulas on the slanting platform, we define the relationship between the forces  $N_x$  and  $N_y$  in the winding layer and the relative deformations along the axis of the winding thread:

$$\begin{aligned} N_x^o &= E^o \varepsilon^o \delta^o \cos^2 \alpha, \\ N_y^o &= E^o \varepsilon^o \delta^o \sin^2 \alpha, \end{aligned} \quad (1)$$

where  $E^o$  – is an elastic modulus of the winding material,  $\varepsilon^o$  – relative deformation (lengthening).

Relative deformation of the winding element along the axes  $x$  and  $y$ , taking into account the change in temperature, we write in the form:

$$\varepsilon^o = \varepsilon_x \cos^2 \alpha + \varepsilon_y \sin^2 \alpha - \alpha^o t^o, \quad (2)$$

where  $\alpha^o t^o$  - temperature deformations in the winding.

Substituting (2) into (1), we obtain the equations of dependence between the efforts along the boundaries of the winding element and the deformations:

$$\begin{aligned} N_x^o &= E^o \delta^o \cos^2 \alpha (\varepsilon_x \cos^2 \alpha + \varepsilon_y \sin^2 \alpha - \alpha^o t^o) \\ N_y^o &= E^o \delta^o \sin^2 \alpha (\varepsilon_x \cos^2 \alpha + \varepsilon_y \sin^2 \alpha - \alpha^o t^o) \end{aligned} \quad (3)$$

In view of the symmetry of the winding, the tangential forces along the boundaries of the winding element are taken equal to zero. We take  $\varepsilon_x = \varepsilon_x^c = \varepsilon_x^o$ ,  $\varepsilon_y = \varepsilon_y^c = \varepsilon_y^o$ .

The relationship between the forces, stresses and deformations in the shell will take the form:

$$N_x^c = \frac{E^c \delta^c}{1 - \mu^2} (\varepsilon_x + \mu \varepsilon_y) - \frac{E^c \delta^c \alpha^c t^c}{1 - \mu}, \quad (4)$$

$$N_y^c = \frac{E^c \delta^c}{1 - \mu^2} (\varepsilon_y + \mu \varepsilon_x) - \frac{E^c \delta^c \alpha^c t^c}{1 - \mu},$$

$$\varepsilon_x^c = \frac{1}{E^c} (\sigma_x^c - \mu \sigma_y^c) + \alpha^c t^c, \quad (5)$$

$$\varepsilon_y^c = \frac{1}{E^c} (\sigma_y^c - \mu \sigma_x^c) + \alpha^c t^c,$$

where  $\alpha^c t^c$  – the temperature deformations in the shell wall,  $\sigma_x^c, \sigma_y^c$  – the longitudinal and annular stresses in the wall of the shell.

We assume that the wire fibre winding was wound at the same temperature of the wire and the sheath, and then their temperatures were changed to  $t^o$  and  $t^c$ .

The equilibrium condition will be:

$$N_x = N_x^c + N_x^o = \frac{pR}{2} + \frac{P_x}{2\pi R}, \quad (6)$$

$$N_y = N_y^c + N_y^o = pR,$$

where  $P_x$  - longitudinal tensile force.

Substituting the expressions (3) and (4) into equation (6), we obtain the system of equations for determining the deformation  $\varepsilon_x$  and  $\varepsilon_y$ :

$$\begin{aligned} \varepsilon_x \left( E^o \delta^o \cos^4 \alpha + \frac{E^o \delta^o}{1 - \mu^2} \right) + \varepsilon_y \left( E^o \delta^o \cos^2 \alpha \sin^2 \alpha + \mu \frac{E^c \delta^c}{1 - \mu^2} \right) &= \\ = \frac{pR}{2} + \frac{P_x}{2\pi R} + \frac{E^c \delta^c \alpha^c t^c}{1 - \mu} + E^o \delta^o \alpha^o t^o \cos^2 \alpha; & \\ \varepsilon_x \left( E^o \delta^o \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha + \mu \frac{E^c \delta^c}{1 - \mu^2} \right) + \varepsilon_y \left( \frac{E^c \delta^c}{1 - \mu^2} + E^o \delta^o \sin^4 \alpha \right) &= \\ = pR + \frac{E^c \delta^c \alpha^c t^c}{1 - \mu} + E^o \delta^o \alpha^o t^o \sin^2 \alpha. & \end{aligned} \quad (7)$$

We introduce the notation:

$$A = \frac{pR}{2} + \frac{P_x}{2\pi R} + \frac{E^c \delta^c \alpha^c t^c}{1 - \mu} + E^o \delta^o \alpha^o t^o \cos^2 \alpha,$$

$$B = pR + \frac{E^c \delta^c \alpha^c t^c}{1 - \mu} + E^o \delta^o \alpha^o t^o \sin^2 \alpha.$$

And solve the system of equations (7) according to  $\varepsilon_x$  and  $\varepsilon_y$ :

$$\varepsilon_x = \frac{A \left( E^o \delta^o \sin^4 \alpha + \frac{E^c \delta^c}{1 - \mu^2} \right) - B \left( E^o \delta^o \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha + \mu \frac{E^c \delta^c}{1 - \mu^2} \right)}{\frac{E^c \delta^c}{1 - \mu^2} \left[ E^o \delta^o (\cos^4 \alpha + \sin^4 \alpha - 2\mu \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha) + E^c \delta^c \right]}; \quad (8)$$

$$\varepsilon_y = \frac{B \left( E^o \delta^o \cos^4 \alpha + \frac{E^c \delta^c}{1 - \mu^2} \right) - A \left( E^o \delta^o \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha + \mu \frac{E^o \delta^o}{1 - \mu^2} \right)}{\frac{E^c \delta^c}{1 - \mu^2} \left[ E^o \delta^o (\cos^4 \alpha + \sin^4 \alpha - 2\mu \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha) + E^c \delta^c \right]}. \quad (9)$$

Strains are determined by the expressions:

$$\sigma_x^c = \frac{E^c}{1 - \mu^2} (\varepsilon_x + \mu \varepsilon_y) - \frac{E^c \alpha^c t^c}{1 - \mu}; \quad (10)$$

$$\sigma_y^c = \frac{E^c}{1 - \mu^2} (\varepsilon_y + \mu \varepsilon_x) - \frac{E^c \alpha^c t^c}{1 - \mu}; \quad (11)$$

$$\sigma^o = E^o (\varepsilon_x \cos^2 \alpha + \varepsilon_y \sin^2 \alpha - \alpha^o t^o). \quad (12)$$

Substituting the values (8) and (9) into (10), (11) and (12), we obtain the expanded formulas for determining the stresses in the winding and the wall of the shell:

$$\sigma_y^c = \frac{\frac{P_x}{2\pi R} \sin^4 \alpha [\mu \sin^2 \alpha - \cos^2 \alpha] + \frac{pR}{2} [2 \cos^4 \alpha + \mu \sin^4 \alpha - \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha (2\mu + 1)]}{\delta^c \left( \sin^4 \alpha + \cos^4 \alpha - 2\mu \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha + \frac{E^c \delta^c}{E^o \delta^o} \right)} \quad (13)$$

$$+ 2 \frac{E^c \delta^c}{E^o \delta^o} \left] + E^c \delta^c \sin^2 \alpha (\alpha^o t^o - \alpha^c t^c) \right];$$

$$\sigma^o = \frac{\frac{P_x}{2\pi R} (\cos^2 \alpha - \mu \sin^2 \alpha) + \frac{pR}{2} [(1 - 2\mu) \cos^2 \alpha + (2 - \mu) \sin^2 \alpha] - E^c \delta^c (\alpha^o t^o - \alpha^c t^c)}{\delta^c \left[ \sin^4 \alpha + \cos^4 \alpha - 2\mu \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha + \frac{E^c \delta^c}{E^o \delta^o} \right]}; \quad (14)$$

The best results during the designing of cylindrical shells with wire winding when wrapping at an angle can be achieved by selecting the parameters of the materials of the sheath and the winding, since the ratio of elastic modulus, the coefficients  $\alpha^c$  и  $\alpha^o$ , and the strength limitations and the yield strength significantly affect to the bearing capacity and the weight of the combined sheath.

The formulas for calculating - the stress component in the shell and in the winding with ring winding ( $\alpha = 90^0$ ) can be obtained as a special case of formulas (13) and (14). Then:

$$\sigma_x^c = \frac{1}{2\delta^c} \left( pR + \frac{P_x}{\pi R} \right); \quad (15)$$

$$\sigma_y^c = \frac{pR \left( \frac{\mu}{2} + \frac{E^c \delta^c}{E^o \delta^o} \right) + \frac{\mu P_x}{2\pi R} + E^c \delta^c (\alpha^o t^o - \alpha^c t^c)}{\delta^c \left( 1 + \frac{E^c \delta^c}{E^o \delta^o} \right)}; \quad (16)$$

$$\sigma^o = \frac{pR \left( 1 - \frac{\mu}{2} \right) + \frac{\mu P_x}{2\pi R} - E^c \delta^c (\alpha^o t^o - \alpha^c t^c)}{\delta^c \left( 1 + \frac{E^c \delta^c}{E^o \delta^o} \right)}. \quad (17)$$

In wrapping at an angle  $\alpha = 90^0$  by changing the thickness of the layer of winding and the degree of pre-stress, you can unload the shell from annular stresses  $\sigma_y^c$ , in order to align them with the longitudinal stresses  $\sigma_x^c$  and achieve the equal strength of structures. The destruction of the shell with an increase in pressure will occur in the transverse direction, and an additional increase in the thickness of the shell does not lead to an increase in strength.

The obtained formulas for calculating the cylindrical shells, the reinforced by high-strength winding, taking into account the thermal stresses, allow to determine the ring and longitudinal stresses in the wall of the shell and the winding for various design parameters of the shell and wire winding.

#### Literature

1. Belenya E.I., Astryab S.M., Ramazanov E.B. Pre-stressed metal sheet construction. – M.: Stroyizdat, 1979. – 192 p.
2. Voevodin A.A. Pre-stressed systems of structural elements. – M.: Stroyizdat, 1989. – 298 p.

Получено 18.06.2019

УДК 504.05:62/69

**В.В. Запасный, Д.А. Асанов, Г.Н. Садуакасова**

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

**О.А. Ткаченко**

ТОО «Лаборатория-Атмосфера», г. Усть-Каменогорск

**Е.В. Запасный**

ЗАО «Белоцерковская ТЭЦ», г. Белая Церковь, Украина

#### ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ НАЛИЧИЯ СЕРОВОДОРОДА В ДЫМОВЫХ ГАЗАХ ОТ КОТЛОВ, СЖИГАЮЩИХ ЛУЗГУ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА МАСЛОЗАВОДЕ АО «МАЙ»

*В статье представлен анализ некомпетентных действий и факторов при замерах выбросов с дымовыми газами сероводорода и его наличия при использовании газоанализатора «Testo 350» на котлах сжигающих лузгу подсолнечника, на маслозаводе АО «Май», г. Усть-Каменогорск. Это привело к недостоверным выводам в ходе государственной экологической проверки. В результате исследований и контрольных замеров, выполненных газоанализатором «Полар», установлено, что электрохимические газоанализаторы могут выдавать недостоверные данные. Доказано, что при сжигании подсолнечной лузги сероводород в дымовых газах отсутствует.*

*Мақалада күкіртсутектің түтін газдарымен шығарындыларды өлшеу кезіндегі компетентті емес әрекеттер мен факторларды талдау және «Май» АҚ, Өскемен қ. май зауытындағы күнбағыс тұн-*

дырғысын жағатын қазандықтарда «Testo 350» газталдағышын пайдалану кезінде оның болуы ұсынылған. Бұл мемлекеттік экологиялық тексеру барысында дұрыс емес тұжырымдарға әкеп соқты. «Полар» газталдағышымен орындалған зерттеулер мен бақылау өлшеулерінің нәтижесінде электрохимиялық газталдағыштар дұрыс емес деректерді бере алады. Күнбағыс майын жағу кезінде түтін газдарында күкіртті сутегі жоқ екендігі дәлелденген.

*The article presents the analysis of incompetent actions and factors when measuring emissions with flue gases of hydrogen sulfide and its presence when using the gas analyzer «Testo 350» on boilers burning sunflower husks at the oil plant of JSC «May», Ust-Kamenogorsk. This led to unreliable conclusions in the course of the state environmental audit. As a result of studies and control measurements performed by the «Polar» gas analyzer, it was found that electrochemical gas analyzers can produce inaccurate data. It is proved that when burning sunflower husks hydrogen sulfide in flue gases is absent.*

**Ключевые слова:** котлоагрегат, сероводород, лузга подсолнечника. электрохимический газоанализатор.

Мониторингом санитарного состояния атмосферного воздуха в Республике Казахстан занимается РГП «Казгидромет» за счет бюджетных средств, оно является государственным монополистом согласно статье 145-2 [1]. В г. Усть-Каменогорске мониторинг осуществляется им на пяти стационарных и двух автоматизированных постах наблюдения по диоксиду азота, диоксиду серы, оксиду углерода, взвешенным частицам, свинцу, хлору, сероводороду и озону. Автоматизированные посты с японскими газоанализаторами «Horiba» позволяют осуществлять контроль в непрерывном режиме.

При обнаружении экстремально высокой загрязненности воздуха РГП «Казгидромет» извещает государственные контролирующие органы и выезжает на место для проверки достоверности показаний автоматической станции путем отбора проб воздуха и проведения анализов химическим методом.

Маслозавод АО «Май» расположен в селитебной зоне г. Усть-Каменогорска и является одним из крупнейших производителей подсолнечного рафинированного масла. В 2016 году РГП «Казгидромет» установил недалеко от промышленной площадки этого завода автоматизированный пункт наблюдения загрязнения атмосферы (ПНЗ-2), который с марта 2017 года периодически начал фиксировать экстремально высокое загрязнение атмосферного воздуха сероводородом. В Республике Казахстан для сероводорода установлены следующие гигиенические показатели: ПДКм.р. – 0,008 мг/м<sup>3</sup>, 2 класс опасности [2].

В связи с наличием собственной котельной на территории завода на котлах №№ 1 и 2, сжигающих лузгу подсолнечника (зеленая экономика), руководство РГУ «Департамент экологии по Восточно-Казахстанской области» инициировало внеплановую экологическую проверку АО «Май» на предмет возможных несанкционированных выбросов от них сероводорода.

Специалистами испытательной лаборатории отдела лабораторно-аналитического контроля РГУ «Департамент экологии по ВКО» (аттестат аккредитации № KZ.И.07.1162 от 21.06.2016 г.) были выполнены контрольные инструментальные замеры сероводорода и других ингредиентов в выбросах с дымовыми газами от этих котлов в 2017 году с использованием электрохимического газоанализатора «Testo 350» сторонней организации. По результатам инструментальных измерений выявили содержание сероводорода в количестве от 11,93 до 33 мг/м<sup>3</sup>.

В согласованном проекте нормативов предельно допустимых выбросов предприятия сероводород от котельного цеха не был учтен, так как он не подлежит определению при сжигании топлива в котельных и ТЭЦ на основании утвержденной методики расчета [3].

Следует отметить, что наличие сероводорода в выбросах с дымовыми газами при сжигании лузги подсолнечника и других растительных отходов не подтверждается мировой практикой. Например, на Украине, активно использующей растительное сырье в энергетике, наличие сероводорода в выбросах с дымовыми газами отсутствует [4].

Сероводород (H<sub>2</sub>S) – горючий бесцветный газ с характерным запахом тухлых яиц. Температура его самовоспламенения 260 градусов. Он термически неустойчив (при температурах выше 400 °С разлагается на простые вещества – S и H<sub>2</sub>). При более высоких температурах производственных процессов, включающих наличие сероводорода, он сгорает с образованием диоксида серы и воды. Сероводород может участвовать в окислительных реакциях с SO<sub>2</sub>, S, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. В присутствии окси-

дов азота сероводород в газовой фазе окисляется с образованием  $\text{SO}_2$  или  $\text{H}_2\text{SO}_4$  [5].

Период сохранения сероводорода в относительно чистом воздухе составляет два дня, а в загрязненной городской атмосфере – около 2-х часов. Кислород довольно быстро реагирует с сероводородом, окисляя его до сульфатов, которые убивают анаэробные бактерии, производящие сероводород.

В природе это вещество в небольших количествах содержится в природном газе, входит в состав попутного нефтяного газа и имеется в кишечных газах людей и млекопитающих. Образуется сероводород там, где гниют белки, содержащие цистеин или метионин. В городах источником его выделения являются неработающие или плохо работающие очистные сооружения предприятий, городской канализации, свалки ТБО, а также пункты слива ассенизаторных машин.

В промышленности выделение сероводорода в атмосферу происходит при очистке нефти, природного и коксового газа [6].

В табл. 1 представлены результаты инструментальных измерений газоанализатором «Testo 350» испытательной лабораторией РГУ «Департамента экологии по ВКО» содержания загрязняющих веществ в дымовых газах от котлоагрегатов АО «Май».

Таблица 1  
Результаты инструментальных измерений газоанализатором «Testo 350»

Дата отбора проб	№ котло-агрегата	Концентрация вредных веществ в дымовых газах, мг/м <sup>3</sup>					Объем дымовых газов, м <sup>3</sup> /ч	Температура дымовых газов, °С
		H <sub>2</sub> S	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	зола		
01.03.17	1	33	180,2	3,28	6222,5	-	54000	121
03.04.17	1, 3	19,5	237,4	1,64	4979	-	82900	-
07.04.17	1, 3	12	634,9	1,64	4556,3	-	72600	-
24.04.17	1, 4	19,5	483,3	1,64	117,5	174,1	56900	192
26.04.17	1, 4	18	400,4	1,64	110	-	52900	-
05.05.17	2, 4	-	938,1	-	916,3	-	77700	-
10.05.17	2, 4	-	534,8	-	175	-	51000	-
21.06.17	2	11,93	-	1,10	85	-	54200	107

По результатам выполненных измерений возникли следующие вопросы:

1. Ни одним нормативным документом не регламентируется наличие в дымовых газах сероводорода при сжигании любого вида топлива, так как это противоречит логике – сероводород сгорает.

2. Фактически требования инструкций [7] при проведении замеров сотрудниками испытательной лаборатории департамента экологии не выполнялись, показания с прибора снимались максимальные, интервал их определения не выдерживался. Замеры дублировались два раза, при минимально необходимом три.

3. Использовался чужой электрохимический газоанализатор «Testo 350», не адаптированный к измеряемому виду газов.

В связи с изложенным полученные уполномоченным государственным органом результаты измерений содержания сероводорода в дымовых газах на основании постановления специализированного административного суда г. Усть-Каменогорска № 3ж-309-17 от 16.08.2017 года были аннулированы.

Используемые электрохимические газоанализаторы при замерах содержания вредных веществ в газах не являются универсальными приборами. Они разрабатываются и адаптируются для производств, широко используемых в промышленности с учетом стабильного комплекса выделяемых ими вредных веществ. Однако их производители часто об этом умалчивают.

Принцип действия электрохимического газоанализатора базируется на электрохимическом методе определения концентраций. В качестве чувствительного элемента применяется электрохими-

ческий сенсор. Анализируемый газ поступает через проницаемую мембрану в сенсор, где происходит окислительно-восстановительная реакция с участием компонента, концентрация которого определяется. Сила тока, возникающая при этом, прямо пропорциональна массовой концентрации определяемого компонента. Однако кроме него на процесс измерения могут влиять и другие вещества, содержащиеся в газовой пробе, близкие к определяемому веществу по химической природе. Возникает так называемая перекрестная чувствительность – влияние одного измеряемого компонента на выходной сигнал датчика другого, а также чувствительность к другим попутным компонентам. Такая перекрестная чувствительность может исказить результаты при измерении родственных групп веществ.

Например, если в процессе замеров газоанализатор показывает наличие сероводорода в выбросах, но при этом показания не стабилизировались, а по другим газам стабилизация наблюдалась, то это подтверждает, что прибор при определении сероводорода реагировал и на другие вещества, содержащиеся в газовой фазе, согласно требованиям [8]. То есть происходила перекрестная чувствительность датчиков, когда один измеряемый компонент влияет на показания датчика другого компонента.

Если показания  $SO_2$  и/или  $H_2S$  не соответствуют ожидаемым на дисплее данным, то причиной может быть неадекватность требуемым значениям в газоанализаторе компенсационного газа или изменение со временем коэффициента компенсации. Газоанализатор поверяют и настраивают, используя соответствующие поверочные газовые смеси, так, для определения сероводорода их разработано около 40 образцов [9].

Следовательно, применение электрохимических газоанализаторов на новых, неадаптированных к ним газах возможно только для ориентации по качеству анализов, но не допустимо их использование при выполнении контрольных замеров государственными инспекциями.

Предприятием было принято решение об организации контрольных инструментальных измерений на котлах для установления наличия или отсутствия сероводорода при сжигании подсолнечной лузги. В соответствии с методикой [8] аналитическая лаборатория ТОО «Лаборатория-Атмосфера» (аттестат аккредитации № KZ.И.07.0215 от 25.12.2013 г.) выполнила замеры газоанализатором «Полар» (свидетельство о поверке № 14408-171, действительно до 21.05.2018 г.). Результаты инструментальных измерений представлены в табл. 2.

Таблица 2

*Результаты инструментальных измерений ТОО «Лаборатория-Атмосфера»  
газоанализатором «Полар»*

Дата отбора проб	№ котло-агрегата	Концентрация вредных веществ в дымовых газах, мг/м <sup>3</sup>					Объем дымовых газов, м <sup>3</sup> /ч	Температура дымовых газов, °С
		H <sub>2</sub> S	SO <sub>2</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	CO		
28.08.17 г.	2	н/о	3	72	5	354	42100	198
13.10.17 г.	2	н/о	5	87	6	311	44700	230
17.10.17 г.	2	н/о	4	78	8	375	40300	202
14.12.17 г.	2	н/о	4	86	6	449	44600	223
21.12.17 г.	2	н/о	2	68	7	425	47200	241
25.12.17 г.	2	н/о	5	79	8	483	42900	198
12.01.18 г.	1	н/о	4	61	6	441	49200	210
12.01.18 г.	1	н/о	3	66	7	420	53800	216
12.01.18 г.	1	н/о	3	58	5	397	56800	195
16.01.18 г.	1	н/о	4	62	4	416	55400	211

Результаты показали полное отсутствие сероводорода в дымовых газах от котлов при наличии оксидов азота и углерода.

Отсутствие сероводорода в дымовых газах от котлов, сжигающих лузгу подсолнечника, подтвердили и контрольные замеры, выполненные департаментом экологии при очередной внеплановой проверке с использованием газоанализатора «Полар». Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

*Результаты замеров газоанализатором «Полар», выполненных сотрудниками РГУ  
«Департамента экологии по ВКО»*

Дата отбора проб	№ котло-агрегата	Концентрация вредных веществ в дымовых газах, мг/м <sup>3</sup>				Объем дымовых газов, м <sup>3</sup> /ч	Температура дымовых газов, °С
		H <sub>2</sub> S	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO		
20.12.17 г.	1, 4	н/о	529	112,8	118,75	70100	99,4
21.12.17 г.	1, 4	н/о	429	110,7	130	70500	99,6

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

1. Применение электрохимических газоанализаторов для анализов дымовых газов с неизвестным их химическим составом при сжигании нетрадиционных видов топлива без специальной адаптации не допустимо.

2. При аргументированном несогласии представителей проверяемого предприятия с полученными результатами инструментальных замеров электрохимическим газоанализатором содержания вредных веществ в дымовых газах инспекция должна выполнить контрольные замеры другим газоанализатором или химическим методом вместо продолжения некорректных измерений для предъявления штрафов.

#### Список литературы

1. Кодекс Республики Казахстан № 212-III от 09.01.2007 года «Экологический кодекс Республики Казахстан» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 15.01.2019 г.).
2. Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан «Об утверждении Гигиенических нормативов к атмосферному воздуху в городских и сельских населенных пунктах» № 168 от 28.02.2015 г.
3. Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для тепловых электростанций и котельных. Приложение № 3 к приказу Министра окружающей среды и водных ресурсов Республики Казахстан № 221-Ө от 12.06.2014 г.
4. Технологические нормативы допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух с котельных, работающих на шелухе подсолнечника. Приказ Министерства экологии и природных ресурсов Украины № 23 от 22.01.2016 г.
5. Хомченко И.Г. Общая химия. – М.: Химия, 1987. – 464 с.
6. Глинка Н.Л. Общая химия. Учеб. пособие для вузов. – Изд. 30-е, исправл. – М.: Интеграл-Пресс, 2003. – 728 с.
7. Testo 350. Combustion & Emission Analyzer. Instruction manual.
8. Методика выполнения измерений содержания загрязняющих веществ в промышленных выбросах и в воздухе рабочей зоны с применением газоанализаторов типа «Полар» и «Полар-2» ПЭП-МВИ-001-1. Метрологически аттестована РГП «КазИнМетр».
9. РД 153-34.1-11.353-2001. Методика выполнения измерений массовых выбросов загрязняющих веществ от котельных установок с применением газоанализаторов с электрохимическими датчиками. Разработана акционерным обществом открытого типа «Всероссийский теплотехнический научно-исследовательский институт».
10. Закон Республики Казахстан № 53-II от 07.06.2000 года «Об обеспечении единства измерений».

Получено 18.06.2019

МРНТИ 66.017

**D.S. Kabdullina, M.T. Torekhanova**Eastem Kazakhstan Technical University, Ust Kamenogorsk,  
Kazakhstan**INVESTIGATION OF SURFACE LAYER PROPERTIES DURING DEPOSITION WELDING OF  
I0X17H8C5Г2Т AND I0X19H9C5M2PГТ METALS WITH DILATOMETRIC METHOD**

*Исследования выполняли на дифференциальном dilatometре Шевенара при нагреве и охлаждении в защитной среде аргона, целью которых является изучение структурной чувствительности сплавов к последующему нагреву и охлаждению.*

*Зерттеулер Шевенардың дифференциалды dilatometрінде аргонның қорғаныс ортасында қыздыру және суыту кезінде қорытпалардың келесі қыздыруға және салқындатуға құрылымдық сезімталдығын зерттеу мақсатында жүргізілді.*

*Investigations were carried out on a differential dilatometer of Shevenar during heating and cooling in a shielding medium of argon in order to studying a structural sensitivity of alloys to the subsequent heating and cooling.*

Sintered welding rods ПП-АН133 (type 10X17H8C5Г2Т), ПП-АН157 (type 10X19H9C5M2PГТ) are applied for deposition of wear resistant surfaces in pipeline valves. Current investigations and past experience in applications of such steels show that hard clad surfaces demonstrate also higher scuffing resistance properties. However, their cracking resistance as well as technological effectiveness are decreasing especially at hardness over 45HRC.

During the operation of valves with components fabricated by deposition welding technology with heat treatment, cracks and other defects may occur that could result in leaks.

According to industry standard 5.9937-84, the metal, which is deposited on sealing surfaces of fittings is subjected to annealing at temperatures of 650 ° and 850 °C within 2-3 hours depending on a grade of a base metal. The deposited sealing surfaces of thermal and power fittings are also influenced by the long thermal loads at temperatures up to 600 °C. Therefore it is important to know how such temperatures effect a structure and properties of various alloys.

Investigations were carried out on a differential dilatometer of Shevenar during heating and cooling in a shielding medium of argon in order to studying a structural sensitivity of alloys to the subsequent heating and cooling.

Specimens for dilatometric tests were made of both metals I0X17H8C5Г2Т and I0X19H9C5M2PГТ types which is deposited with a sintered welding rod type PP-AN I33 and PP-AN I57 in argon environment.

In this regard, in the course of these investigations, annealing of the deposited metal was imitated immediately on a dilatometer by heating and holding specimens at a given temperature. Heating rate of specimens was 2.5-3.3 °C/min. while the cooling rate was 40 °C/min.

The dilatometric curves were produced for all modes of heating, which allow to determine the basic and structural transformation parameters and also to define coefficients of thermal expansion.

Dilatometric curves of the deposited metal in a reference state as a result of the continuous heating to 1000 °C are given in figure 1.

In the course of the continuous heating in the range of temperatures of 600-800 °C decrease of the volume (length) of specimens is observed that demonstrates course of transformation. It was observed that cooling curves don't return to their initial point and the hysteresis is observed, demonstrated non-reversibility of transformation.

For the built-up metal of the I I0X17H8C5Г2Т type, the volume effect and a hysteresis are more pronounced than for the built-up of the I0X19H9C5M2PГТ metal. This demonstrates more intensive course of phase changes.

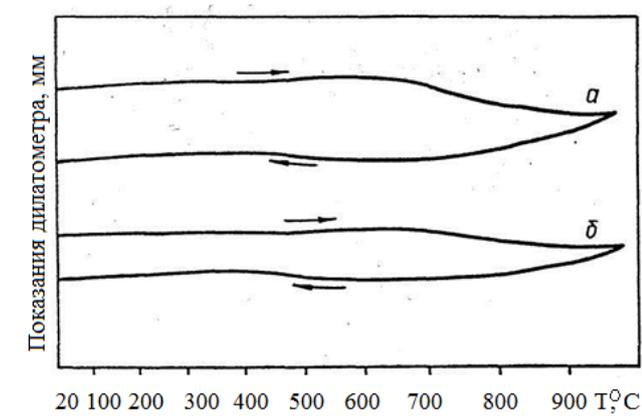


Figure 1 – Dilatometric curves during heating and cooling specimens of the deposited metal:  
a – for I0X19H9C5M2PTT; b – for I0X17H8C5Г2T

Annealing at 650 °C is followed by decrease of length and a hysteresis when cooling (figure 2).

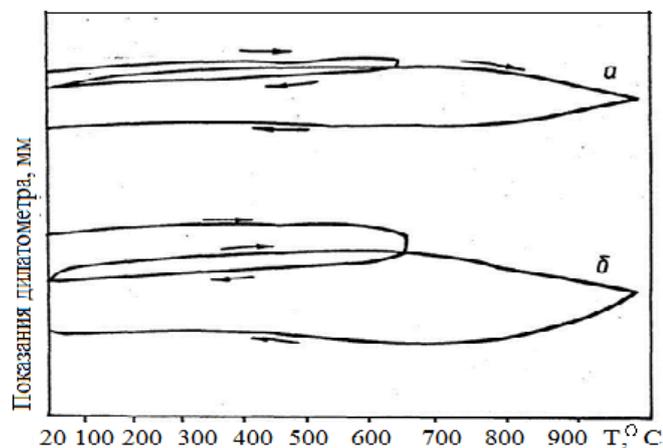


Figure 2 – Dilatometric curves during the aging (650 °C, 3 hours) and the subsequent heating and cooling of deposited specimens:  
a – for I0X19H9C5M2PTT; b – for I0X17H8C5Г2T

For metal of the I0X19H9C5M2PTT type their size is two to three times less, than for metal of the I0X17H8C5Г2T type. At the subsequent continuous heating decrease of length is observed at a temperature above 650 °C. It proves that at a temperature of annealing of 650 °C the equilibrium structure isn't reached yet.

When annealing 850 °C decrease of length and a hysteresis when cooling (figure 3) is also observed. However, in this case dilatometric effects are almost identical to both types of the built-up metal. As a result of annealing at 850 °C the structure of the built-up metal is stabilized also when reheating up to 1000 °C and cooling dilatometric curves return to an initial point (figure 3).

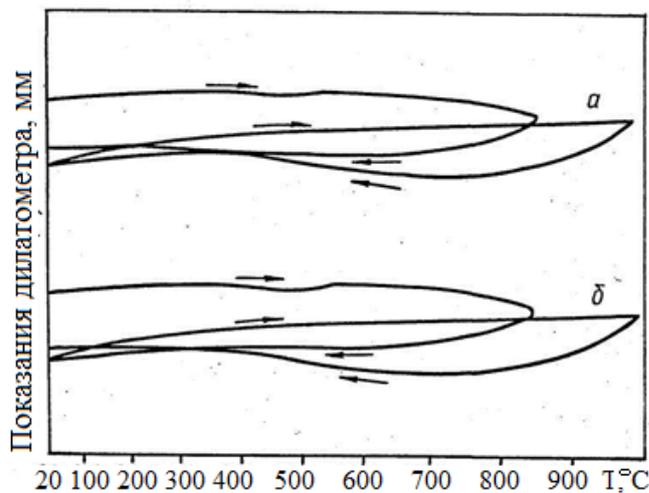


Figure 3 – Dilatometric curves during aging (at 850 °C for 3 hours) and the subsequent heating and cooling of deposited specimen:  
a – for I0XI9H9C5M2PGT; b – for I0XI7H8C5Г2T

It is characteristic that dilatometric curves have a small inclination up, and the coefficient of thermal expansion increases (table 1) a little. It is result of the fact that in the course of the annealing at 850 °C along with selection from a solid solution of secondary phases, there is a partial transformation  $\alpha \rightarrow \gamma$ . In the course of the annealing at 650 °C along with selection from a solid solution of secondary phases, there is a partial transformation  $\alpha \rightarrow \gamma$ .

In the course of the annealing at 650 °C transformation  $\alpha \rightarrow \gamma$  doesn't happen also coefficient of thermal expansion or doesn't change (I0XI7H8C5Г2T), or changes slightly (I0XI9H9C5M2PGT).

According to a X-ray diffraction analysis the structure of the built-up I0XI7H8C5Г2T metal in a reference state consists of austenite (50%) and the ferrite (50%) alloyed by silicon. After the annealing at temperature of 650 °C and 850 °C in alloy there is a selection of the complex Cr<sub>3</sub>Ni<sub>5</sub>Si<sub>2</sub> silicide.

The structure of the built-up I0XI9H9C5M2PGT metal consists of austenite, ferrite of 15-20%, the borid eutectic consisting generally of borides of the type Ni<sub>4</sub>B<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>B and insignificant amount of CrSi<sub>2</sub> silicide. After the annealing at temperature of 650 °C, phase changes in alloy don't occur. At temperature increase of annealing up to 850 °C in structure there are phase changes that lead to emergence in structure of alloy of a small amount of silicide of Ni<sub>5</sub>Si<sub>2</sub> type.

After the long (1000 hours) time of aging at temperature of 650 °C in structure of the built-up metal of the I0XI7H8C5Г2T type, appearance of sigma - phases and increase in amount of silicates of Ni<sub>2</sub>Cr<sub>6</sub>(5) type (5) Si, and in the built-up I0XI9H9C5M2PGT metal – a sigma - CrNiFeMo and increase phases of amount of Ni<sub>5</sub>Si<sub>2</sub>B silicides was observed.

On the dilatometric curve received at the continuous heating to 1000 °C of metal of the I0XI9H9C5M2PGT type, a past the long-lived an aging the considerable decrease of a testing length in the range of temperatures 650 ° -850 °C and the greatest hysteresis (figure 4) and also decrease in coefficient of thermal expansion (tab. 1) is observed.

It demonstrates that in the course of an aging at 600 °C temperature in the built-up I0XI9H9C5M2PT metal phase changes occur not in full.

Table 1

Values of average coefficient of thermal expansion of the deposited metal,  $\alpha \times 10^{-6}$  built up metal

Built-up metal	Mode of heating of an exemplar	Temperature, T°C								
		100	200	300	400	500	600	700	800	900
I0XI9H9C5M2PГT	The continuous heating in an outcome of nomas a state	12,8	13,9	14,4	14,6	15,4	15,8	16,0	16,2	16,5
	Heating to 650 °C, endurance the 3rd hour.	14,1	14,3	14,4	14,6	15,4	15,9			
	The continuous heating after endurance of 650 °C	14,1	14,5	14,7	14,9	15,5	15,9	16,3	16,5	16,7
	Heating to 850 °C, endurance 3 hours	14,1	13,9	14,3	14,4	15,1	15,6	15,9	16,2	
	The continuous heating after endurance of 850 °C	15,0	15,1	15,2	15,3	15,9	16,3	16,7	17,1	17,5
	The continuousheating after an aging of 600 °C, 1000 hour	13,2	13,6	13,8	14,0	14,6	15,0	15,3	15,3	15,2
I0XI7H8C5Г2T	The continuous heating in an outcome of nomas a state	13,4	13,9	14,2	14,4	15,1	15,7	16,0	16,4	16,7
	Heating to 650 °C, endurance the 3rd hour.	14,5	14,3	14,6	14,7	15,3	15,7			
	The continuous heating after endurance of 650 °C	15,5	14,7	15,2	15,2	15,8	16,1	16,5	16,6	16,7
	Heating to 850 °C, endurance 3 hours	14,1	14,3	14,3	14,4	15,1	15,7	16,2	16,7	
	The continuous heating after endurance of 850 °C	15,0	15,1	15,2	15,3	15,9	16,3	17,1	17,4	17,5
	The continuousheating after an aging of 600 °C, 1000 hour	15,0	14,7	14,9	14,9	15,5	15,9	16,2	16,5	16,6

In I0XI7H8C5Г2T alloy phase and structural transformations in the course of an aging at temperature of 600°C proceed more intensively and therefore on a dilatometric curve of the continuous heating of the exemplar which underwent aging, not so considerable changes, and the coefficient of thermal expansion practically doesn't change.

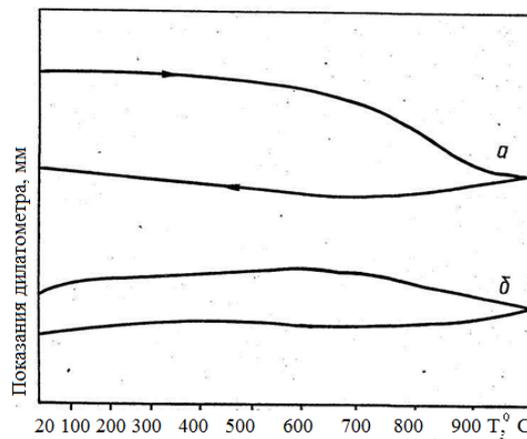


Figure 4 – Dilatometric curves when heating and cooling exemplars of naplavka after preliminary an aging of 600 °C, 1000 hours: a – for I0XI9H9C5M2PГT; b – for I0XI7H8C5Г2T

## Referents

1. Stepin V.S., Starchenko E.G., Andreyev A.A. Application of the disperse hardening Cr-Ni-Si staly for elements of locks and building up of sealing surfaces of fittings of thermal power plant and the NPP//Armature engineering, 2006. - No. 3 - Page 66-68
2. Lopukhov Yu.I. A doping nitrogen as a way suppression a sigma - phases in the built-up metal for an energy saving inventory.//Problems of pollution of territories. Materials of the international Kazakhstan-Russian scientific and practical conference. Part 3, Ust-Kamenogorsk, VKGTU, 2004. – Page 118-121.

Получено 18.06.2019

---

МФТАА 29.03

**Н. Кантай**

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

**Н.К. Касмамытов**

ҚР ҰҒА Физикалық-техникалық мәселелер және материалтану институты,  
Бішкек қ., Қырғызстан

**Б.К. Рахадиллов**

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

**М. Пошковский**

Вроцлав ғылым және технологиялар университеті, Вроцлав қ., Польша

**Б.М. Муратбеков**

Назарбаев зияткерлік мектебі, Өскемен қ., Қазақстан

**ЖОҒАРЫ ТЕМПЕРАТУРАНЫҢ КЕРАМИКАНЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ  
ЖӘНЕ МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТІНЕ ӘСЕРІ**

*Қырғызстанның жергілікті шикізатынан жоғарывольтты фарфорлы керамика алынды, температураның физикалық және механикалық қасиеттеріне және керамиканың құрылымдық-фазалық өзгеруіне әсері зерттелді.*

*Получена высоковольтная фарфоровая керамика из местного сырья Кыргызстана, изучено воздействие температуры на физические и механические свойства и структурно-фазовое изменение керамики.*

*High-voltage porcelain ceramics has been obtained from local raw materials of Kyrgyzstan, the influence of temperature on physical and mechanical properties and structural-phase change of ceramics has been studied.*

**Түйін сөздер:** керамика, механикалық қасиет, фазалық алмасу, Мулит.

Электр энергиясын кеңінен тасымалдау және қауіпсіз пайдалануда электр окшаулағыш жоғарывольттық фарфорлы керамикалардың (ЖФК) атқарар рөлі зор. Жоғарывольттық фарфорлы керамикалар механикалық қасиеттерінің жоғары болуымен қатар, жоғары кернеулерді окшаулағыштық қасиетке ие болуы өте маңызды [1-2]. Қазіргі кезде көптеген жоғары кернеуді окшаулағыштар талапқа сай келе бермейді, соның салдарынан қауіпсіздік шаралары бұзылып, өрт апаттары жиі орын алады. Сондай-ақ, электр тоғының шығындары экономикалық жағынан тиімсіздік тудыруда. Осы мәселені шешу үшін соңғы онжылдықта ЖФК-ның күрделі ішкі микроқұрылымдық-фазалық өзгерісін зерттеп, қызметтік қасиетін жақсарту ғалымдардың негізгі зерттеу бағыттарының біріне айналды. Композицияның күрделілігіне байланысты фарфордың фазалық және микроқұрылымдық эволюциясын түсіну кезінде қиындықтар туындайды [3-5]. Фарфор үшін пайдаланылатын шикізатты үш топқа бөлуге болады. Фарфордың құрамында саз балшық бөлшектердің мөлшерін қамтамасыз етеді және жақсы пластикалықты қалыптастырады.

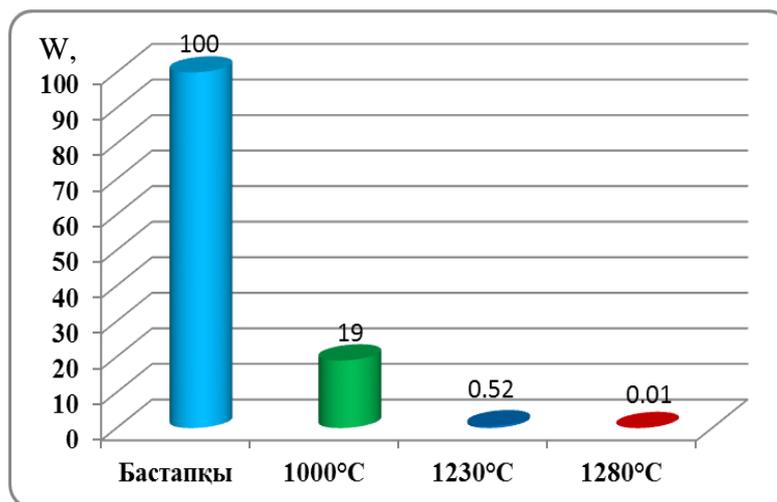
Дала шпаты ағын ретінде әсер етеді, жоғары температурада тұтқыр сұйықтық бөліп және витрификацияға арналған қосалқы ортаны құруға көмектеседі. Дала шпаты жер қыртысының шамамен 60 % құрайтын әлемдік минералдың ірі тобы болып табылады және көптеген елдерде магмалық, метаморфтық және шөгінді ретінде кездеседі [6].

Кварц, әдетте, төмен температурада күйдіру кезінде енжар болып, жоғары температурада тұтқыр сұйықтық қалыптастырады. Сондықтан тиісті шикізатты таңдаған кезде соңғы өнімнің қасиеттерін ескеру қажет. Қажетті шыны тәрізді фазаны алу үшін жеткілікті мөлшерде дала шпаты керек. Барлық дәстүрлі керамикада кварц шөгуді азайту үшін қолданылады. ЖФК – кремний мен алюминий оксидтерінен тұратын күрделі қоспа. Оксидтердің салыстырмалы пайыздық мөлшерінің дәрежесі оның қасиетіне әсерін тигізеді, бұл қосымша зерттеуді қажет етеді. Сол себепті жоғары температураның керамиканың физикалық және механикалық қасиетке әсерін зерттеу мақсаты қойылды.

*Зерттеу материалы және нәтижелер.* Жоғарывольттық фарфорлы керамика дайындауда Қырғызстан Республикасының жергілікті шикізаты алынды, негізгі химиялық құрамы: каолин 45 %, фарфорлы тас 28 %, саз 20 % және дала шпаты 7 % [7].

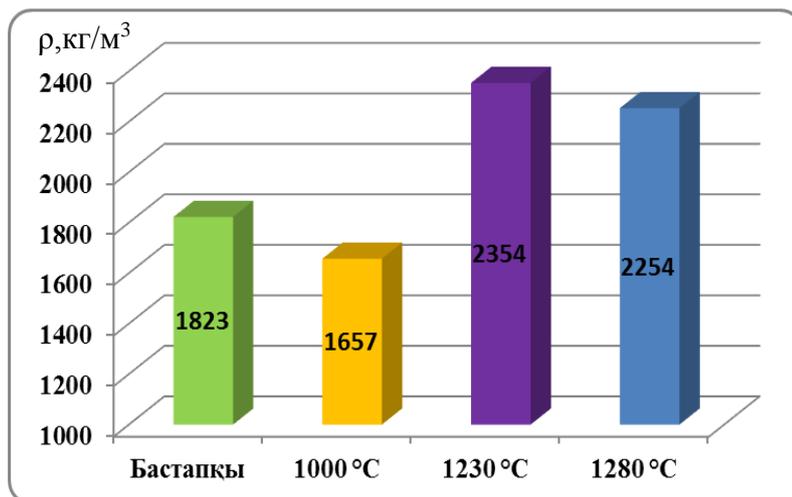
Осы шикізаттарды ұнтақтап, дистильденген сумен араластырып саз балшық алынды. Саз балшықты диаметрі 18 мм цилиндр формада нығыздап, бөлме температурасында кептіріп, салмағы мен көлемі өлшенді, термиялық өңдеуден кейін де өлшеніп, тығыздықтары есептелді. Бөлме температурасында кептірілген үлгіні 1000 °С, 1230 °С және 1280 °С температурада 30 минут ұсталып, баяу суытылды. Термиялық өңдеуден өткен үлгілерді МЕМСТ 7025-91 бойынша дистильденген суда 48 сағат ұстап, су сіңіргіштігі анықталды.

1-суреттен бастапқы үлгіні суға салғанда сол мезетте ыдырап құмға айналып суға шөкті, 1000 °С-та 19 %, 1230 °С-та 0,52 % су сіңіргенін, температура артып 1280 °С-қа жеткенде 0,01 %-ға дейін азайды. Себебі температура артқан сайын ішкі түйіршіктік фазалық алмасулар жүріп, шыны тәрізді фазаның әсерінде бір-бірімен байланып, су молекулаларының енуіне кедергі болады.



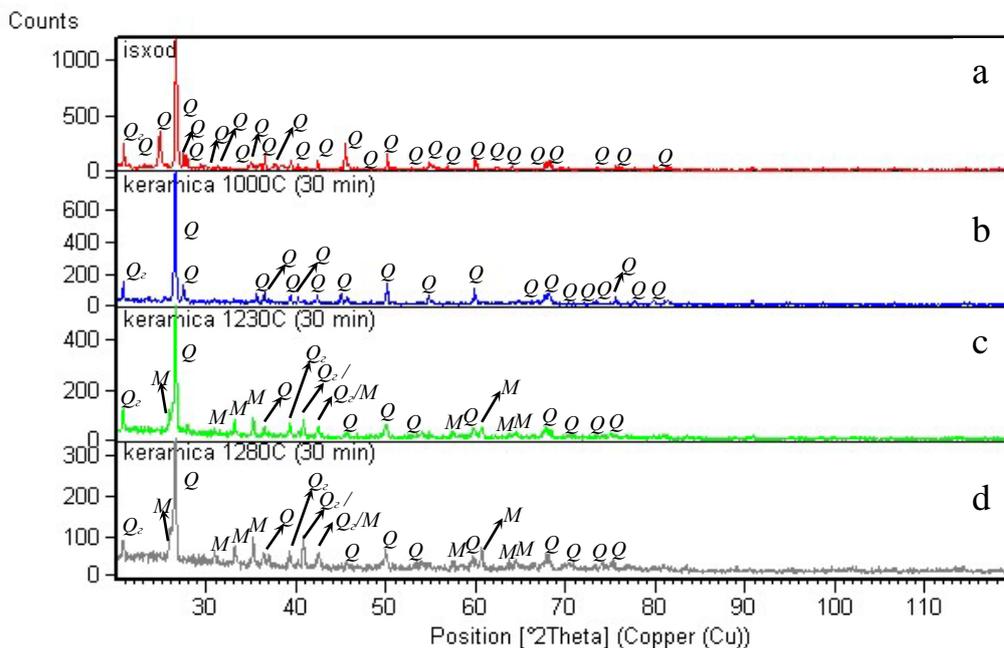
1-сурет – Керамиканың бастапқы және түрлі температура кезіндегі су сіңіргіштігі

2-суреттен керамиканың бастапқы күйінде тығыздығы 1823 кг/м<sup>3</sup>-ті, 1000 °С-та мөлшермен 1657 кг/м<sup>3</sup>-ді, температура артып 1230 °С-қа жеткенде 2354 кг/м<sup>3</sup>-ге артты, жалғасты 1280 °С-да 2254 кг/м<sup>3</sup>-ге төмендеді. Температура әсерінен құрамындағы су буланып, көлемі кішірейді, салмағы жеңілдеді, сәйкесінше тығыздығы артты.



2-сурет – Керамиканың түрлі температура кезіндегі тығыздығы

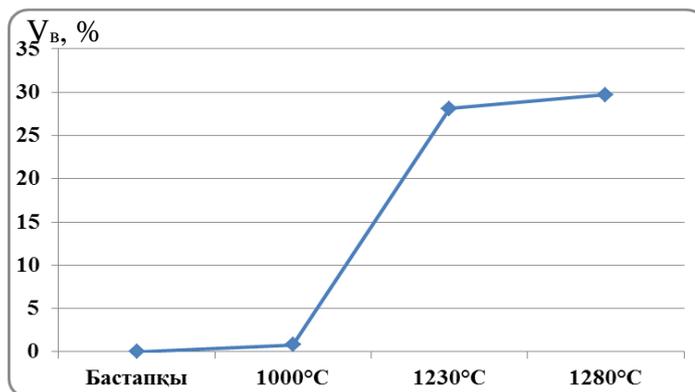
3-сурет бастапқы, 1000 °C, 1230 °C, 1280 °C температурада 30 минут термиялық өңдеуден кейінгі алынған дифрактограмма сызықтарына қарап керамиканың 1000 °C-қа дейін моноклинді және орторомблы тордан тұратындығы, 1230 °C және 1280 °C-тағы дифрактограмма сызықтарының өзгерісіне қарап, кейбір фазаның сызықтарының өскенін, кейбірінің еріп жоғалғандығын, жаңа фазалардың сызықтарының пайда болғанын көруге болады (3 *b*, *c*, *d*-сурет). Жоғары температура әсерінен фазалық алмасулар жүріп, мулит ( $Al_2Si_2O_{13}$ ) орторомблы тордың түзілгенін көруге болады. Мулиттің түзілуімен физикалық және механикалық қасиеттері артты.



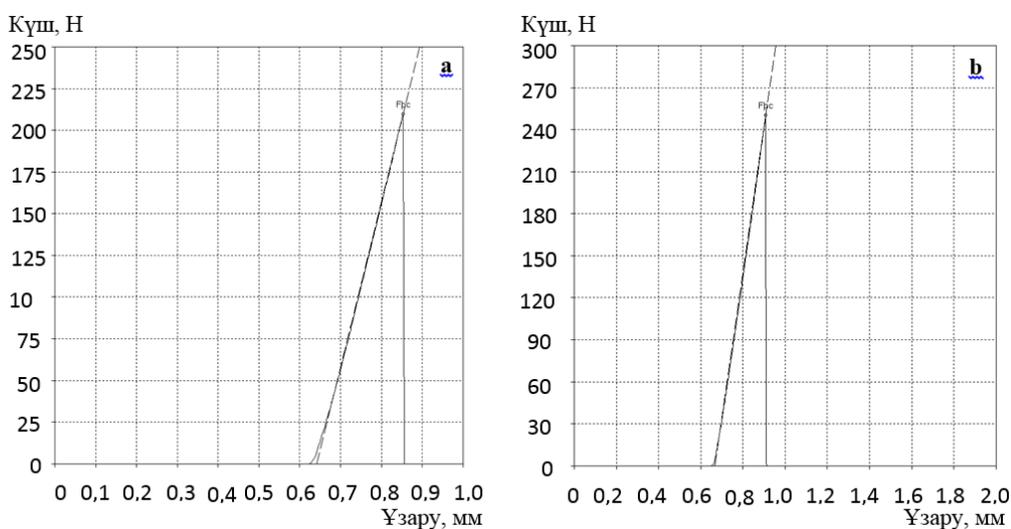
3-сурет – Бастапқы және термиялық өңдеуден кейінгі рентген-фазалық талдау дифрактограммасы

4-суреттен үлгіні 1280 °С-қа дейін қыздыру барысында температура артқан сайын құрамындағы су буланып, үлгі өзінің көлемін 30 %-ға азайтты. Термиялық өңдеу температурасы артқан сайын керамиканың құрамындағы кейбір фазалар еріп, түйіршік аралық қуыстар жоғалып, шыны тәрізді фазалар бір-бірімен тығыздалып байланып көлемі кішірейді. Бұл жоғарыдағы 1-суреттегі су сіңіргіштіктің, 2-суреттегі тығыздықтың өзгеріс графигінен және 3-суреттегі рентген-фазалық талдау нәтижесінен нақты көрінді.

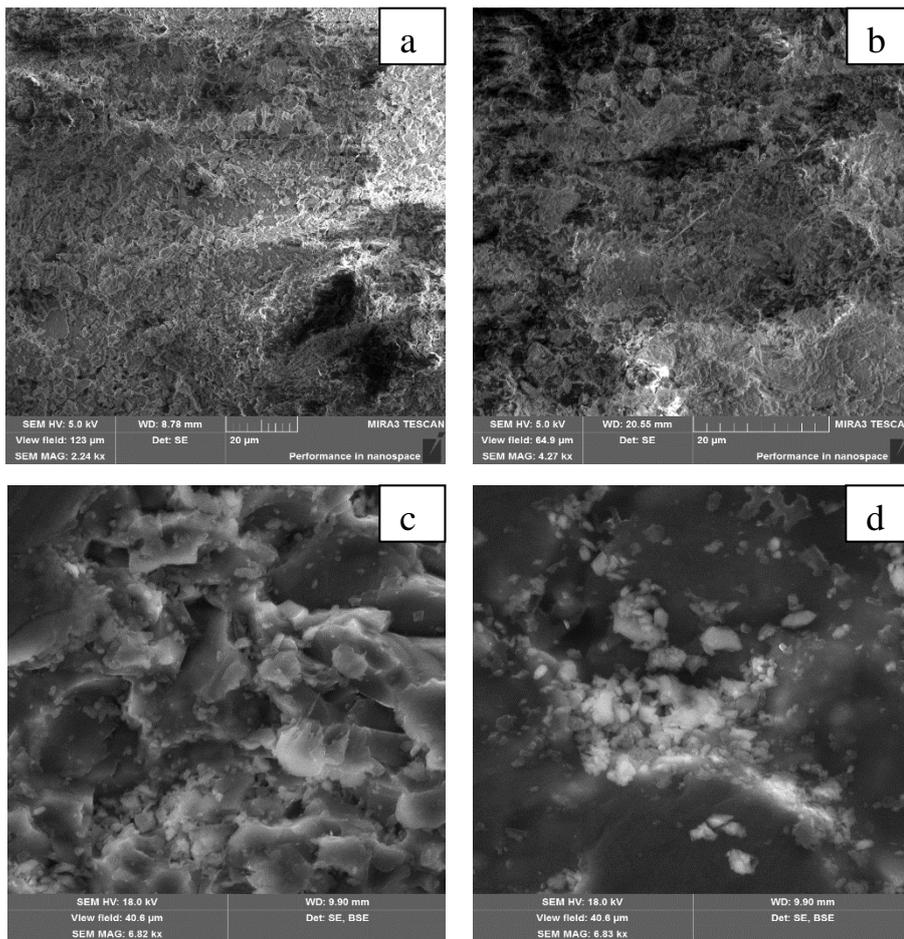
Жоғардағы зерттеу нәтижелеріне қарап, температура артып 1280 °С-қа дейін жеткенде механикалық қасиетке айтарлықтай әсер ететіні байқалды. Сол себепті жоғары температурада өңдеуден өткен керамиканы МЕМСТ 24409-80 бойынша июге тексерілді (5-сурет). Беріктік шектері 1230 °С-та 0,225 МПа-ды, 1280 °С-та 0,269 МПа-ды құрады, салыстырып қарағанда 0,044 МПа-ға артты. Себебі мулиттің түзілуімен түсіндіруге болады.



4-сурет – Термиялық өңдеуден кейінгі көлемдік шөгуге



5-сурет – Термиялық өңдеуден кейінгі үлгілерді июге тексеру: а – 1230 °С; б – 1280 °С



6-сурет – Үлгінің бастапқы және термиялық өндеуден кейінгі беттік құрылымы:  
 а – бастапқы үлгі; б – 1000 °С; с – 1230 °С; d – 1280 °С

Жоғарыдағы суретте растрлы электронды микроскопиялық талдау бастапқы 1000 °С, 1230 °С және 1280 °С температураларда құрылымның бастапқыға қарағанда айтарлықтай өзгеріс болғанын (6 *b,c,d*-сурет), негізгі фаза қараңғы түсті  $\text{SiO}_2$  гексагоналды торлы және ақшыл бұлт түстес  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7$  мулиттің түзілгенін көруге болады. Рентген-фазалық талдау нәтижесінен дәлелдеп көрсетті (3, *b,c,d*-суреттер).

Жоғарыдағы нәтижелерді қорытындылай келе, жоғарывольттық фарфорлы керамика 1000 °С-та 19 % су сіңіріп, температура 1280 °С-қа жеткенде 0,01 %-ға дейін азайды.

Керамиканың бастапқы күйінде тығыздығы  $1823 \text{ кг/м}^3$ -ді, температура артып 1230 °С-қа жеткенде  $2354 \text{ кг/м}^3$ -ге жетті, яғни бастапқымен салыстырғанда  $431 \text{ кг/м}^3$ -ге артты, температураны 1280 °С-қа жеткізгенде керісінше тығыздығы  $100 \text{ кг/м}^3$ -ге азайып, өзінің көлемін 30 %-ға кішірейтті.

Рентген-фазалық талдау бастапқы күйде негізі гексагоналды ( $\text{SiO}_2$ ) және аз мөлшерде моноклинді тордан, 1150 °С-тан жоғары негізі гексагоналды ( $\text{SiO}_2$ ) және мулит ( $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ ) орторомблы тордан тұратындығы анықталды.

Беріктік шектері 1230 °С-та 0,225 МПа-ды, 1280 °С-та 0,269 МПа-ды құрап, салыстырып қарағанда 0,044 МПа-ға артты.

## Әдебиеттер тізімі

1. Chen Li, Wang Jia-Qing. Related problems in ultrasonic detection of porcelain insulator. In: Proceedings of 17 th world conference on nonconductive testing, Shanghai, China; 25-28 October 2008.
2. Medvedovski E., Low-temperature sintering of ceramics for the production of low voltage insulators. *Intercram* 1996; 45(2): 82-6.
3. Rado P., «The strange case of hard porcelain», *Trans. Brit. Ceram. Soc.* 70, 6 (1971) 131-139.
4. Vasquez S. B., Valequez J. C., Gausa M. J. R., «Alumina addition affects elastic properties of electric porcelains», *Am. Ceram. Soc. Bull.* 77, 4 (1988) 81-85.
5. Carty W. M., Senapati U., «Porcelain raw materials processing, phase evolution and mechanical behavior», *J. Am. Ceram. Soc.* 81, 3 (1998) 3-20.
6. Vidyadhar A., Hanumantha Rao K., «Adsorption mechanism of mixed cationic-anionic collectors in feldspar-quartz flotation system», *J. Colloid Interface Sci.* 306, 2 (2007) 195-204.
7. Kasmamyrov N.K., Makayeva K.K., etc. The composition and microstructure of high-voltage porcelain ceramics based on local raw materials // *Journal of Physics IPTPIIM NAS KR.* - 2016. – No. 1. – p. 176-182.

Қабылданды 18.06.2019

УДК 53.03.09

**Б.С. Келаманов, Е.К. Самуратов, А.М. Ақуов, А.М. Абдирашит**

Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова, г. Актобе

**Е.У. Жумағалиев**

Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Астана

**ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИ-ДИАГРАММНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ TI-FE-SI-C**

*В статье приведены результаты расчета термодинамических параметров соединений, образующихся между компонентами системы. С помощью них проведен полный термодинамически-диаграммный анализ системы Ti-Fe-Si-C с учетом конгруэнтных соединений. По этим данным проведена тетраэдрация системы с учетом метастабильных соединений. В результате которого установлено, что данная система состоит из 13 элементарных тетраэдров, а сумма относительных объемов элементарных тетраэдров равна единице (1,00000), что подтверждает верность проведенной тетраэдрации.*

*Мақалада жүйе компоненттерінің арасында түзілетін термодинамикалық параметрлерді есептеудің нәтижелері келтірілген. Олардың көмегімен Ti-Fe-Si-C жүйесінің конгруэнтті қосылыстары ескеріле отырып толық термодинамикалық-диаграммалық талдануы жүргізілді. Осы мәліметтер арқылы метатұрақты қосылыстар ескеріле отырып жүйенің тетраэдрациясы тұрғызылды. Нәтижесінде бұл жүйе 13 қарапайым тетраэдрден тұратыны анықталды және олардың салыстырмалы көлемдерінің қосындысы бірге (1,00000) тең болды, яғни бұл жүргізілген тетраэдрацияның дұрыстығын растайды.*

*The results of calculation of the thermodynamic parameters of the compounds formed between the components of the system are given in this article. With the help of them, a complete thermodynamic-diagram analysis of the Ti-Fe-Si-C system was carried out taking into account congruent compounds. According to these data, the tetrahedral system is constructed with metastable compounds taken into account. As a result, it is established that this system consists of 13 elementary tetrahedrons and the sum of the relative volumes of elementary tetrahedrons is equal to unity (1.00000), which confirms the correctness of the tetrahedron performed.*

**Ключевые слова:** ферротитан, термодинамически-диаграммный анализ, триангуляция, тетраэдрация.

Альтернативой классическому термодинамическому исследованию процессов в металлургии является метод анализа геометрической термодинамики – термодинамически-диаграммный анализ. Этот метод особо эффективен в плане приложения к металлургической технологии, поскольку позволяет выявить особенности фазового строения, вовлекаемых в металлургический передел сырьевых материалов, изменение их состава по мере восстановления и состояния получаемых из

них конечных продуктов. При этом конечным результатом таких исследований является диаграмма фазового строения отдельно взятой системы, наиболее близкой к составам соответствующей металлургической продукции. По этой диаграмме можно наглядно проследить эволюцию фазовых превращений в металлических системах и прогнозировать их конечное состояние.

В данной работе рассматривается возможность построения такой диаграммы для системы Ti-Fe-si-C, характеризующей составы ферротитана различных марок.

Для проведения триангуляции этой металлической системы возникает необходимость в определении значений энергии Гиббса ( $\Delta G_{298}$ ) всех соединений, образующихся между компонентами системы. Справочные данные о  $\Delta G_{298}$  для некоторых соединений системы взяты из [1]. Однако значения  $\Delta G_{298}$  для практически многих соединений отсутствуют.

Значение стандартной энергии Гиббса любого соединения при любой температуре можно определить, используя известное уравнение Гиббса-Гельмгольца при известном  $\Delta H_T^0$  и  $\Delta S_T^0$  (индекс T указывает на температурную зависимость) [2]:

$$\Delta G_T^0 = \Delta H_T^0 - T\Delta S_T^0. \quad (1)$$

Поскольку для многих соединений системы не имеются не только значения  $\Delta S_{298}^0$ , но и сведения об их теплоемкости как в твердом, так и в жидком состояниях, в работе поставлена задача построения диаграммы фазового строения системы Ti-Fe-Al-si только при стандартной температуре (298 К).

Для определения значений  $\Delta S_{298}^0$  соединений, для которых в справочниках отсутствуют данные, применили метод Герца [2, 3], по которому стандартную энтропию элементов можно найти по формуле

$$S_{298}^0 = K_z \cdot (M/C_{p,298})^{1/3} \cdot m, \quad (2)$$

где  $K_z$  – постоянная Герца (20,5);  $M$  – молекулярная масса;  $C_{p,298}$  – молярная теплоемкость при 298 К;  $m$  – число атомов в соединении.

В связи с тем, что метод Герца с фиксированным значением  $K_z=20,5$  не позволяет получать высокую точность, авторы [2] усовершенствовали его и установили, что имеется хорошая зависимость между средними значениями  $K_z$  и  $M_a$  (молярной массой) элемента, являющегося в соединении анионами:

$$K_z = 33,5 \cdot \frac{x^2 \cdot e^x}{(e^x - 1)^2}, \quad (3)$$

где  $x = 42,4/M_a$ .

Это уравнение удобнее тем, что в нем отсутствует теплоемкость. Расчет теплоемкости твердых веществ проводили по теории Дебая [3]. Необходимыми источниками для расчета по этой теории являются дебаевские характеристические температуры элементов, входящие в состав химического соединения, и  $T_{пл}$  этих элементов и самого соединения.

Из табл. 1 находим исходные данные для расчета и определяем характеристические температуры элементов для конкретного соединения по формуле Корефа [3]:

$$Q_D' = Q_D \sqrt{T_{пл}' / T_{пл}}, \quad (4)$$

где  $T_{пл}'$  и  $T_{пл}$  – температуры плавления соединения и элемента, соответственно.

Таблица 1

Температуры плавления ( $T_{пл}$ ) и характеристические температуры ( $Q_D$ ) веществ в кристаллическом состоянии

Элемент	$T_{пл}$ , К	$Q_D$ , К
Ti	1941	380
Fe	1808	373
Si	1700	689
C	3780	1860

Затем находим изохорную теплоемкость элементов с использованием функции Дебая и суммируем их. Переход из изохорной теплоемкости в изобарную осуществляется при помощи уравнения Нернста-Линдемана [3]:

$$C_p = C_v + 0,0051 \cdot T \cdot C_p^2 / T_{i\bar{e}} . \quad (5)$$

Полученные в результате расчета все термодинамические параметры соединений в системе Ti-Fe-si-C приведены в табл. 2.

Таблица 2

*Результаты расчета термодинамических параметров*

Соединения	$\Delta G_{298}$	$\Delta S_{298}$	$C_{p,298}$
	кДж/моль	Дж/моль	
Fe <sub>2</sub> Ti	-60,406	123,48	46,52
FeTi	-47,812	82,02	90,5
Fe <sub>3</sub> C	18,794	108	43,69
TiSi <sub>2</sub>	-142,588	97,46	188,06
Ti <sub>5</sub> Si <sub>3</sub>	-598,397	266,04	65,21
FeSi <sub>2</sub>	-73,2911	55,23	77,41
FeSi	-76,5798	68,73	48,97
Fe <sub>2</sub> Si	-82,882	104,01	74,51
TiC	-205,7	24,7	47,41

По результатам работы [4] в системе Ti-Fe-C обнаружено 4 двойных соединения - Fe<sub>2</sub>Ti и FeTi. Эти соединения плавятся конгруэнтно при 1270 и 1240 °С соответственно. В результате проведения триангуляции системы Ti-Fe-C (рис. 1) с учетом этих двух сложных соединений образуются 5 областей: Ti-FeTi-TiC, Fe<sub>2</sub>Ti-FeTi-TiC, TiC-Fe<sub>2</sub>Ti-Fe, Fe-TiC-Fe<sub>3</sub>C и Fe<sub>3</sub>C-TiC-C. Соединение Fe<sub>2</sub>Ti образуется конгруэнтно при температуре 1427 °С. TiFe образуется с открытым максимумом при температурах выше -1500 °С. Согласно работе, TiC плавится конгруэнтно при 3073±25 °С и содержании 50% (ат.) С.

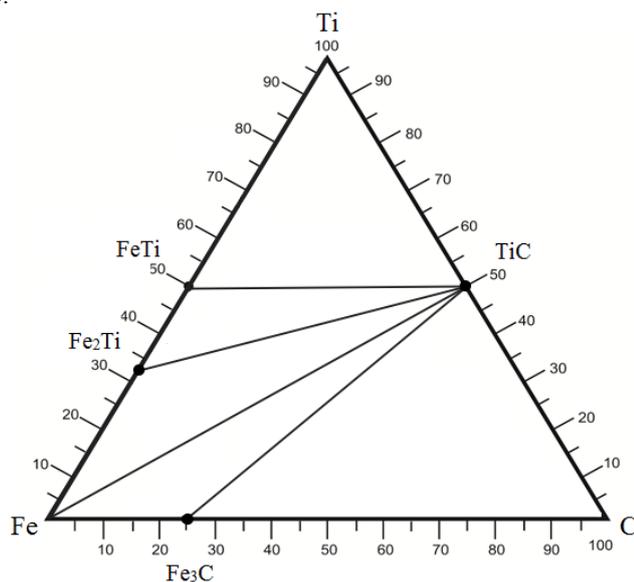


Рисунок 1 – Система Ti-Fe-C

По данным работы [4], в системе Ti-Fe-Si имеются семь двойных соединений –  $Ti_5Si_3$ ,  $TiSi_2$ ,  $FeSi_2$ ,  $FeSi$ ,  $Fe_2Si$ ,  $FeTi_2$  и  $FeTi$ . При проведении триангуляции данной системы (рис. 2) образовались 8 областей: Si-TiSi<sub>2</sub>-FeSi<sub>2</sub>; FeSi<sub>2</sub>-TiSi<sub>2</sub>-FeSi; TiSi<sub>2</sub>-FeSi-Ti<sub>5</sub>Si<sub>3</sub>; FeSi-Ti<sub>5</sub>Si<sub>3</sub>-Fe<sub>2</sub>Si; Fe<sub>2</sub>Si-Ti<sub>5</sub>Si<sub>3</sub>-Fe; Fe-Ti<sub>5</sub>Si<sub>3</sub>-FeTi<sub>2</sub>; FeTi<sub>2</sub>-Ti<sub>5</sub>Si<sub>3</sub>-FeTi; FeTi-Ti<sub>5</sub>Si<sub>3</sub>-Ti. Диаграмма состояния системы Fe-Si характеризуется существованием следующих стабильных соединений:  $Fe_2Si$  ( $T_{пл}=1485$  К),  $FeSi$  ( $T_{пл}=1678$  К, 1693 К) и  $FeSi_2$  ( $T_{пл}=1238$  К). Соединения  $Ti_5Si_3$  и  $TiSi_2$  плавятся с открытым максимумом при температурах 2130 и 1500 °С соответственно. Соединение  $Fe_2Ti$  образуется конгруэнтно при температуре 1427 °С.  $TiFe$  образуется с открытым максимумом при температурах выше 1500 °С.

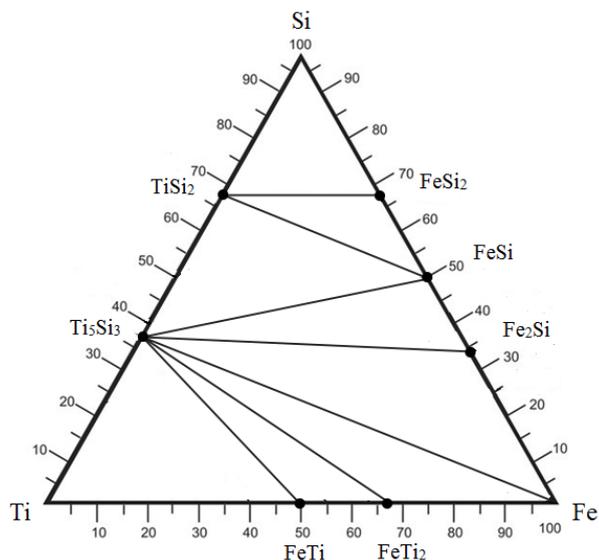


Рисунок 2 – Система Ti-Fe-Si

По результатам работы в системе Ti-Si-C нами был построен треугольник без учета инконгруэнтных соединений. В результате проведения триангуляции системы Fe-C-Ti (рис. 3) выявлено 4 области: Ti-Ti<sub>5</sub>Si<sub>3</sub>-TiC; TiC-Ti<sub>5</sub>Si<sub>3</sub>-TiSi<sub>2</sub>; TiC-TiSi<sub>2</sub>-Si; TiC-Si-C. Соединение TiC плавится конгруэнтно при  $3073\pm 25$  °С и содержании 50% (ат.) С. Соединения  $Ti_5Si_3$  и  $TiSi_2$  плавятся с открытым максимумом при температурах 2130 и 1500 °С соответственно.

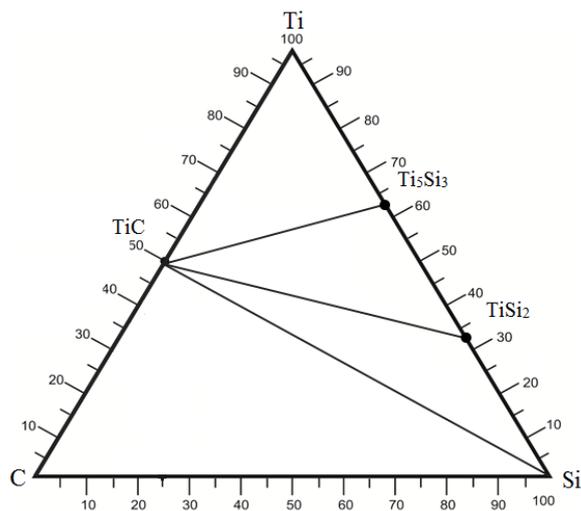


Рисунок 3 – Система Ti-Si-C



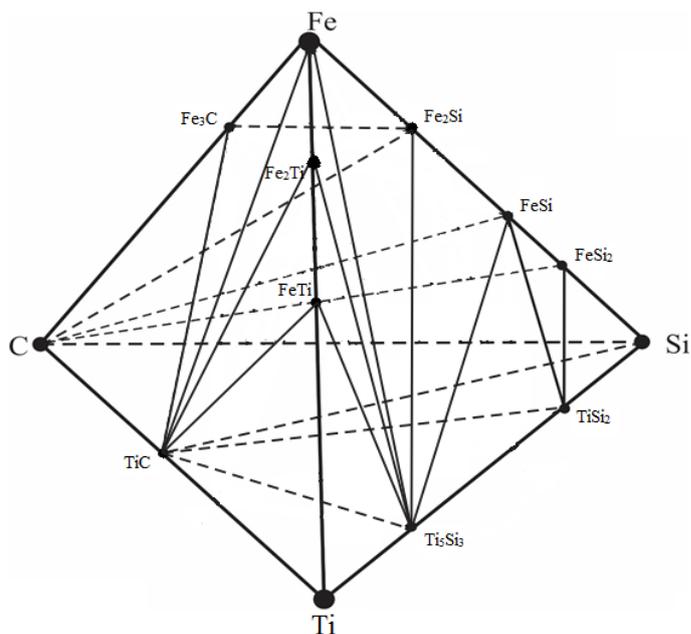


Рисунок 5 – Тетраэдрация металлической системы Ti-Fe-si-C

Система состоит из 13 элементарных тетраэдров, в скобках приводятся их объемы:

1. FeTi-TiC-Ti <sub>5</sub> Si <sub>3</sub> -Ti	(0,027867)	8. TiC-C-FeSi <sub>2</sub> -FeSi	(0,133600)
2. FeTi-TiC-Ti <sub>5</sub> Si <sub>2</sub> -Fe <sub>2</sub> Ti	(0,008392)	9. TiC-TiSi <sub>2</sub> -FeSi <sub>2</sub> -FeSi	(0,015431)
3. Fe-TiC-Ti <sub>5</sub> Si <sub>3</sub> -Fe <sub>2</sub> Ti	(0,015540)	10. TiC-TiSi <sub>2</sub> -Ti <sub>5</sub> Si <sub>3</sub> -FeSi	(0,037219)
4. Fe-TiC-Ti <sub>5</sub> Si <sub>3</sub> -Fe <sub>2</sub> Si	(0,029640)	11. TiC-FeSi <sub>2</sub> -Si-C	(0,400000)
5. Fe <sub>3</sub> C-TiC-C-Fe <sub>2</sub> Si	(0,149280)	12. TiC-FeSi <sub>2</sub> -Si-TiSi <sub>2</sub>	(0,046200)
6. FeSi-TiC-Ti <sub>5</sub> Si <sub>3</sub> -Fe <sub>2</sub> Si	(0,019711)	13. Fe <sub>3</sub> C-Fe-Fe <sub>2</sub> Si-TiC	(0,010720)
7. FeSi-TiC-C-Fe <sub>2</sub> Si	(0,106400)		(1,000000)

Разбивка общей системы осуществлена с учетом конгруэнтных и инконгруэнтных соединений. Сумма относительных объемов элементарных тетраэдров равна единице (1,000000), что подтверждает верность проведенной тетраэдрации.

Таким образом, приведенные сведения и результаты проведенных расчетов подтверждают достоверность тетраэдрации диаграммы фазового строения металлической системы Ti-Fe-si-C. Это впоследствии позволит определить фазовый состав металлических продуктов при выплавке различных марок ферротитана и предельные остаточные содержания в них кремния и алюминия при одновременном использовании последних в процессах восстановления титана из рутилового концентрата и богатого титанового шлака.

#### Список литературы

1. Глушко В.П. Термические константы веществ. – М.: Академия Наук СССР. – Вып. VII. – Ч. 1. – 1974. - 343 с.
2. Морачевский А.С. Термодинамические расчеты в металлургии: Справочник / А.С. Морачевский, И.В. Сладков. - М.: Металлургия, 1985. -137 с.
3. Касенов Б.К. Методы прикладной термодинамики в химии и металлургии / Б.К. Касенов, М.К. Алдабергенов, А.С. Пашинкин и др. - Караганда: Гласир, 2008. – 332 с.
4. Диаграмма состояния двойных и многокомпонентных систем на основе железа / Под ред. О.А. Банных, М.Е. Дрица. - М: Металлургия, 1986. - С. 146-148.

Получено 18.06.2019

МРНТИ 67.13.69

**А.К. Киялбаев, С.Н. Киялбай**

Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы

**М.В. Дудкин, Б.Т. Алимгазин**Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск**СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ  
ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И РАБОТ**

*В данной статье приводится системный анализ создания структуры управления качеством при производстве дорожно-строительных материалов и работ. Приведены модельные структуры технического контроля системы управления качеством работ (ТКСУКР) в дорожном строительстве и пути ее реализации.*

*Бұл мақалада жол-құрылыс материалдарын өндіру мен жұмыстардың атқарылуы кезіндегі сапаны басқару құрамын құрудың жүйелік сараптамасы қарастырылған. Жол құрылысындағы жұмыстардың сапасына техникалық бақылаулар жүргізуді басқару (ЖҚСТБЖ) үлгілері келтіріліп, оларды өндіріске енгізу жолдары қарастырылған.*

*This article provides a systematic analysis on the creation of a quality management structure in the production of road-building materials and works. The model structures of the technical control of the quality management system of works (MRCWIG) in road construction and the ways of its implementation are given.*

В рыночной экономике огромное внимание уделяется проблемам качества, обусловленное наличием конкурентной среды. По методам осуществления конкуренция делится на ценовую (вытеснение конкурентов путем снижения, сбивания цены) и неценовую, при которой та же цена предлагается за товар с более высокими качественными параметрами и комплексом услуг, что означает в маркетинге «товар с сопровождением», т.к. только качество может привлечь потребителя.

В странах с развитой рыночной экономикой конкурентная борьба обусловила разработку программ повышения качества. В научных исследованиях и в практике возникла необходимость выработки объективных показателей для оценки способностей фирм производить продукцию с необходимыми качественными характеристиками, подтверждаемыми сертификатом соответствия на продукцию. Многие фирмы-производители имеют системы качества, соответствующие международным стандартам. В современных условиях именно сертификат на систему качества служит решающим фактором для заключения контракта на поставку продукции. Успешная реализация качественного продукта потребителю является главным источником существования любого предприятия.

Вопросам управления качеством посвящены многие исследования ученых различных стран, накоплен значительный опыт в области менеджмента качества, поэтому важно обобщить основные положения теории и практики в данной области.

*Постановка задачи.* В области управления качеством особое значение имеет обеспечение качества дорожно-строительных работ. Под качеством продукции понимают совокупность свойств, обуславливающих её пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Продукцией дорожного строительства является построенная дорога [1], предназначенная для удовлетворения потребностей народного хозяйства в грузовых и пассажирских перевозках с заданной скоростью, нагрузками и интенсивностью движения при минимальных суммарных затратах.

Важная роль в обеспечении качества и надежности дорожного строительства принадлежит техническому контролю. Технический контроль – это совокупность мероприятий по определению основных характеристик качества применяемых материалов, технологических процессов и готовой продукции дорожного строительства и сопоставлению их с требованиями проекта, норм, технических условий и стандартов.

Для решения данной задачи в транспортной логистике главную роль сыграет проведение тех-

нического контроля в системе управления качеством работ (ТКСУКР). Контроль включает в себя [2]:

- инструкцию по проведению проверок качества;
- регламент независимого контроля качества;
- методику применения административно-финансовых санкций за нарушение качества.

Система ТКСУКР в транспортной логистике охватывает все технологические операции и позволяет с помощью обратной связи управлять качеством реализации проекта строительства участником инвестиционного процесса (рис. 1).

При этом подрядчик обязан:

- беспрепятственно допускать экспертов и сотрудников испытательной лаборатории на объекты контроля (при наличии у них соответствующего задания заказчика);
- предоставлять необходимую для контроля техническую документацию по объекту (проектно-сметную документацию, журнал производства работ, журналы операционного и лабораторного контроля, акты на скрытые работы);
- оказывать содействие при обследовании и взятии проб (обеспечивать внутриобъектным транспортом, предоставлять информацию об объекте, исходных материалах, конструкциях и т. д.);
- незамедлительно ликвидировать все исправимые нарушения, сообщать об этом заказчику;
- ликвидировать последствия взятия проб;
- допускать экспертов и испытательную передвижную лабораторию на производственные предприятия (АБЗ, промбазы).



Рисунок 1 – Структурная схема взаимодействия участников инвестиционного процесса при управлении качеством дорожных работ

Качество выполненных работ оценивают в соответствии с правилами приемки работ при строительстве автомобильных дорог. Качество выполнения отдельных видов работ оценивают баллами:

- «отлично», если работы выполнены с особой тщательностью и техническими показателями, превосходящими нормативные показатели;
- «хорошо», если работы выполнены в полном соответствии с проектом и нормативными показателями;
- «удовлетворительно», если работы выполнены с малозначительными отклонениями от технической документации, согласованными проектной организацией и заказчиком, но не снижающими показателей надежности, прочности, устойчивости и эксплуатационных качеств или при со-

блюдении условий, соответствующих установленным правилам приемки для удовлетворительной оценки качества работ.

При выборе стратегии управления качеством подрядная организация руководствуется проектно-сметной документацией и проектом производства работ (ППР). ППР обеспечивает целенаправленность всех организационных, технических и технологических решений на достижение конечного результата: ввода в эксплуатацию объекта строительства с требуемым качеством, в установленные сроки, с минимальной себестоимостью.

Схемы операционного контроля качества должны содержать: эскизы конструкций с указанием допустимых отклонений по СНиП; перечень операций, выполнение которых должен проверять производитель работ или мастер; ведомости про состав контроля, установленный на основании требований норм и рабочих чертежей (как и чем должна проводиться проверка, наименование измерительных приборов, инструментов); сроки проведения контроля (когда и как часто проверяется); перечень операций, контролируемых при участии строительной лаборатории, геодезической службы и специалистов, которые занимаются контролем отдельных видов работ; перечень скрытых работ, подлежащих сдаче представителям технического надзора заказчика. Схемы операционного контроля являются основным рабочим документом при выполнении операционного контроля. Журнал операционного контроля ведется в соответствии со схемами операционного контроля.

Основной целью эксперимента является проверка теоретических положений (подтверждение рабочей гипотезы), а также более широкое и глубокое изучение темы научного исследования. Эксперимент должен быть проведен по возможности в кратчайший срок с минимальными затратами при самом высоком качестве полученных результатов.

*Естественные эксперименты* характерны при изучении социальных явлений (социальный эксперимент) в обстановке, например, производства, быта и т. п.

*Искусственные эксперименты* широко применяются во многих естественнонаучных исследованиях. В этом случае изучают явления, изолированные до требуемой степени, чтобы оценить их в количественном и качественном отношении.

Иногда возникает необходимость провести поисковые экспериментальные исследования. Они необходимы в том случае, если затруднительно классифицировать все факторы, влияющие на изучаемое явление вследствие отсутствия достаточных предварительных данных. На основе предварительного эксперимента строится программа исследований в полном объеме.

Одним из разновидностей производственных экспериментов является собирание материалов в организациях, которые накапливают по стандартным формам те или иные данные. Ценность этих материалов заключается в том, что они систематизированы за многие годы по единой методике.

В ряде случаев производственный эксперимент эффективно проводить методом анкетирования. Для изучаемого процесса составляют тщательно продуманную методику. Основные данные собирают методом опроса производственных организаций по предварительно составленной анкете. Этот метод позволяет собрать очень большое количество данных наблюдений или измерений по изучаемому вопросу. Однако к результатам анкетных данных следует относиться с особой тщательностью, поскольку они не всегда содержат достаточно достоверные сведения.

В зависимости от темы научного исследования объем экспериментов может быть разным. В лучшем случае для подтверждения рабочей гипотезы достаточно лабораторного эксперимента, но иногда приходится проводить серию экспериментальных исследований: предварительных (поисковых), лабораторных, полигонных на эксплуатируемом объекте [3]. На обработку и анализ такого эксперимента затрачивается много времени. Иногда оказывается, что выполнено много лишнего, ненужного. Все это возможно, когда экспериментатор четко не обосновал цель и задачи эксперимента. В других случаях результаты длительного, обширного эксперимента не полностью подтверждают рабочую гипотезу научного исследования. Как правило, это также свойственно для эксперимента, четко не обоснованного целью и задачами. Поэтому прежде чем приступить к экспериментальным исследованиям, необходимо разработать методологию эксперимента.

Различают эксперименты естественные и искусственные (рис. 2) [3, 4].

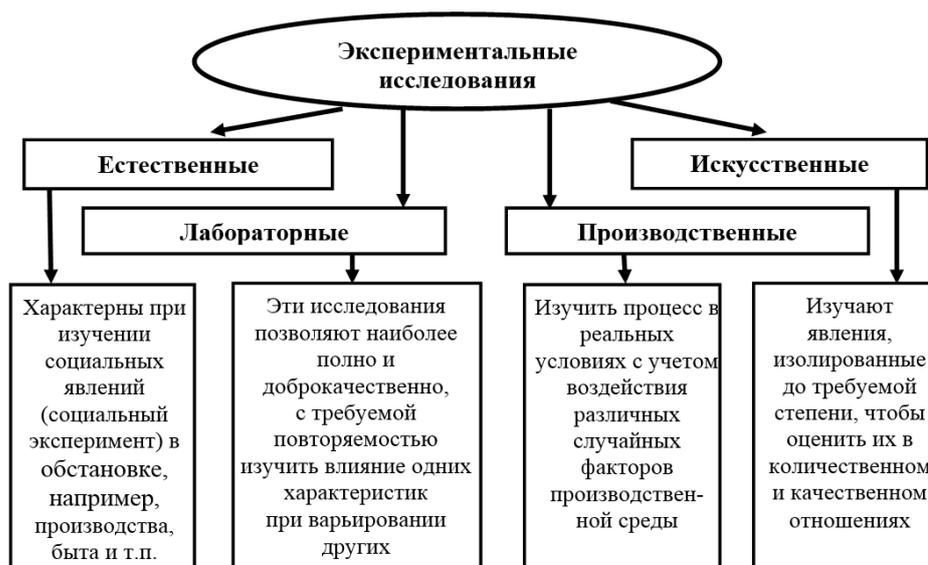


Рисунок 2 – Структура проведения экспериментальных исследований по организации ТКСУКР

*Лабораторные опыты* проводят с применением типовых приборов, специальных моделирующих стендов, оборудования и т.д. Эти исследования позволяют наиболее полно и доброкачественно, с требуемой повторяемостью изучить влияние одних характеристик при варьировании других. Лабораторные опыты в случае достаточно полного научного обоснования эксперимента (математическое планирование) позволяют получить хорошую научную информацию с минимальными затратами.

*Производственные экспериментальные* исследования имеют целью изучить процесс в реальных условиях с учетом воздействия различных случайных факторов производственной среды. При оценке качества выполненных работ при возведении земляного полотна, устройстве дорожных одежд и других видов работ лабораторными приборами и оборудованием оценивают их качество. Результаты замеров заносятся в полевой журнал.

Одной из разновидностей производственных экспериментов является собирание материалов в организациях, которые накапливают по стандартным формам те или иные данные. Ценность этих материалов заключается в том, что они систематизированы за многие годы по единой методике. Такие данные хорошо поддаются обработке методами статистики и теории вероятностей.

В ряде случаев производственный эксперимент эффективно проводить методом анкетирования. Для изучаемого процесса составляют тщательно продуманную методику. Основные данные собирают методом опроса производственных организаций по предварительно составленной анкете. Этот метод позволяет собрать очень большое количество данных наблюдений или измерений по изучаемому вопросу. Однако к результатам анкетных данных следует относиться с особой тщательностью, поскольку они не всегда содержат достаточно достоверные сведения.

На обработку и анализ такого эксперимента затрачивается много времени. Иногда оказывается, что выполнено много лишнего, ненужного. Все это возможно, когда экспериментатор четко не обосновал цель и задачи эксперимента. В других случаях результаты длительного, обширного эксперимента не полностью подтверждают рабочую гипотезу научного исследования. Как правило, это также свойственно для эксперимента, четко не обоснованного целью и задачами. Поэтому прежде чем приступить к экспериментальным исследованиям, необходимо разработать методологию эксперимента.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

1. Аккредитация испытательной дорожной лаборатории осуществляется в соответствии с законом РК «О техническом регулировании».

2. Область аккредитации определяет область действия испытательной лаборатории, и она назначается с учетом наличия соответствующих приборов и оборудования, а также квалифицированных специалистов в этой области.

3. При положительном решении орган по аккредитации оформляет, регистрирует и выдает заявителю аттестат аккредитации с приложением к нему утвержденной области аккредитации и согласованные положения об испытательной лаборатории и паспорта испытательной лаборатории. Паспорт лаборатории утверждается в организации, которая её создала. В аттестате аккредитации указывают срок его действия: при первичной аккредитации - не более трех лет, при аккредитации на новый срок орган по аккредитации утверждает дополнение к области аккредитации, регистрирует его и передает заявителю.

4. Орган по аккредитации может разрешать аккредитованной испытательной лаборатории заключить субподряд на проведение определенных испытаний только в том случае, если субподрядчик аккредитован на проведение этих испытаний (или испытания) отдельных видов. При этом работы по испытаниям, выполняемые на основе субподряда, должны составлять лишь незначительную часть объема испытаний, выполняемых аккредитованной испытательной лабораторией (не более 25 %). При этом она должна нести всю полноту ответственности за результаты испытаний, проведенных сторонними организациями.

5. Аккредитация может быть досрочно отменена или приостановлена органом по аккредитации в следующих случаях:

- несоответствие испытательной лаборатории критериям аккредитации и требованиям, обусловленным аккредитацией;
- самостоятельное решение аккредитованной организации о досрочном прекращении аккредитации;
- ликвидация испытательной лаборатории или организации, в состав которой она входит.

#### Список литературы:

1. Технологическое обеспечение качества строительства автомобильных дорог: Метод. рекомендации / В.Н. Шестаков, В.Б. Пермяков, В.М. Ворожейкин и др. – 2-е изд. испр. и доп. – Омск: ОАО «Омск, дом печати», 2004. – 256 с.
2. ГОСТ Р ИСО 9000-2001. Система менеджмента качества. Требования. Изд. офиц. – М.: Федеральн. агентство по стр-ву и жил.-комму. хоз-ву, 2001.
3. Брантман Б.П. Контроль качества при строительстве и реконструкции автомобильных дорог / Б.П. Брантман, Г.В. Краснобаев, И.С. Семелиди // Наука и техника в дор. отрасли. – 2006. - № 4. – С. 14-15.
4. РДС РК 1.04-15-2004. Правила технического надзора за состоянием зданий и сооружений. – М.: РосдорНИИ. – 89 с.

Получено 18.06.2019

---

ӘОЖ 535.625.2; 535.625.3

**Г.Р. Курмашева, Н.С. Хамиева, И.К. Жумагалиев**

Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті, Орал қ.

#### **«СТЕКЛО-СЕРВИС» КОМПАНИЯСЫНЫҢ ӘЙНЕК ӨНДЕЙТІН ЦЕХТАРЫНДАҒЫ ЖАСАНДЫ ЖАРЫҚТАНДЫРУДЫ ЕСЕПТЕУ**

*Мақалада «Стекло-Сервис» компаниясының әйнек өңдейтін цехтарындағы жасанды жарықтандыру есептелді, шамдардың түрлері мен саны анықталды. Бұл мәліметтер жоғары және орта-кәсіптік оқу орындарында практикалық сабақтар жүргізу үшін қажет болады.*

*В статье рассчитано искусственное освещение в стекло-сервисных цехах компании «Стекло-Сервис», определены виды и количество светильников. Эти сведения необходимы для проведения*

*практических занятий в высших и средне-профессиональных учебных заведениях.*

*The article contains calculation of artificial lighting in glass-service workshops «Glass-Service», defines the types and number of lamps. This information is necessary for practical training in higher and secondary vocational schools.*

**Түйін сөздер:** Жұмыс орнын жарықтандыру, табиғи жарық, жасанды жарық, бөлме индексі.

*Жалпы мәліметтер.* «Стекло-Сервис» компаниясы – ғимараттардың, кеңселердің, үйлердің және коттедждердің қасбеттерін әйнектеу үшін шыны пакеттер шығаратын ірі шыны өңдейтін орталық.

Компания «Bystronic» (Швейцария) шыны пішу және фигуралық кесу бойынша автоматты желіде және «Peter Lisec» (Австрия) шыны пакеттерін өндіруге арналған жабдыққа шыны пакеттерді шығарады.

Өндіріс австриялық «Lisec» компаниясының жабдығымен, шынының мықтылығын нығайту финдік «TamGlass» компаниясының желісімен жүргізілуде. Мұндағы шыны өнімдері қарапайым әйнектен жеті есе мықты. Бүгінде компания финдік «TamGlass» фирмасының құрал-жабдығын әкеп орнатты.

Tamglass – автомобильге арналған заманауи әйнек шығаратын фин компаниясы. Қауіпсіз әйнек шығаруда 35 жылдан астам өндіріс тәжірибесін жинақтаған. Бұл компания басқа да автоәйнек шығарушы кәсіпорындардың арасында жылтыр қағазбен тыстау, шыңдалған әйнек жасау секілді жаңа технологияларды игеру саласында жетістікке ие болуда. Tamglass компаниясы экологиялық таза автоәйнектерді ғана шығарады.

Өнім ассортименті:

- төмен эмиссиялы шынысы бар және аргон толтырылған;
- жақсы жылу оқшаулағышпен қамтамасыз етілген шыны пакеттер;
- күннен қорғайтын шыны пакеттер; шу оқшаулағыш шыны пакеттер;
- сокқыға қарсы әйнекпен қауіпсіз шыны пакеттер.

*Өндірістік жарықтандыру, талаптары және есептеудің тәсілдері.* Жұмыс орнын жарықтандыру – қолайлы еңбек жағдайларын жасаудың маңызды факторы. Табиғи жарық (күн сәулесі) тәуліктің күндізгі уақыты және ол ғимараттардың терезе, шатыр ойықтарынан түседі. Жасанды жарық үшін жасанды сәуле шығаратын қондырғылар пайдаланылады.

Табиғи жарық өзінің спектрлік құрамы бойынша ең ыңғайлы болып табылады. Ал жасанды жарық керісінше адамның көру органы – көзімен қабылдауда салыстырмалы күрделілігімен ерекшеленеді. Бұл жағдай табиғи жарық ағынының күндіз жоғары, түнде төмен қарқынды аз жиілікті, ал жасанды жарықтың үлкен жиілікте болуына байланысты. Осы себепті жасанды жарықта жарық жағдайларының жиі ауысымы көру процестерінің тұрақсыздығына келтіреді, бұл өз кезегінде көздің бейімделіп отыруын ауырлатады. Бейімделу жүктемесінің артуынан көз шаршайды, нәтижесінде адам шаршайды.

Сөйтсе де, жасанды жарық түнгі еңбекті күндізгі еңбекке жақындату үшін аса қажетті фактор болып табылады. Түнгі еңбек жағдайында жарық жұмыс істеушілердің барлығына біркелкі тарамайды. Жарықтың жеткіліксіз жағдайы адам ағзасына ынталылық сезімін азайтады, сондықтан қашанда түнгі еңбек ауыр болады. Дегенмен табиғи және жасанды жарықтың негізі бір. Олардың айырымы тек жарық спектрі мен қарқындылығында. Бұлай десек те бүгінге дейін табиғи жарық спектрі толық анықталмаған және жасалмаған. Сондықтан біздің пайымдауымыз жуықталған ұғым.

Табиғи жарық, әдетте көбіне адамдардың бөлмелерде тұрақты болуына байланысты қарастырылады. Жасанды жарық өндірістік, тұрғын үй, қоғамдық орындарды, қойма және қосалқы ғимараттарды, мекеме алаңдарын, жұмыс өндірістік ғимараттардан тыс: көшелер, жолдар, қала, ауыл, тұрғылықты пункттардың алаңдарын жарықтандыруды қарастырады.

Өндірістік орындарды жарықтандырудың маңызы өте зор. Зерттеулер өндірістік орындарда жарықтың қанағаттанарлықсыз жағдайы өндірістік көрсеткіштердің төмендеуіне, көз ауруларына, жаракат алуға соқтырады. Талдау теңдік жағдайында жылдың ашық күндері жалпы жаракаттанудың төмендейтінін көрсетеді. Көрудің нашарлауы, көз аурулары жарық қондырғыларын пайдалануда нормалық талаптарды сақтауда елеулі бұзушылықтар жіберілген

кәсіпорындарда жиі кездеседі.

Жалпы айтқанда адам ақпаратты көзі арқылы 80-90 % алады. Алған ақпараттың сапасы әсіресе жарықталуына байланысты – жеткіліксіз жарықталу болған кезде тек көзі ғана шаршамай, ағзасы толығымен шаршайды. Қалыпсыз жарықталуда нашар жарықтандырылған қауіпті аумақтар, жарық көздерінен және олардың сәулелерінен зақымданулар пайда болады, олардың айқын көлеңкелері жұмысшылардың көруін нашарлатады да бағдарын толығымен жояды, еңбек өнімділігі төмендейді де өнімнің ақаслары көбейеді. Өндірістік кәсіпорындарды жарықтандыру табиғи, жасанды және аралас болуы мүмкін.

Табиғи жарықтандыру терезе (бүйірлік жарықталу), жарық шамдары (жоғарғы) арқылы немесе құрамды (терезе және шам арқылы бір уақытта) іске асырылады.

Жарық көздерінің орналасқаны бойынша жасанды жарықтанулар: жалпы, жергілікті және құрамаға бөлінеді. Жалпы жарықтануда шамдарды жұмыс орындарына бірқалыпты жарық беру үшін жоғарыда орналастырады. Жергілікті жарықтануда жарық ағыны жұмыс орындарына тікелей шоғырланады. Осы жағдайда жұмыс орны мен қоршаған кеңістік жарықтануының күрт айырмашылығы болады, жұмыстың жағымсыз жағдайлары құрылады, зақымдану қаупі өседі. Бір жергілікті жарықтандыруды пайдалану тек кезеңдік жұмыста пайдаланылады. Құрама жарықталуда жалпы жарықтандыруға жергілікті жарықтандыру қосылады.

Жасанды жарықтануда жарық көзі ретінде шоқтану шамы мен газоразрядтық шамдарды пайдаланады. Жарық көзінің негізгі сипаттамалары: қайтарымы және қызмет мерзімі болып табылады.

Шоқтану шамын әзірлеген кезде қарапайым болады, пайдалануда сенімді, бірақ жарық қайтарымы аз (20 лм/Вт аспай) және көк пен күлгін көк түстері жеткіліксіз болған кезде түс айырымын қиындатады да сары және қызыл түстерінің жайсыз спектралдық құрамы болады.

Газоразрядтық шамдардың ұзақ қызметтік мерзімі (10 000 сағат), үлкен жарық қайтарымы (750 лм/Вт), жарықталатын бетінің аз жарықтылығы, жарықтың жақсы спектралдық құрамы болады. Олардың кемшіліктері: шамның екпінділігі жоқ болғандықтан жарық ағынының лүпілі, төмен температурада және төмен кернеуде тұрақсыз жұмысы, іске қосудың күрделі сұлбасы. Жарық ағынының лүпілі жабдықтың айналып тұрған бөлігін қозғалыссыз немесе қозғалыссыз тұрғандарды айналғандай көрсететін стробоскопиялық құбылысын шақырады. Жарық көзі (шамның) жарықтандыратын арматурамен бірге шамдалыны құрайды. Шамдалы шамның бекітілуін, соған электрлік энергияның берілуін, ластанудан және механикалық бұзылулардан сақталуын қамтамасыз етеді. Жұмыс орындарын жарықтандыру параметрлерін таңдау жасалатын жұмысқа байланысты. Объектінің көлеміне байланысты жұмысшының көзі барлық жұмыстарды және заттың қашықтығын байқауы бойынша сегіз разрядқа бөлінеді.

Жұмыс орындарын жарықтандыру келесі шарттарды қанағаттандыру керек:

- жұмыс беттерін жарықтандырудың деңгейі берілген жұмыстың түріне арналған гигиеналық нормаларға сәйкес болу керек;
- бөлмедегі жарықтың бірқалыптығы және тұрақтылығы қамтамасыз етілу керек;
- көріп қарайтын жерде жарық көздерінің және басқа заттар сәулелерінің шағылысуы болмау керек;
- өзінің спектралдық құрамы бойынша табиғи жарыққа жақын болу керек.

Жарықтандыру жүйесін есептеу жарық түрін таңдаудан, шамдардың түрі мен санын анықтаудан тұрады. Жарықтандыру жүйесін есептеудің ең қарапайым әдістері: нүктелік және меншікті қуатын қажетке жарату коэффициенті әдісі болып табылады. Қажетке жарату коэффициенті әдісі жұмыс бетіне түсетін жарық ағынының жарық беретін аспаптың толық ағынына тең болатын қатынасының коэффициентін анықтаудан тұрады.

Есептеген кезде мәні бөлмелердің геометриялық параметрлерін (бөлме индексі –  $i$ ) солардың оптикалық сипаттамаларымен ( $S$  – төбе,  $S$  – қабырға,  $S$  – еден жарығының коэффициенті) байланыстыратын кестеден алынады.

Жалпы жарықтандыруға арналған шамдарды орналастыру келесі тәртіппен анықталды. Бөлме индексі мына формула бойынша анықталды:

$$i = \frac{a * b}{H_c * (a + b)}$$

мұндағы  $a$  – бөлме ұзындығы;  $b$  – бөлме ені;  $H$  – есептік биіктігі.

Әр шамның қажетті ағыны келесі формула бойынша анықталды:

$$\Phi = \frac{E * S * K * Z}{\eta * n}$$

мұндағы:  $E$  – берілген минималды жарықтылық;  $K$  – қор коэффициенті;  $S$  – жарық алатын аудан, м;  $Z$  – 1,1-1,2 тең жарықтың қалыпсыздық коэффициенті;  $n$  – шамдар саны.  $\eta$  – пайдалану коэффициенті

1.  $E = 200$  лк (люкс)

2.  $S = 2300$  м<sup>2</sup>

$$\Phi = \frac{200 * 2300 * 1,5 * 1,1}{0,6 * 28} = 45178,57 \text{ Лм (люмен)}$$

3.  $k = 1,5$

4.  $Z = 1,15$

5.  $\eta = 0,6$

6.  $n = 28$  Грассаго Panrad қыздыру шамы

*Шырақтарды орналастыру сұлбасы.* Шырақтар арасындағы қашықтық келесі формуламен анықталды:

$$L = \beta * H_c, \text{ м}$$

мұндағы  $\beta - \frac{L}{H_c}$  қатынасын ескеретін коэффициент.

Шырақтардың типтеріне байланысты бұл қатынас шырақтардың тікбұрышты орналасуы кезінде 1,4-2,0, ал шахматты орналасуы кезінде 1,7-2,5. Бөлмедегі шырақтардың орналасу реті тікбұрышты болғандықтан бұл коэффициент 2-ге тең.

$H_c$  – шырақты ілу биіктігі, м.

Ілу биіктігі келесідей анықталды:

$$H_c = H - (h_c + h_p), \text{ м}$$

мұндағы  $H$  – бөлме биіктігі, м;  $h_c$  – төбеден шырақтың төменгі бөлігіне дейінгі аралық;  $h_p$  – еденнен жарықталатын бетке дейінгі биіктік, м.

Одан әрі өндірістік бөлмелер үшін қабырғадан шыраққа дейінгі аралық есептелді:

$$\ell = \frac{1}{3} * L, \text{ м}$$

1.  $\beta = 2$

2.  $H = 10,7$  м

$h_c = 2$  м

$$H_c = 10,7 - (2 + 5) = 3,7 \text{ м}$$

$h_p = 5$  м

$L = 2 * 3,7 = 7,4$  м

$$\ell = \frac{1}{3} * 7,4 = 2,4 \text{ м}$$

$$i = \frac{a * b}{H_c * (a + b)} = \frac{96 * 24}{3,7 * (96 + 24)} = 5,1$$

Барлық есептеулерді ескере отырып, мынандай қорытынды шығаруға болады. Цехты қолайлы жарықтандыру үшін 28 дана Грассаго Panrad қыздыру шамы қолданылған. Ол жұмыс орындарын жарықтандыруда келесі шарттарды қанағаттандырады:

– жұмыс беттерін жарықтандырудың деңгейі берілген жұмыстың түріне арналған гигиеналық

нормаларға сәйкес;

- бөлмедегі жарықтың бірқалыптығы және тұрақтылығы қамтамасыз етілген;
- көріп қарайтын жерде жарық көздерінің және басқа заттар сәулелерінің шағылысуы болмайды;
- өзінің спектралдық құрамы бойынша қолданыстағы жасанды жарық табиғи жарыққа жақын.

Қорыға келе, өндіріс жарығы дұрыс жобаланып, қолайлы орнатылған деуге болады. Ол жұмыста көру жағдайын жақсартып, көз талуын болдырмайды, еңбектің өнімділігі мен сапасын арттырады, адамдарға жағымды психологиялық әсерін тигізіп, еңбек қауіпсіздігін жоғарылатып, өндіріс жарақаттануды төмендетеді.

#### Қолданылған әдебиеттер

1. Айзенберг Ю.Б. Справочная книга по светотехнике. – М., 1983.
2. СНиП РК 2.04-05-2002. Естественное и искусственное освещение. Общие требования. – Астана, 2002.
3. www.Bigox.kz.
4. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Под ред. Г.М. Кноринга. – Л., 1976.
5. Абдимуратов Ж.С. Безопасность жизнедеятельности: Метод. указания к выполнению раздела «Расчет производственного освещения» / Ж.С. Абдимуратов, С.Е. Мананбаева. – Алматы: АИЭС, 2009. – 20 с.

Қабылданды 18.06.2019

---

УДК 629.3.027.3

МРНТИ 55.03.77

**Д.К. Кушалиев, Т.А. Балтаев**

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

**Б.А. Ерманова**

Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем, г. Уральск

#### ИННОВАЦИОННЫЙ РЕМОНТНЫЙ КОМПЛЕКТ ДЛЯ САЙЛЕНТБЛОКА АМОРТИЗАТОРА

*В статье обсуждается повышение требований к качеству подшипников скольжения, которые являются одним из наиболее широко используемых видов опор, широко применяемых во многих механизмах, машинах, приборах, в различной транспортной технике.*

*Көптеген механизмдерде, машиналарда, аспаптарда, әртүрлі көлік техникасында кеңінен қолданылатын тіректердің ең кең қолданылатын түрлерінің бірі болып табылатын сырғанау мойынтіректерінің сапасына қойылатын талаптарды арттыру.*

*Increasing requirements for the quality of sliding bearings, which are one of the most widely used types of supports, widely used in many mechanisms, machines, devices, in various transport equipment.*

**Ключевые слова:** цилиндрический пружинный вкладыш, конический пружинный вкладыш, эффект храповика, изменение диаметра вкладыша, упругий натяг вместо зазора.

Для ряда узлов автомобилей и технологического оборудования предложен подшипник, снабженный подвижным вкладышем в виде винтовой цилиндрической пружины (промежуточным элементом), который в колебательном режиме принудительно поворачивается только в одну сторону, таким образом достигается равномерность износа и распределения смазки. Натяг пружины, необходимый для достижения микропластических деформаций, создается ее поджатием. В колебательном режиме за счет закручивания или раскручивания пружинного вкладыша возникает упругое натяжение соответственно на внутренней или наружной поверхности, и он принудительно поворачивается в одном направлении (эффект храповика). Подавление окислительных процессов в предложенной конструкции легко достигается сальниковым уплотнением. Положительный эффект

получается также за счет снижения адгезионной составляющей трения (трения покоя) и частичной реализации идей Н.Е. Жуковского «о движении без трения» (вращением промежуточной опоры) без использования для этого внешнего источника энергии. Подобный подшипник может найти широкое применение взамен игольчатых подшипников карданного вала, сайлентблоков подвески, в шарнирах рулевого управления и других шарнирных узлах, работающих в возвратно-вращательном режиме.

В сайлентблоке амортизатора резиновая втулка работает на скручивание, в результате чего происходит ее разрыв. Сайлентблок, содержащий подшипник скольжения для возвратно-вращательного движения с пружинным вкладышем, лишен этого недостатка.

Предложен подшипник скольжения для возвратно-вращательного движения, в котором выполняются трибологические принципы – условия активации рабочей поверхности пластической деформацией и подавление окислительных процессов [1-4]. Подшипник (рис. 1) может быть использован взамен игольчатых подшипников карданного вала, сайлентблоков подвески, в шарнирах рулевого управления и других шарнирных узлах, работающих в возвратно-вращательном режиме.

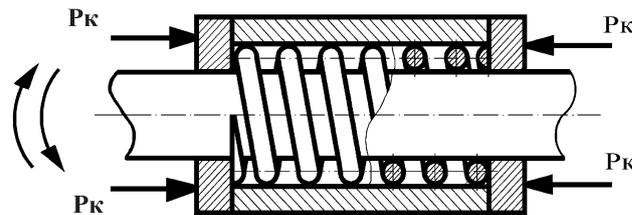


Рисунок 1 – Схема подшипника с подвижным пружинным вкладышем

Задача повышения эксплуатационных характеристик достигается введением в подшипник упругого промежуточного элемента – подвижного вкладыша в виде винтовой цилиндрической пружины, регулированием усилия сжатия которого  $P_k$  на рабочих поверхностях создается уплотнение, необходимое для ограничения окислительных процессов и возникновения активации поверхности микропластической деформацией.

Стабилизация режима и равномерность износа достигается тем, что при возвратно-вращательном движении вала или наружного кольца за счет закручивания или раскручивания при этом пружинного вкладыша возникает торможение соответственно на внутренней или наружной поверхностях, и пружинный вкладыш (благодаря возникающему при этом «эффекту храповика») принудительно поворачивается только в одном направлении, зависящем от направления навивки пружины. Кроме того, постоянно в процессе работы меняется линия контакта на рабочих поверхностях, что также ведет к снижению их износа.

Для подрегулировки уплотнения, например, с целью компенсации износа при ремонте, между одной из опорных шайб и торцом пружинного вкладыша при необходимости могут быть установлены регулировочные шайбы.

Для возбуждения и поддержания режима безыноса могут быть использованы (при выполнении отмеченных выше условий) различные методы, описанные в специальной литературе: введение в смазку металлоплакирующих присадок, специальная обработка методами ФАБО (финишная антифрикционная безабразивная обработка), применение материалов, содержащих металлоплакирующие компоненты, и др. [5-7].

Вероятность появления зазоров и натягов в сопряжении можно определить, воспользовавшись интегральной теоремой Лапласа [8]. При решении задач с применением интегральной теоремы Лапласа пользуются специальными таблицами, так как неопределенный интеграл не выражается через элементарные функции. Таблица для интеграла имеется в справочной литературе [8].

Посадки конического пружинного вкладыша не подчиняются традиционным методам расчета посадок, поэтому предложено ввести оригинальную методику расчета таких посадок. В традиционных подшипниках [9-12], работающих с зазором, эти условия не выполняются.

Предложен ремонтный комплект подшипника скольжения для возвратно-вращательного движения (рис. 2), состоящий из вала 1, наружного кольца 2 и размещенного между ними спирально-го вкладыша 3 в виде винтовой пружины. Спиральный вкладыш выполнен подвижным, коническим, с углом конуса от  $10^\circ$  до  $50^\circ$ , при этом диаметр проволоки пружины  $d$  равен половине зазора между диаметром вала  $D$  и диаметром отверстия вкладыша  $D+2d$ . При этом, он установлен с натягом по торцам, а также с натягом по внутренней и наружной поверхностям для обеспечения постоянства «эффекта храповика» [13, 14].

На данный подшипник получен патент на изобретение [15].

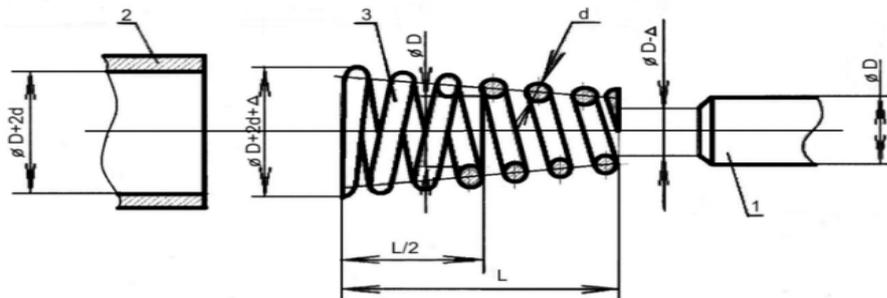


Рисунок 2 – Конический подшипник скольжения для возвратно-вращательного движения

В узле ремонтного комплекта сайлентблока амортизатора для снятия нагрузок, разрывающих резиновую втулку, применен подшипник скольжения с коническим пружинным вкладышем, установленный в расточенное отверстие втулки сайлентблока. Такой подшипник позволит резиновой втулке сайлентблока амортизатора не скручиваться, а воспринимать только радиальную нагрузку, т.е. служить демпфером, что в конечном счете повысит его эксплуатационную долговечность.

Коническая пружина в сайлентблоке предназначена для снятия напряжений в резине сайлентболка, возникающих при изменении нагрузки на автомобиль, а также в результате усилий сжатия-отбоя, возникающих на неровностях дороги. Поскольку сайлентблок закрепляется жестко, в его резиновой втулке возникают напряжения, стремящиеся разорвать резину. Поэтому пружинный вкладыш при изменении нагрузки будет поворачиваться в нужную сторону, тем самым снимая напряжения в резиновой втулке сайлентблока, которая в данной конструкции предназначена только для амортизации усилий и не работает на скручивание. Тем самым продлевается срок службы сайлентблока, который зачастую выходит из строя гораздо раньше самого амортизатора. Ремонтный комплект деталей для замены сайлентблока представлен на рис. 3.



Рисунок 3 – Установленный ремонтный комплект деталей для сайлентблока

Предлагаемые ремонтные комплекты могут быть использованы в железнодорожном, автомобильном транспорте, в узлах подвески, амортизаторах и гидроцилиндрах, рулевом управлении, карданных передачах, в подшипниковых узлах летательных аппаратов, электрических контакторах, швейном, горнодобывающем, нефтегазодобывающем и перерабатывающем производствах и некоторых других, где применяются традиционные подшипники скольжения и качения при больших нагрузках в возвратно-вращательном режиме.

При эксплуатационных испытаниях ремонтных комплектов получены следующие результаты:

- в сопряжении установленного ремонтного комплекта сайлентблока использованы нетрадиционные посадки конического пружинного вкладыша со втулками.
- повышается надежность и безопасность в эксплуатации, так как даже в случае поломки пружинного вкладыша ремонтный комплект будет продолжать функционировать;
- повышается равномерность износа за счет «эффекта храповика» пружинного вкладыша и улучшается распределение смазки за счет эффекта «маслосгонной резьбы»;
- возможно комбинированное с сайлентблоком использование подшипника;
- ремонтный комплект взаимозаменяем с серийными узлами, работающими в возвратно-вращательном режиме.

Работа выполнена в рамках грантового финансирования научного проекта ИРН: AP05133348 «Функциональный тюнинг трибосопряжений транспортной техники и технологического оборудования применением новых энергосберегающих технологий для повышения их ресурса работы».

#### Список литературы

1. Куранов В.Г. Износ и безыносность // В.Г. Куранов, А.Н. Виноградов, А.С. Денисов. - Саратов, СГТУ, 2000. - 136 с.
2. Куранов В.Г. Движение без трения и износа: учеб. пособие // В.Г. Куранов, А.Н. Виноградов. - Саратов: СГТУ, 2007. - 52 с.
3. Пат. 2162556 РФ МПК7F 16 C 17/00, 33/26. Подшипник скольжения для возвратно-вращательного движения / В.Г. Куранов, А.Н. Виноградов, А.В. Бузов, Ю.А. Петров, В.А. Каракозова - № 99107058/28; Заявлено 31.03.99; Оpubл. 27.01.01. Изобретения. Полезные модели. - 2001. - № 3. - 147 с.
4. Виноградов А.Н. Подшипники скольжения для возвратно-вращательного движения на основе новых трибологических принципов и эффектов / А.Н. Виноградов, В.Г. Куранов // Восстановление и упрочнение деталей машин: Межвуз. науч. сб. - Саратов: СГТУ, 2003. - С. 175-182.
5. Хрущев М.М. Абразивное изнашивание // М.М. Хрущев, М.А. Бабичев. - М.: Наука, 1970. - 252 с.
6. Протасов Б.В. Энергетические соотношения в трибосопряжении и прогнозирование его долговечности. - Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1979. - 152 с.
7. Крагельский И.В. Основы расчетов на трение и износ // И.В. Крагельский, М.Н. Добычин, В.С. Комбалов. - М.: Машиностроение, 1977. - 526 с.
8. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. пособие для вузов. - Изд. 7-е, стер. - М.: Высш. Шк, 2000. - 479 с.
9. CemSinanoglu, Fehmi Nair, M. BakiKaramis (2005). Effects of shaft surface texture on journal bearing pressure distribution. J. of material processing technology, 168,344-353
10. Strecker, William. Failure Analysis for Plain Bearings. Machinery Lubrication magazine, July-August 2004
11. Strecker, William. Troubleshooting Tilting Pad Thrust Bearings. Machinery Lubrication magazine, March-April 2004.
12. Yang B.S., and Lee, Y.H., and Choi, B.K., and Kim, H.J., Optimum Design Of Short Journal Bearings By Artificial Life Algorithm. J. Tribology International 34, 2001, Page 427-435.
13. Кушалиев Д.К. Теоретическое обоснование применения конического пружинного вкладыша взамен цилиндрического для подшипника возвратно-вращательного движения в сайлентблоках амортизаторов // Вестник Саратовского гос. тех. ун-та. - 2013. - № 1 (73). - С. 231-235.
14. Кушалиев Д.К. Разработка нового подшипника скольжения для возвратно-вращательного движения в узлах транспортной техники и его обработка суперфинишированием / А.Н. Виноградов, Д.К. Кушалиев, Б.Н. Салимов и др. // Life Science Journal (США). - 2014. - № 11(1s).-С. 286-290.
15. Пат. 2499920 Рос. Федерация: МПК F16C 17/00, 33/26. Подшипник скольжения для возвратно-вращательного движения // А.Н. Виноградов, В.Г. Куранов, В.В. Куранов, Д.К. Кушалиев, Е.Д. Линьков. - СГТУ им. Гагарина Ю.А. - 2012128063; Заявл. 03.07.2012; Оpubл. 27.11.2013, Бюл. № 33.
16. Berry, James. Oil Whirl and Whip Instabilities within Journal Bearings. Machinery Lubrication magazine, May-June 2005.

Получено 18.06.2019

МРНТИ 73.31.17, 73.43.01

**Ә. Мұратұлы, А.И. Недобитков**

Казахский гуманитарно-юридический инновационный университет, г. Усть-Каменогорск

**АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ПО УЛИЦЕ КАБАНБАЙ БАТЫРА  
Г. УСТЬ-КАМЕНОГОРСКА**

*В данной статье произведен анализ организации движения по улице Кабанбай батыра г. Усть-Каменогорска. Были получены результаты натурных наблюдений за процессом дорожного движения в реальных условиях по улице Кабанбай батыра г. Усть-Каменогорска, которые будут использованы для дальнейшего совершенствования ОДД по улице Кабанбай батыра.*

*Бұл мақала Өскемен қаласының Кабанбай батыр көшесіндегі қозғалысты ұйымдастыруды талдайды. Өскемен қаласының Кабанбай батыр көшесінің бойында нақты жағдайдағы жол қозғалысы үрдістерін бақылаудың нәтижелері алынған, ол Кабанбай батыр көшесінің бойындағы қозғалысты бақылауды одан әрі жетілдіру үшін қолданылатын болады.*

*This article analyzes the organization of traffic on Kabanbai Batyr Street, Ust-Kamenogorsk. The results of field observations of the traffic process in real conditions along Kabanbai Batyr Street, Ust-Kamenogorsk, were obtained, which will be used to further improve the traffic control along Kabanbai Batyr Street.*

**Ключевые слова:** дорожное движение, организация дорожного движения (ОДД), анализ ОДД, натурные наблюдения, исследование.

В настоящее время обеспечение безопасности движения и качества автомобильных дорог – главная задача организации дорожного движения (ОДД). В работе [1] показано, что специфические особенности и проблемы дорожного движения обусловлены, прежде всего, системой "водитель – автомобиль – дорога – среда движения" (ВАДС).

Эту систему обычно представляют в виде взаимосвязанных компонентов ВАД, функционирующих в среде С [1]. Кроме того, в структуре системы можно выделить механическую подсистему АД – «автомобиль – дорога» и биомеханические подсистемы ВА – «водитель – автомобиль» и ВД – «водитель – дорога», а также подсистемы СВ, СА, СД.

Безопасность дорожного движения зависит от надежности входящих в систему ВАДС компонентов. Очевидно, что для обеспечения безопасного функционирования системы требуются достаточно большие затраты, но при этом условия создания абсолютно безопасной системы невозможно, поскольку в нее входит человек, действия и ошибки которого существенно влияют на работоспособность системы в целом. Поэтому в настоящее время можно говорить о каком-то определенном уровне обеспечения надежности рассматриваемой системы. Установление этого уровня – достаточно сложная социально-экономическая задача [1].

В настоящее время сложилось устойчивое мнение, что на территории Евразийского экономического союза причиной 75-80% ДТП является нарушение водителями правил дорожного движения. В связи с этим необходимо указать, что по итогам проведенного анализа прокуратура ВКО выяснила, что Восточный Казахстан занимает третье место после Астаны и Алматы по уровню административных правонарушений [2]. По данным прокуратуры ВКО, за пять лет по области было зарегистрировано 1 751 636 правонарушений, которые совершили 1 626 381 граждан, что превышает всю численность населения Восточного Казахстана. Львиная доля привлеченных лиц приходится по линии дорожной полиции — 863 тысячи человек. Можно было бы предположить, что рост числа нарушений на дорогах связан с увеличением количества автотранспорта. Однако количество зарегистрированных транспортных средств на протяжении последних лет остается практически неизменным. Как считает прокуратура ВКО, проблема кроется в профилактике, а точнее — в ее отсутствии [2]. Но означает ли количество административных штрафов, превышающих население области, что жители и водители ВКО самые законопослушные в Республике Казахстан?

Рассмотрим это на конкретном примере улично-дорожной сети г. Усть-Каменогорска. Улица Кабанбай батыра находится в центре г. Усть-Каменогорска. Она пересекается со следующими улицами: ул. Питерских Коммунаров, ул. Новаторов, ул. Бурова и Пермитина, ул. Казахстан, ул. Кирова и Протозанова (рис. 1).

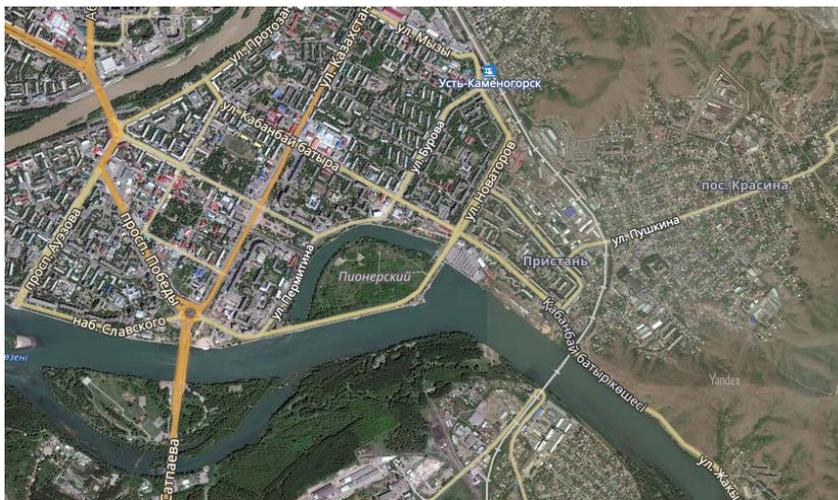


Рисунок 1 – Улица Кабанбай батыра

На основе литературных источников и документов [1-5] было проведено исследование организации дорожного движения на перекрестке улиц Кабанбай батыра-Казахстан. На данном перекрестке установлены камеры видеонаблюдения. Статистика Усть-Каменогорского административного суда показывает, что указанный перекресток находится в группе лидеров по количеству нарушений ПДД, связанных с лишением права управления транспортным средством по части 3 ст. 596 КоАП.

Натурным обследованием установлено, что на светофорном объекте улицы Кабанбай батыра в направлении от улицы Кирова в сторону улицы Казахстан установлены знаки 5.8.1 «Направление движения по полосам», 2.4 «Уступите дорогу», 5.16.2 «Пешеходный переход» (рис. 2).

Согласно знаку 5.8.1 «Направление движения по полосам» (рис. 2), движение в прямом направлении возможно только по одной полосе.

Натурным обследованием установлено, что на светофорном объекте улицы Казахстан в направлении от площади Республики в сторону улицы Кабанбай батыра установлены знаки 2.1. «Главная дорога», 5.16.2 «Пешеходный переход» (рис. 3).



Рисунок 2 – Дорожные знаки на светофорном объекте ул. Кабанбай батыра в направлении улицы Казахстан

Проезжая часть дороги по улице Казахстан имеет 2 полосы движения в каждом направлении. Согласно ПДД РК, движение с улицы Казахстан с маневром правого поворота на улицу Кабанбай батыра возможно только по крайней правой полосе.



Рисунок 3 – Дорожный знак 2.1 на светофорном объекте ул. Казахстан в направлении улицы Казахстан от площади Республики

Таким образом, движение как с улицы Кабанбай батыра, так и с улицы Казахстан на участок дороги в районе дома № 148 возможно только по одной полосе движения.

Натурным обследованием установлено, что на светофорном объекте улицы Кабанбай батыра в направлении улицы Кирова установлены знаки 5.8.1 «Направление движения по полосам», 2.4 «Уступите дорогу», 5.16.2 «Пешеходный переход» (рис. 4).



Рисунок 4 – Дорожные знаки на светофорном объекте ул. Кабанбай батыра в направлении улицы Казахстан от улицы Бурова

Согласно знаку 5.8.1 «Направление движения по полосам» (рис. 4), проезжая часть дороги данного направления имеет три полосы движения.

Натурным обследованием установлено, что на участке дороги в районе дома № 148 на улице Кабанбай батыра имеется местное уширение, вызванное наличием остановки общественного транспорта и двух выездов на дорогу, один из которых со стоянки, а второй - с прилегающей территории (рис. 5).



Рисунок 5 – Местное уширение на проезжей части дороги в районе дома № 148 по ул. Кабанбай Батыра

Согласно ПДД РК [3], количество полос движения для безрельсовых транспортных средств определяется разметкой или знаками 5.8.1, 5.8.2, 5.8.7, 5.8.8, а если их нет, то самими водителями с учетом ширины проезжей части дороги, габаритов транспортных средств и необходимых интервалов между ними. При этом стороной, предназначенной для встречного движения, считается половина ширины проезжей части дороги (либо дорожного полотна при невозможности определения края проезжей части дороги), расположенная слева, если организацией дорожного движения не определен иной порядок движения. При определении условной линии, отделяющей сторону, предназначенную для встречного движения, не принимается во внимание местное уширение проезжей части дороги (дорожного полотна).

Край проезжей части дороги определяется линией разметки, а при ее отсутствии условной линией, проходящей по кромке дорожного покрытия, а также в месте примыкания проезжей части дороги к трамвайным путям у края дороги. При невозможности определить кромку дорожного покрытия, в том числе и по дорожным условиям, край проезжей части дороги определяется самим участником дорожного движения по краю накатанной полосы. В процессе дальнейшего исследования натурным наблюдением установлено, что на участке регулируемого пешеходного перехода, расположенного в непосредственной близости от участка дороги в районе дома № 148 улицы Кабанбай батыра, проезжая часть дороги имеет по две полосы движения в каждом направлении.

На основании вышеизложенного на участке дороги в районе дома № 148 по ул. Кабанбай батыра происходит изменение полос движения, а именно: из двух полос в направлении от улицы Бурова в сторону улицы Казахстан становится три полосы, при этом в противоположном направлении остается одна полоса движения (рис. 6).

При этом дорожные знаки, вводящие определенные ограничения в связи с локальным изменением числа полос на исследуемом участке отсутствуют. Водитель транспортного средства, выполняющий правый поворот с улицы Казахстан на улицу Кабанбай батыра согласно имеющимся дорожным знакам, может лишь знать, что он съехал с главной дороги, но предвидеть число полос и их расположение на участке дороги вблизи дома № 148 не может, да и не должен, согласно ПДД РК. Но при последующем перестроении к центру проезжей части дороги водитель, который лишен возможности видеть дорожную разметку под снегом или грязью, автоматически окажется на встречной полосе движения и будет лишен права на управление транспортным средством по части 3 ст. 596 КоАП.

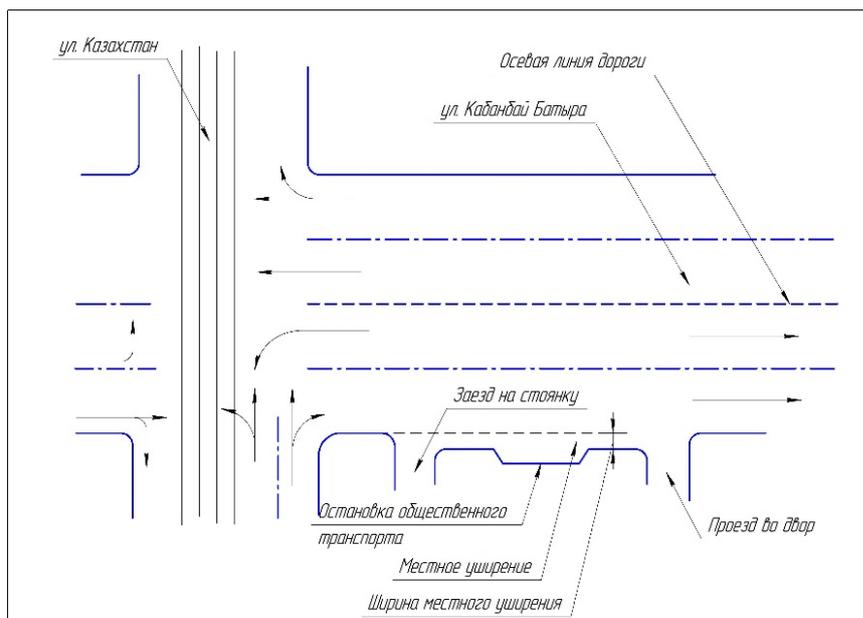


Рисунок 6 – Схема движения транспортных средств на исследуемом участке дороги

По результатам натурального наблюдения следует вывод, что дорожная разметка в весенне-осенний период и зимой не видна или трудно различима из-за наличия на дороге снега.

Согласно [4], при размещении дорожных знаков и светофоров должна быть обеспечена направленность передаваемой ими информации только тем участникам движения, для которых она предназначена. На участках дорог, где дорожная разметка, определяющая режим движения, трудно различима (снег, грязь и т.п.) или не может быть восстановлена, должны быть установлены соответствующие по значению дорожные знаки.

На основании проведенного исследования технические средства организации дорожного движения в районе дома № 148 по улице Кабанбай батыра не соответствуют п. 4.1 СТ РК 1412-2017 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств».

В таких условиях, согласно ч. 3 ст. 12 КоАП РК, «...любые сомнения в виновности толкуются в пользу лица, в отношении которого возбуждено дело об административном правонарушении. В его же пользу должны разрешаться и сомнения, возникающие при применении законодательства об административных правонарушениях».

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы. Организация дорожного движения на перекрестке улиц Казахстан – Кабанбай-батыра не соответствует требованиям СТ РК 1412-2017 и нуждается в совершенствовании. На основе полученных путем натурального исследования результатов разработаны мероприятия по устранению имеющихся недостатков, которые будут изложены в рамках дипломной работы.

#### Список литературы

1. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения: Учеб. для вузов / Г.И. Клинковштейн, М.Б. Афанасьев. – 5-е изд., перераб. и доп. – М: Транспорт, 2001. – 247 с.
2. Прокуратура ВКО призывает полицейских уйти с дорог и заняться профилактикой правонарушений. – Режим доступа: <https://yk-news.kz/news/>.
3. Правила дорожного движения Республики Казахстан (утверждены постановлением Правительства Республики Казахстан от 01.01.2018). – Изд-во: «Е-Алем».
4. СТ РК 1412-2017 Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих

устройств. – Режим доступа: [https://oo-dk.org/advice\\_for\\_drivers/436-st-rk-1412-2017-tehnicheskie-sredstva-regulirovanija-dorozhnogo-dvizhenija-pravila-primenenija.html](https://oo-dk.org/advice_for_drivers/436-st-rk-1412-2017-tehnicheskie-sredstva-regulirovanija-dorozhnogo-dvizhenija-pravila-primenenija.html).

5. Кременец Ю.А. Технические средства организации движения: Учеб. для вузов / Ю.А. Кременец, М.П. Печерский, М.Б. Афанасьев. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 279 с.
6. Горев А.Э. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения: Учеб. пособие для студ. высш. проф. образования / А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. – М.: ИЦ Академия, 2018. – 256 с.
7. Бадагуев Б.Т. Эксплуатация транспортных средств (организация и безопасность движения): Практическое пособие. – М.: Альфа-Пресс, 2017. – 240 с.

Получено 18.06.2019

---

МРНТИ 29.33.15, 29.33.47, 29.19.11

### Myakinin Alexandr

D. Serikbayev East Kazakhstan state technical university, Ust-Kamenogorsk,  
The Republic of Kazakhstan

#### BALLING PROCESS, STRUCTURAL PHASE STATE AND MECHANICAL PROPERTIES OF STAINLESS STEEL 316L PRODUCTS OBTAINED BY 3D PRINTING METHOD

*Представлены результаты исследования структуры и фазового состава образцов нержавеющей стали 316L, полученных методом селективного лазерного плавления на оборудовании Mlab Cusing R (Concept Laser). Физико-механические свойства исследованы с помощью рентгеноструктурного анализа, сканирующей электронной микроскопии и измерений микротвердости.*

*The results of the structure and phase composition investigation 316L stainless steel of samples formed by selective laser melting on Mlab Cusing R (Concept Laser) equipment are presented. The physical and mechanical properties investigation conducted by X-ray diffraction analysis, scanning electron microscopy, and microhardness measurements.*

*Mlab Cusing R (Concept Laser) жабдығын қолданып таңдаулы лазерлік балқыту арқылы алынған 316L тот баспайтын болаттан жасалған үлгілердің құрылымы мен фазалық құрамын зерттеу нәтижелері келтірілген. Физика-механикалық қасиеттер рентгендік дифракциялық анализ, сканерлеуші электронды микроскопия және микрожарықтық өлшеу көмегімен зерттелді.*

**Keywords:** Laser melting, stainless steel, structure, phase, mechanical properties

Additive production technologies allow create a prototype of any object from a computer model. Advantages of additive technologies over traditional methods of creating three-dimensional products from various materials – a significant reduction in production time and a reduction in the cost of finished products, regardless of the configuration of the product.

One of the promising technologies of additive production is selective laser melting, as well as its varieties. The principle of selective laser melting is to form a three-dimensional object by successively melting the layers of the powder material with a laser beam in accordance with the program (Figure 1).

Products obtained by selective laser melting from a powdery material have a high potential and high mechanical properties of the material used.

The search for ways to produce solid products is one of the main areas of research. Obtaining such structures is obtained by choosing laser parameters that are in a rather small range [1, 2].

In the process of selective laser melting, complex nonequilibrium processes occur, depending on the material itself, the particle size of the powder used and its properties, the properties of the laser, and the correct selection of the melting regimes.

The work used 316L stainless steel as one of the well-studied objects. Currently, the EKSTU began the production of prototypes by the method of selective laser melting. Therefore, the task was to investigate the mechanical properties and microstructure of the obtained samples, and compare them with similar samples obtained by selective laser melting methods by other organizations, as well as with samples obtained by traditional technology.

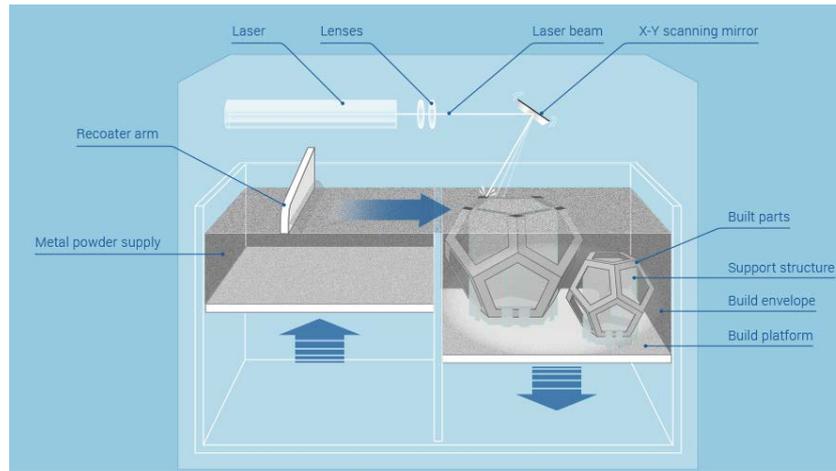


Figure 1 – The process of additive production by selective laser melting

The laser melting of the powder was carried out using the Mlab Cusing R machine manufactured by Concept Laser (Germany). The SLM process parameters were: a fiber laser power 90 W, a frequency 50 kHz, a scanning speed 500 mm/s, a spot size 100 μm. The process was carried out in a nitrogen atmosphere. The oxygen content (in accordance with the integrated sensors) at all stages was less than 0.1 %.

Tables 1, 2 show the chemical composition and mechanical properties declared by the manufacturer of the powder material (Concept Laser).

Table 1

Chemical composition of the material [3]

Component	Cr	Ni	Mo	Mn	Si	P	C	S	Fe
Indicative value (%)	16,5 –18,5	10,0 –13,0	2,0 –2,5	0 –2,0	0 –1,0	0, –0,045	0 –0,030	0 –0,030	Balance

Table 2

Mechanical properties of the material [3]

	90°	45°	0°
Yield strength $R_{p0,2}$	374±5 N/mm <sup>2</sup>	385±6 N/mm <sup>2</sup>	330±8 N/mm <sup>2</sup>
Tensile Strength $R_m$	650±5 N/mm <sup>2</sup>	640±7 N/mm <sup>2</sup>	529±8 N/mm <sup>2</sup>
Elongation A	65±4 %	63±5 %	63±5 %
Young's modulus	200·10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup>	200·10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup>	200·10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup>
Thermal conductivity	15 W/mK	15 W/mK	15 W/mK
Hardness	20 HRC	20 HRC	20 HRC

The structural-phase state of steel after laser melting was studied by X-ray diffraction analysis and scanning electron microscopy. The microhardness was measured using a DuraScan 20 microhardness tester (manufactured by EMCO TEST, Austria).with a vertical adjustment of the loading unit (50g, 10 sec), by Vickers indenting method.

The microstructure of the samples is shown in Figure 2. When the particles of the powder material are fused, the laser beam moves relative to the plane of the layer and fuses the previously distributed powder material, resulting in the formation of tracks. Cross sections of tracks fused with a laser are clearly visible in Figure 2a, b.

Figure 2c shows that the grains have a very thin dendritic substructure [4]. This substructure is formed by rapid cooling of the melt and is characteristic of austenitic steels treated with a laser. The growth of

grains is directional, but cellular structures are observed instead of dendrites [5]. The direction of grain growth leads to anisotropy of the printed material properties. The change in the characteristic size of the microstructure, due to cooling conditions, was studied in [6].

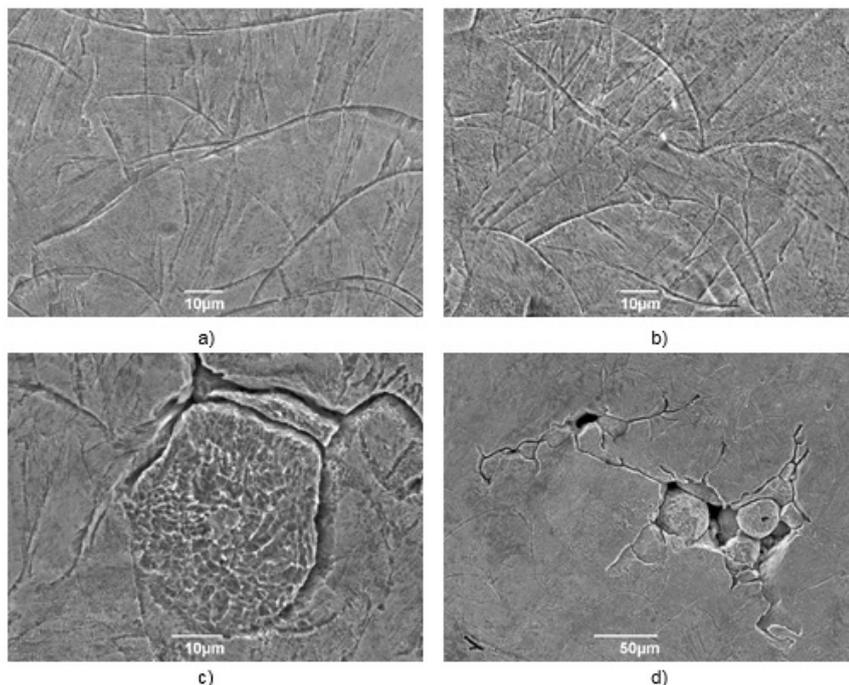


Figure 2 – Microstructure of the samples obtained

The results of X-ray phase analysis are shown in Figure 3. The peaks in the diffractogram correspond to the face-centered cubic phase, this fact proofs that powder steel after laser melting is in the austenitic state.

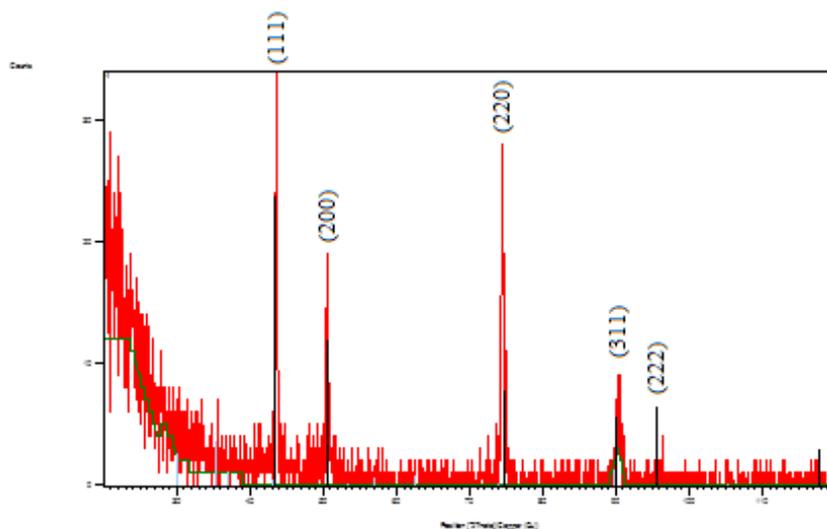


Figure 3 – Diffractogram of 316L steel obtained by selective laser melting

Figure 4 shows a nontypical structure of objects obtained by laser melting. Namely, in the structure there are few pits with 50  $\mu\text{m}$  droplets are observed.

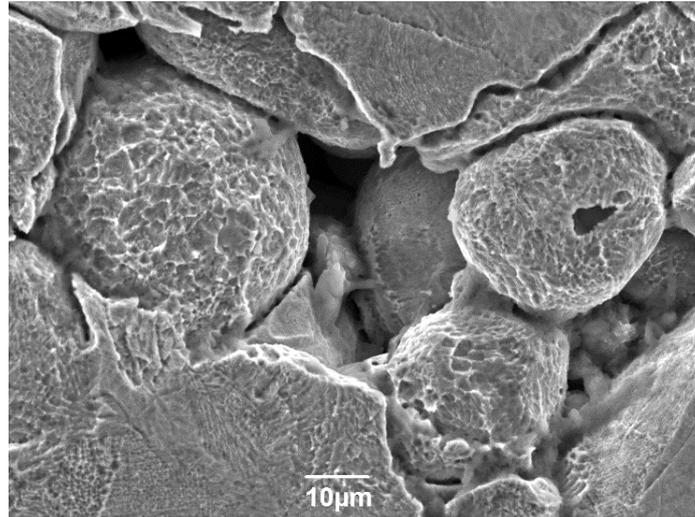


Figure 4 – Balling process of 316L steel with laser melting

Balling process occurs due to temperature gradients and the material instability during SLM process. The reason of this process is the surface tension, where the melt tends to reduce the free surface energy, forming a shape with a minimum surface area, i.e. sphere.

In this case, the Marangoni effect is observed in the melting zone, leading to convection currents due to the surface tension gradient as a function of temperature, and if convective currents are strong enough, the melted strip is divided into droplets. In addition, the drop under the influence of surface tension attracts adjacent particles of the powder, which leads to the formation of pits around the droplets and, ultimately, to an increase in porosity. Various mechanisms of balling process have been studied in [5, 7].

The hardness was determined by Vickers on the DuraScan 20 microhardness in the dimensions of prints created by indenting a diamond pyramid under a load of 50 g for a duration of 10 s. As an indenter, a tetrahedral diamond pyramid with a vertex angle of 136 ° was used. The microstructure was investigated by scanning electron microscopy with a magnification of 60 times [8-9]. The results of microhardness measurements are given in Table 3.

The microphotography of the near-surface region with the marks of the EDX points is shown in Figure 5. The chemical composition of the sample according to the results of the EDX analysis is given in Table 4.

Table 3

*The results of measuring the microhardness of 316L steel samples*

Sample	Vickers hardness HV (MPa)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
316L	918	983	995	992	1002	1101	892	1048	1033	1186

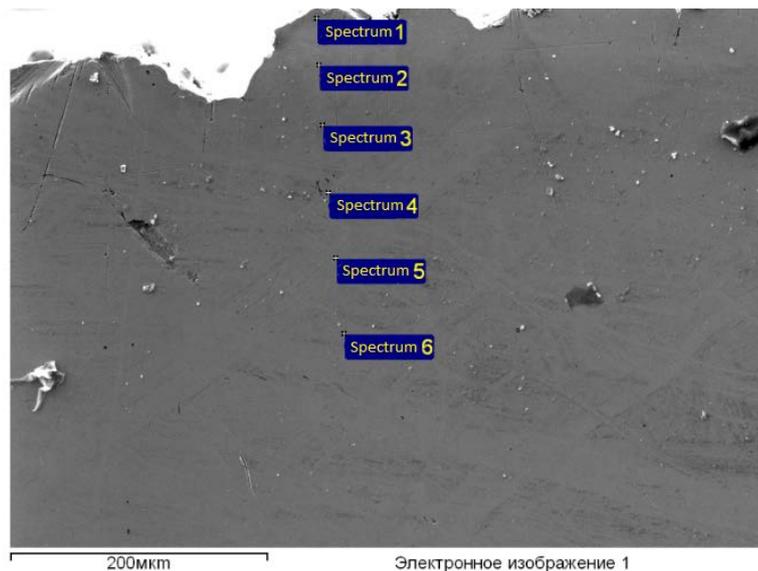


Figure 5 – Microphotography of the near-surface region with marks of EDX points

Table 4

*Chemical composition according to the results of EDX analysis*

Spectrum	In stats.	O	Si	Cr	Mn	Fe	Ni	Mo	Total
Spectrum 1	Yes	0,76	0,46	18,69	1,50	64,71	11,74	2,13	100,00
Spectrum 2	Yes	1,98	0,44	18,09	1,42	63,76	11,67	2,63	100,00
Spectrum 3	Yes	1,16	0,39	18,17	1,31	64,87	11,89	2,21	100,00
Spectrum 4	Yes	0,98	0,40	18,63	1,28	64,47	11,72	2,52	100,00
Spectrum 5	Yes	1,12	0,44	18,28	1,31	64,96	11,56	2,32	100,00
Spectrum 6	Yes	0,00	0,44	18,77	1,64	65,32	11,95	1,87	100,00
Average		1,00	0,43	18,44	1,41	64,68	11,76	2,28	100,00
AISI 316L			0-1,0	16,5-18,5	0-2,0	Balance	10,0-13,0	2,0-2,5	

From the results of the conducted studies it can be concluded that SLM is an effective method of powdered materials forming. The products quality characterized as samples with highly homogenous structure.

However, it should be noted that the formation of a qualitative melt band is associated with the search for the optimal region of process parameters (laser radiation power and scanning speed). When laser radiation is applied to particles, it is difficult to control the rapid processes of heating, melting and combining the powder particles at the location of the laser beam.

Viscosity and surface tension are key factors in the process of balling process. Increasing laser power and scanning speed can reduce the tendency for balling process, but excessive laser power and scanning speed will affect the accuracy of product sizes, as overheating of the powder will result in melting of the area outside the laser spot.

*The present work was carried out with the financial support of the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan for the targeted financing program "Targeted scientific and technical program of the D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University, focused on the development of new types of products for production at the leading industrial enterprises of the East Kazakhstan region" for 2017-2019 years.*

## References

1. Kruth, J. P., Levy, G., Klocke, F. Consolidation phenomena in laser and powder bed based layered manufacturing. *CIRP Annals*. 2007. no. 56. – pp. 730-759.
2. Vandenbroucke, B., Kruth, J.P. Selective laser melting of biocompatible metals for rapid manufacturing of medical parts. *Rapid Prototyping Journal*. 2007. no. 13. – pp. 196-203.
3. Concept Laser. *Concept Laser GmbH* [online]. [viewed 2018-03-28]. Available from: [https://www.concept-laser.de/fileadmin/user\\_upload/Datasheet\\_CL\\_20ES.pdf](https://www.concept-laser.de/fileadmin/user_upload/Datasheet_CL_20ES.pdf).
4. Pogrebnyak, A. D., Bagdasaryan, A. A., Yakushchenko, I. V., Beresnev, V. M. The structure and properties of high-entropy alloys and nitride coatings based on them. *Russian Chem. Reviews*. 2014. no. 83. – pp. 1027-1061.
5. Gu, D. D., Shen, Y. F. Balling phenomena in direct laser sintering of stainless steel powder: metallurgical mechanisms and control methods. *Materials and Design*. 2009. no. 30. pp. 2903–2910.
6. Hofmeister, W., Griffith, M. Solidification in direct metal deposition by LENS processing. *Jom*. 2001. no. 53. – pp. 30-34.
7. Gu, D. D., Shen, Y. F. Balling phenomena during direct laser sintering of multi-component Cu-based metal powder. *Journal of alloys and compounds*. 2007. no. 432. – pp. 163–166.
8. Shishkovskiy, I.V. Ispolzovanie selektivnogo lazernogo spekaniya v lite po vyiplavlyaemyim modelyarnykh/Liteynoe proizvodstvo. 1999. no. 7. pp. 19-22.
9. Pogrebnyak, A.D., Ivashchenko, V.I. A new type of (TiZrNbTaHf)N/ MoN nanocomposite coating: Microstructure and properties depending on energy of incident ions. *Composites Part B*. 2018. vol. 142. – pp. 85-94.

Получено 18.06.2019

---

ГРНТИ 44.31.35

**А.С. Никифоров, Е.В. Приходько, А.К. Кинжибекова, А.Е. Карманов, Ш.М. Шупеева**  
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, г. Павлодар

**АНАЛИЗ УСЛОВИЙ РАБОТЫ И МЕХАНИЗМОВ РАЗРУШЕНИЯ ФУТЕРОВОК  
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ АГРЕГАТОВ**

*В статье рассматривается характер и механизм разрушений футеровок высокотемпературных агрегатов. Приведены статистические данные по их работе, по результатам анализа которых определены основные причины вывода оборудования в ремонт, аварийные ситуации и т.д.*

*Мақалада ;оғары температуралы агрегаттардың футеровкаларының бұзылуының сипаты мен механизмі қарастырылады. Олардың жұмысы бойынша статистикалық мәліметтер келтірілген, талдау нәтижелері бойынша жабдықтарды жөндеуге шығарудың негізгі себептері, авариялық жағдайлар және т.б. анықталған.*

*The article discusses the nature and mechanism of destruction of linings of high-temperature units. The statistical data on their work are given, according to the results of the analysis of which the main reasons for equipment withdrawal for repair, emergencies, etc. are identified.*

**Ключевые слова:** футеровка, высокотемпературные агрегаты, разрушение, разогрев.

В настоящее время в различных отраслях промышленности широко применяются промышленные печи различного назначения, сушильные установки, теплосиловые установки, имеющие в конструкции футеровку.

В процессе эксплуатации оборудования футеровка рассматриваемых агрегатов разрушается и подлежит ремонту. С учётом того, что затраты на огнеупорные материалы значительно сказываются на стоимости конечного продукта, возникает необходимость применения инновационных технологий для снижения удельного расхода огнеупоров на единицу выпускаемой продукции посредством разработки технологических режимов сушки, разогрева и охлаждения агрегатов.

Основными причинами, приводящими к разрушению огнеупорной защиты печей, являются: а) сколы элементов огнеупорного кирпича; б) вспучивание футеровки; в) химическое взаимодей-

ствие между обрабатываемым материалом и поверхностью футеровки; г) абразивное истирание огнеупорной поверхности. Степень влияния указанных причин на стойкость футеровки проявляется по-разному в зависимости от места нахождения рассматриваемой зоны печи.

Кроме того, в результате вращения печи, деформаций поперечного и продольного изгиба, появления скручивания при пуске и остановке высокотемпературных агрегатов футеровка испытывает значительные знакопеременные механические напряжения. Необходимо также отметить, что современные мощные вращающиеся печи работают под открытым небом, например в г. Павлодаре (Республика Казахстан) и в г. Ачинске (Российская Федерация), т.е. эксплуатируются в сложных климатических условиях, что также влияет на надежность работы этих агрегатов.

Рассмотрим тепловую работу футеровки вращающихся печей на примере печей спекания и кальцинации глинозёмного производства. Эти печи можно условно разделить на 4 зоны.

В печах кальцинации: первая зона – зона сушки, где удаляется влага, гидрат нагревается до 200 °С, в то время как газы охлаждаются от 500 до 300-200 °С; вторая зона – зона обезвоживания, в которой гидрат превращается при 900 °С в гамма-модификацию ( $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ ), а газы соответственно охлаждаются от 1050 до 600 °С; третья зона – зона прокаливания, где температура среды составляет 1250 °С, а гамма-модификация частично переходит в альфа-модификацию ( $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ). Объем исходного продукта уменьшается примерно на 13 %, а твердость повышается, что усиливает абразивное воздействие глинозема на футеровку; четвертая зона – зона охлаждения, в которой материал охлаждается до 1100 °С и затем ссыпается в холодильник.

В печах спекания перерабатывается шихта из смеси красного шлама, известняка и соды. Здесь первая зона – зона сушки и подогрева сырья с температурой порядка 500 °С; вторая зона – зона кальцинирования, где температура среды достигает 900 °С; третья зона – зона спекания, где температура возрастает до своего максимального значения 1100-1250 °С; в четвертой зоне полученный спек начинает охлаждаться. Отходящие из печи газы имеют температуру порядка 250-350 °С.

Таким образом, по длине печи спекания существуют зоны, где материал претерпевает разные физические изменения и, соответственно, имеются различия в тепловой работе футеровки. Первая зона – сушки. Особенность этой зоны – невысокие температуры, вследствие чего спекание кладочного шва отстает по времени или не происходит совсем. Периодически, по мере вращения печи, на футеровку накатывается холодный материал из зоны пульпового факела, что вызывает охлаждение рабочей поверхности кирпича, а значит и линейную усадку, в связи с чем возможен отрыв кирпича от шва.

Зона кальцинации имеет наилучшие условия эксплуатации – кирпич по рабочей поверхности спечен со швами, зажатие умеренное, плотное. В зоне кальцинации существует объективный процесс, сокращающий срок службы футеровки – вырождение кирпича в верхней зоне из-за пропитывания шамота веществами шихты. Основной износ кладки происходит вследствие скалывания частей огнеупора из-за неудовлетворительного ведения процессов разогрева и охлаждения печи. Типичная картина разрушений футеровки – трещины, глубиной до 20-30 мм, длиной до 3,5-4 метров (рис. 4 а, б, в). На рис. 1 в показан скол огнеупора глубиной около 15 мм, длиной до 40 мм. В этой зоне сколы встречаются нечасто (около 2 сколов на 5 м<sup>2</sup>).

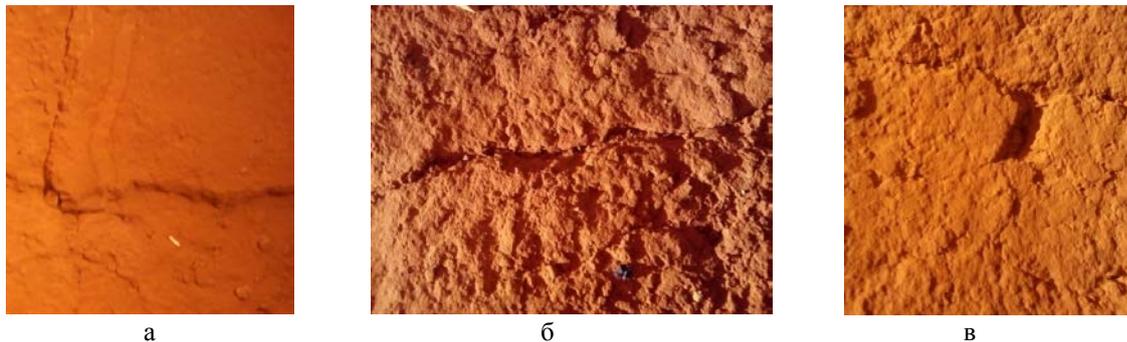


Рисунок 1 – Трещины в футеровке печи спекания

Футеровка в зоне спекания должна быть закрыта гарнисажем и износ огнеупоров должен быть минимальным. Проведённые обследования показали, что износ футеровки в зоне спекания обусловлен отсутствием гарнисажа, вследствие низкой степени стойкости шамота к щелочной жидкой фазе.

Второй составляющей износа является «прожог» футеровки. «Прожог» является результатом термохимического процесса износа шамота щелочными расплавами. На рис. 2 показан пример частичного «прожога» футеровки на термограмме внешней поверхности кожура зоны спекания.



Рисунок 2 – Внешняя поверхность печи спекания

Футеровка зоны охлаждения изнашивается быстрее вследствие, во-первых, циклических перепадов температур, вызванных вращением печи и попеременным воздействием спёка с температурой около 950 °С и воздуха с температурой 300 °С. Во-вторых, спёк содержит щелочную жидкую фазу, которая является причиной химического износа шамота. Это обуславливает разрушение огнеупоров в виде чешуйчатого скалывания кирпича.

Печь кальцинации в тепловом отношении во многом схожа с печами спекания. Остановимся кратко на особенностях её работы и проиллюстрируем износ футеровки фотографиями. Внутри печь на всю длину футерована огнеупорным шамотным кирпичом марки ШЦУ. На длине 60-65 м (со стороны загрузки) толщина футеровки 200 мм, на остальной длине – 230 мм.

Первая зона печи – зона сушки. В ней удаляется внешняя (физическая) влага гидрата, материал нагревается до 200-250 °С. Температура газов, поступающих в зону сушки – около 600 °С, на выходе – около 200-250 °С.

Далее расположена зона кальцинации, где из материала удаляется вся кристаллизационная (химическая) влага, а материал нагревается до 900–950 °С, при этом образуется глинозём гамма-модификации при температуре отходящих газов около 600 – 700 °С. На рис. 3 показана глубина пропитки шамотного огнеупора из зоны кальцинации, достигающая 15 мм.



Рисунок 3 – Глубина пропитки шамотного огнеупора из зоны кальцинации

Третья зона – зона прокали, в которой начинается активное образование альфа-модификации глинозёма. Температура глинозема на выходе из зоны прокали – 1200 °С, температура газовой среды – 1300–1400 °С. Характерные разрушения футеровки этой зоны – редкие сколы и трещины (рис. 4).



Рисунок 4 – Состояние футеровки зоны прокали

Четвертая – зона охлаждения. В зоне охлаждения глинозем, находясь уже за топливным факелом, охлаждается до температуры 600÷900 °С. В этой зоне вследствие циклических температурных режимов, аналогичных печи спекания, имеет место износ футеровки в виде чешуйчатого скалывания (рис. 5).

Таким образом, стойкость футеровки вращающихся печей в большей степени зависит от перепадов температур, нежели от химического воздействия технологического материала. В связи с чем инструкцией по эксплуатации печей предусмотрены следующие меры по обеспечению долговечности кладки: правильный технологический ход печи и отсутствие её остановок.

Следует отметить, что футеровка вращающейся печи при каждом обороте корпуса подвергается воздействию сред с различными температурами – технологического материала и печной среды. Во время контакта с газовой средой при каждом обороте свечи температура футеровки повышается, а при контакте с обжигаемым материалом понижается. Амплитуда колебаний температуры поверхности футеровки достигает 40–100 °С, а число их составляет 1400 в сутки [1].



Рисунок 5 – Износ футеровки в виде чешуйчатого скалывания

При прочих равных условиях быстрее всего разрушается футеровка в печах, работающих на угле и мазуте. Примерно в 1,4-1,7 раза повышается стойкость футеровки при использовании газа. К главному фактору, обеспечивающему продолжительность сроков её службы, относится образование гарнисажа на поверхности футеровки в зоне спекания. При температуре 1300–1450 °С происходит частичное плавление сырьевой смеси, взаимодействие с материалом футеровки с образованием гарнисажа [2].

Средняя стойкость футеровки вращающихся печей составляет около 250 суток. Она определяется стойкостью зоны спекания. В других менее термонапряженных зонах стойкость составляет в среднем один-два года [1].

Анализ работы данных печей показал, что их футеровка выводится в капитальный ремонт в среднем один раз в год на срок 45 суток. Текущие ремонты составляют от 10 до 30 суток и проводятся один-два раза в год. При текущем ремонте производится замена 30 погонных метра футеровки; при капитальном ремонте кладка меняется полностью. Ежегодно проводится один капитальный ремонт или один-два текущих ремонта. Таким образом, средняя стойкость футеровки рассматриваемых печей составляет около 270 суток. На рис. 6 приведена статистика продолжительности ремонтных работ за последние четыре года на одной из печей спекания.

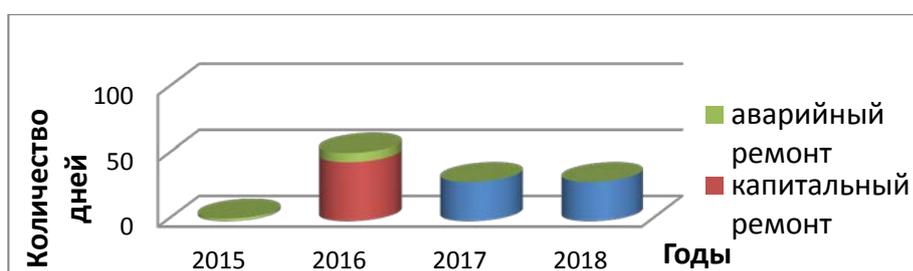


Рисунок 6 – Продолжительность ремонтных работ на печи спекания

Более общая картина по продолжительности ремонтных работ на восьми печах спекания в период с 2015 по 2018 года приведена на рис. 7.

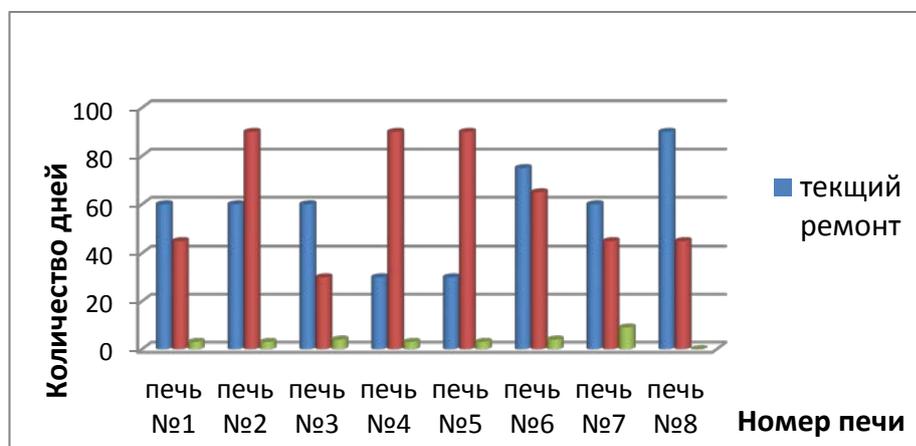


Рисунок 7 – Длительность ремонтных работ на печах спекания (2015-2018 гг.)

Проведем краткий анализ нестационарных тепловых режимов работы печей кальцинации и спекания. Разогрев и охлаждение вращающихся печей по производству глинозема во многом определяет продолжительность их рабочей кампании. Превышение допустимых скоростей нагрева огнеупорной футеровки приводит к появлению опасных разрушающих напряжений и, как след-

ствии, ведет к образованию трещин, сколов отдельных кирпичей и фрагментов футеровки. Как показывает статистический анализ, имеется четкая зависимость длительности межремонтной кампании от скорости разогрева футеровки.

Рассматриваемая модель печи представлена на рис. 8, где на внешней поверхности печи происходит теплообмен по закону Ньютона, а на внутренней поверхности температура задается из графика разогрева (рис. 9).

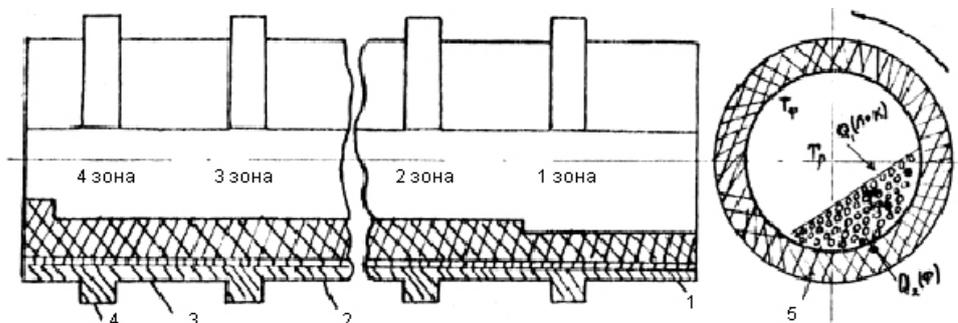


Рисунок 8 – Разрез вращающейся печи: 1 – шамотный огнеупор; 2 – засыпка; 3 – корпус; 4 – бандаж

После капремонта необходим более длительный период разогрева, так как футеруемый материал сырой и большая часть поверхности кладки не имеет гарнисаж. При непродолжительных остановках, вызванных профилактическими работами или технологическими срывами, высокотемпературные агрегаты запускаются по ускоренному графику. Наличие в горячих зонах гарнисажа и достаточная монолитность системы – огнеупорный кирпич + швы + подушка + корпус – позволяют значительно быстрее вводить агрегат в строй. Заводские графики разогрева (36- и 9-часовые) приведены на рис. 8, 9.

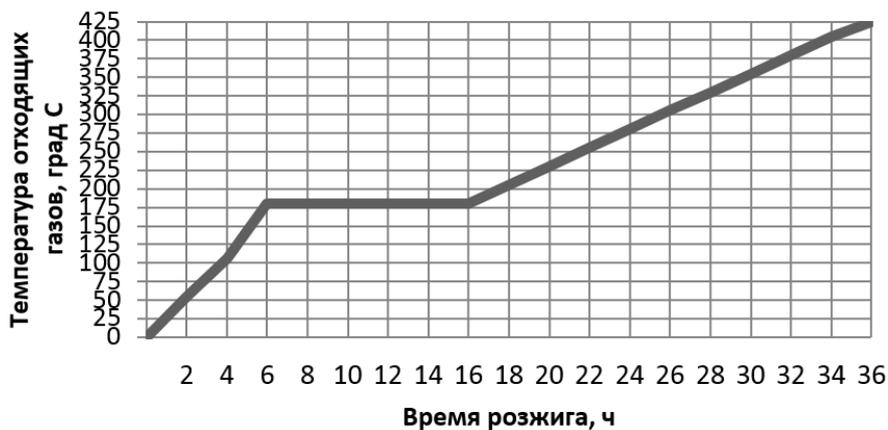


Рисунок 8 – 36-часовой график разогрева печи спекания

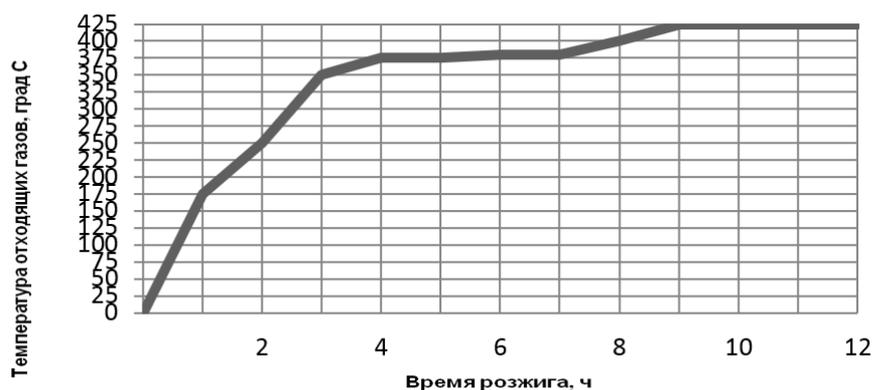


Рисунок 9 – 9-часовой график разогрева печи спекания

На рис. 10 приведен действительный графики разогрева печи спекания по 9-часовой программе, построенный на основании данных термопар, установленных в футеровке.



Рисунок 10 – Действительный график разогрева печи спекания после капитального ремонта

На графике разогрева видно, что от 0 ч 30 мин до 1 ч 10 мин имеется скачок температуры, средняя скорость разогрева  $2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ . Далее скорость составляет  $0,44\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$  разогрева до 4 ч 40 мин. Потом делают температурную выдержку (полочку) 6 ч 30 мин и после этого поднимают температуру разогрева со средней скоростью  $0,61\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$  до температуры  $381\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Затем снова делают выдержку для релаксаций температурных напряжений продолжительностью 13 часов и в конце процесса разогрева температуру поднимают по  $0,27\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$  до температуры  $438\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

- проведено обследование и сбор данных по эксплуатации действующего высокотемпературного оборудования: печей спекания и кальцинации;
- выяснены основные причины вывода оборудования в ремонт, аварийные ситуации и т.д.

#### Список литературы

1. Исламов М.Ш. Проектирование и эксплуатация промышленных печей. – Л.: Химия, 1986. – 280 с.
2. Алексеев Б.В. Технология производства цемента. – М.: Высшая школа, 1980. – 264 с.

Получено 18.06.2019

МРНТИ 29.19.29, 29.19.31

**С.В. Плотников, А. Тұрлыбекұлы, А.А. Мякинин, С.А. Жанысов**Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск**ИЗМЕРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕРХПРОВОДЯЩЕГО ПРОВОДА ДЛЯ МРТ**

*В статье рассмотрено явление сверхпроводимости и представлены результаты исследования характеристик сверхпроводящего провода для МРТ (магнитно-резонансная томография), разработанного ВКГТУ им. Д. Серикбаева совместно с УМЗ (Ульбинский металлургический завод) в рамках программно-целевого финансирования МОН РК.*

*Мақалада жоғары өткізгіштік құбылысы қарастырылды және ҚР БҒМ-нің бағдарламалық-мақсатты қаржыландыру шеңберінде Д. Серікбаев атындағы ШҚМТУ мен ҮМЗ (Үлбі металлургиялық зауыты) бірлесіп әзірлеген МРТ үшін аса өткізгіш сымдардың сипаттамаларын зерттеу нәтижелері (магнитті-резонанстық томография) ұсынылған.*

*The article discusses the phenomenon of superconductivity and presents the results of the study of the characteristics of the superconducting wire for MRI (magnetic resonance imaging), developed by EKSTU. named after D. Serikbayev together with the Ulba Metallurgical Plant (Ulba Metallurgical Plant) in the framework of program-targeted financing of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan.*

**Ключевые слова:** сверхпроводник, ниобий, титан, структура, проводимость, сплав, плавление, однородность.

Многие известные технологии получения сверхпроводящих проводов включают операции сборки, горячее выдавливание, холодную деформацию и повторяющиеся циклы холодной деформации с отжигами. Технология изготовления сверхпроводящих проводов в значительной степени определяется требованиями к этим проводам по размерам сечения, длины, величины критического тока, потерям при перемагничивании [1]. В результате технологических операций, связанных с повторяющимися циклами холодной деформации и отжигами, критическая плотность тока в проводе возрастает. Так, для провода сечением 2,5·3,5 мм, изготовленного в промышленных условиях, критическая плотность тока составила в поле 5 Тл  $0,68 \cdot 10^5$  А/см<sup>2</sup> (табл. 1).

- Были получены экспериментальные данные по количеству жил, которое составило 24 шт.
- Коэффициент заполнения Cu/Nb-Ti – 6,5 (±10 %), КЗ по СП – 13,3 %.
- Диаметр единичной жилы - 0,089 мм (89 мкм).

Таблица 1

*Критический ток поля*

Критический ток в полях (I <sub>к</sub> при 4,2 К, А не менее)			
2Т	3Т	4Т	5Т
750	590	490	400

На основе полученных данных были разработаны методики проведения измерений и проведены испытания в НЦ и ИЦ АО УМЗ по определению шага скрутки и коэффициента заполнения Cu/Nb-Ti (табл. 2).

Шаг скрутки – расстояние между двумя точками, соответствующее одному полному витку элемента скрутки, измеренное в направлении продольной оси провода.

Подготовленный образец помещают в химическую пробирку, заполненную концентрированной азотной кислотой, и удаляют поверхностный слой меди до появления оголенного пучка сверхпроводящих жил, не допуская растворения меди внутри пучка [2].

Таблица 2

*Шаг скрутки и коэффициент заполнения Cu/Nb-Ti*

Параметр	Количество стренг, шт	Коэффициент заполнения Cu/Nb-Ti, %	Шаг скрутки, мм
Расчетный	24	6,5±10	25±5
Фактический	24	6,7	27

Главными отличительными особенностями сверхпроводящих проводов являются:

- высокая плотность тока (в десятки и сотни раз превышающая допустимые плотности токов в электротехнических меди и алюминии);
- нулевое сопротивление на постоянном токе – возможность длительной работы в режиме «замороженного потока»;
- низкие потери энергии в изменяющихся полях и на переменном токе;
- нелинейная вольт-амперная характеристика, однако за эти преимущества приходится платить необходимостью охлаждения до криогенных температур: НТСР ниже < 20К, ВТСР 30-78 К [3].

Именно необходимость глубокого охлаждения и связанные с этим капитальные и энергетические затраты были основными препятствиями широкому промышленному внедрению низкотемпературных сверхпроводниковых технологий в электроэнергетику, электротехнику и другие области. Единственным исключением является применение сверхпроводящих магнитов для медицинских магниторезонансных томографов. Здесь сверхпроводниковая технология позволила решать задачи, недоступные другим методам медицинской диагностики.

Получение сверхпроводящих проводов в стабилизирующей оболочке из меди и её сплавов на основе деформируемых, например ниобий-титановых сплавов, является технология, которая состоит в следующем [4]. Слиток из ниобий-титанового сплава помещают в стакан из меди или её сплава, герметизируют, нагревают до температуры 510-670 °С, выдавливают на пруток. После выдавливания передний и задний концы прутка, имеющие искаженную геометрию конструкции провода – «концевые эффекты», отрезают, и пруток деформируют на прессе 1600 тс в холодную до получения требуемого размера. Затем холодное деформированный пруток разрезают на мерные части, которые помещают в стакан, проводят герметизацию, нагрев, выдавливание в многоволоконный пруток.

Заготовка из Nb-50 мас.% Ti сплава по цилиндрической поверхности обертывали Nb листом, помещали в медный стакан, герметизировали в вакууме, полученную заготовку нагревали до температуры 580 °С в течение 1,5 часов и выдавливали на пруток на 630 тс прессе. После холодного волочения получали шестигранный профиль, от которого отрезали 55 мерных прутков, помещали в медный стакан, герметизировали в вакууме, полученную композитную заготовку нагревали до температуры 580°С в течение 1,5 часов и выдавливали на пруток. 55-волоконный пруток деформировали в холодную на шестигранник под ключ 6 мм с деформациями 50% и промежуточными отжигами в течение 12 часов при температуре 385°С. Затем отрезали 54 мерных прутка и вместе с медным шестигранником помещали в медную трубу с внешним диаметром 61 мм, получая последнюю композитную заготовку. Исходя из конкретных размеров медного стакана и вставленных прутков определяли величину деформации, необходимую для устранения всех зазоров внутри последней композитной заготовки. В нашем конкретном случае она составляла 11%. С учетом дополнительной 10% деформации, обеспечивающей возможность осуществления металлургической связи элементов композитной заготовки при последующем отжиге, суммарная деформация должна быть не менее 21%. Исходя из технологических соображений суммарная холодная деформация была назначена около 30%. Передний конец последней композитной заготовки подсоединяли со специально изготовленной стальной захваткой и проводили волочение на цепном стане за несколько проходов до диаметра 48 мм[5]. Следует отметить, что в прутке диаметром 48 мм отсутствовали концы с искаженной геометрией поперечного сечения, присущие прототипу. Пруток подвергали дополнительному отжигу при температуре 385 °С 12 час, обеспечивающему металлургическую связь элементов композитной заготовки, и затем путем холодной деформации с отжига-

ми по 12 часов при температуре 385 °С в диапазоне деформаций 35-65 % и заключительной деформации были изготовлены прямоугольные провода сечением 3,5-2 мм, 4-7 мм. В результате определений критической плотности тока в поле 5 Тл были получены следующие данные: для провода сечением 2-3,5 мм –  $2,1 \cdot 10^5$  А/см<sup>2</sup>; для провода сечением 4-7 мм –  $1,5 \cdot 10^5$  А/см<sup>2</sup>.

Аналогичные результаты были получены при температурах промежуточного отжига 420°С, при более высоких температурах промежуточного отжига отмечалась повышенная обрывность провода. При температурах промежуточного отжига менее 385°С не достигалась металлургическая связь элементов холоднодеформированной последней композитной заготовки, что приводило к браку.

Была разработана и осуществлена технология получения композитной заготовки длиной до 6 метров и весом до 150 кг. Предлагаемый способ может быть использован для изготовления проводов и малых значений площади поперечного сечения с повышенной токонесущей способностью.

На основании проведенных исследований однородности химического состава слитков из высокопрочного псевдо-β-титанового сплава, легированного РЗМ, сформулированы несколько критериев, которые необходимо учитывать при разработке технологии его выплавки.

Были получены экспериментальные данные по количеству жил, которое составило – 24 шт., коэффициенту заполнения Cu/Nb-Ti – 6,5 (±10 %), который составил КЗ по СП 13,3 %.

Диаметр единичной жилы – 0,089 мм (89 мкм).

#### Список литературы

1. Schneider T.R. Energy application of superconductivity // Annu. Rev. Energy and Electron. – 1991. – V. 16. – P. 533-555.
2. Schmuser P. Superconducting magnets for particle accelerations // Repts. Progr. Phys. – 1991. – V. 54, №5. – P. 683-730.
3. Денисов А.Г. Основные направления развития радиоэлектроники СВЧ на основе сверхпроводимости // Электронная промышленность. – 1992. – № 2. – С. 2-7.
4. Bednorz J.G., Muller K.A. Possible high T<sub>c</sub> superconductivity in the Ba-La-Cu-O system // Z. Phys. B. – 1986. – V. 64. – P. 189-193.
5. Mikhailov B.P. High-temperature superconductors investigation, designs, and applications // Russ. J. Inorganic Materials. – 2004. – V. 49, Suppl. 1. – P. S57-S85.

Получено 18.06.2019

---

МРНТИ 28.23.24

**А.Б. Рыспаев, О.Е. Бакланова**

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

#### СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РАСПОЗНАВАНИЕМ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ

*В статье рассматривается алгоритм системы распознавания изолированных слов, а также реализованный программный проект – компьютерная модель системы распознавания слов в среде Visual Studio с использованием встроенных функций.*

*Мақалада оқшауланған сөздерді танудың алгоритмі, сондай-ақ енгізілген бағдарламалық жасақтама жобасы – кірістірілген функцияларды қолданатын Visual Studio ортасында сөздерді тану жүйесінің компьютерлік моделі талқыланады.*

*The article discusses the algorithm of the recognition of isolated words, as well as the implemented software project - a computer model of the word recognition system in the Visual Studio using built-in functions.*

**Ключевые слова:** распознавание речи, цифровая система обработки сигналов, дискретное преобразование Фурье, цифровая фильтрация.

В настоящее время активно проводятся исследования по созданию системы и технологий распознавания речи, которые могли бы эффективно преобразовывать вводимую в компьютер слитную речь от неизвестного диктора в корректное текстовое сообщение с гарантированным уровнем достоверности в реальном масштабе времени. В данной области ведут исследования компании: IBM, Philips, Dragon Systems, Cognitive Technologies, Истрасофт, Сакрамент и др., что говорит об актуальности данной темы исследования.

Исследование имеющихся систем распознавания речи (Dragon NaturallySpeaking [1], Sakrament ASR Engine [2], Voice-Mode [3], SIRIUS [4]) продемонстрировало, что создатели формируют специальные дикторнезависимые концепции либо сложные комплексы с целью исследования речевых дополнений, предоставляющие значительную достоверность распознавания при незначительных установках в словаре, или пользовательские дополнения, предоставляющие вероятность голосового управления ПК и речевого ввода слова.

Процесс решения задачи распознавания изолированных слов можно разделить на четыре основных этапа [5]:

- ввод сигнала из внешней среды в систему;
- нахождение конечных точек слова;
- экстракция характеристик сигнала;
- определение результата распознавания.

*Ввод сигнала из внешней среды в систему.* Выделение слова из непрерывного потока входящей информации является сложной задачей в силу особенностей голоса, окружающей среды и аппаратуры, с помощью которой производится запись звукового сигнала.

Речь является нестационарным сигналом, характеристики которого часто меняются во времени, но известно, что для большинства фоновых характеристик сигнала остаются постоянными в течение короткого промежутка времени (5-100 мс) и в его пределах сигнал можно считать стационарным. Цифровые сигнальные процессоры имеют программную, а некоторые реализации и аппаратную поддержку специфических для обработки сигналов математических функций, таких как преобразование Фурье [6].

*Нахождение конечных точек слова.* Основной единицей обработки оцифрованного сигнала является *фрейм* – массив отсчетов, соответствующий определенному временному промежутку.

Фреймы являются более подходящей единицей анализа данных, чем конкретные значения сигнала, так как анализировать волны намного удобнее на некотором промежутке, чем в конкретных точках. Расположение же фреймов «внахлест» позволяет сгладить результаты анализа фреймов, превращая идею фреймов в некоторое «окно», движущееся вдоль исходной функции (значений сигнала).

Опытным путём установлено, что оптимальная длина фрейма должна соответствовать промежутку в 10 мс, «нахлест» – 50%. С учётом того, что средняя длина слова (по крайней мере в наших экспериментах) составляет 500 мс, такой шаг даст нам примерно  $500 / (10 * 0,5) = 100$  фреймов на слово [7].

Для выделения слова из непрерывного потока информации в реальном масштабе времени может использоваться простой, но в то же время достаточно эффективный метод определения конечных точек Рабинера-Самбура, основанный на подсчете энергии фрейма и частоты переходов через нуль. Данный метод требует меньшего объема вычислений из-за отсутствия дополнительного преобразования сигнала из временной области в частотную.

Под энергией фрейма в данном случае понимается нормированная сумма абсолютных значений амплитуд дискретных отсчетов сигнала:

$$E = \frac{1}{K} \sum_{n=1}^N A_n, \quad (1)$$

где  $K$  – коэффициент нормировки;  $N$  – длина фрейма.

Для вычисления значения энергии могут быть использованы иные методы расчета, например нахождение евклидовой нормы. Поскольку для сигнальных процессоров минимальной единицей памяти является 2 байта, а также тот факт, что разрешающая способность аудиокодека, с помощью

которого производится оцифровка звукового сигнала, равна 16 битам, то в качестве структур для хранения информации предпочтение отдается массивам, содержащим двухбайтовые элементы.

*Выделение характеристик речевой информации. Мел-кепстральные коэффициенты.* Как только слово было выделено из потока входных данных, начинается следующий этап процесса распознавания – выделение характеристик. Здесь могут применяться различные методики, например методика нахождения *мел-кепстральных коэффициентов* или коэффициентов линейного предсказания. Главной задачей на данном этапе является выделение неких параметров сигнала, причем число этих параметров должно быть минимально, чтобы ускорить сравнение с наборами параметров из библиотеки, и в то же время данные параметры должны быть такими, чтобы по ним можно было достаточно точно определить конкретное слово [8].

Мел-кепстральные коэффициенты – это своеобразное представление энергии спектра сигнала. Органы слуха человека обладают свойством частотного маскирования – ситуация, когда нормально слышимый звук накрывается другим громким звуком с близкой частотой. Данная характеристика зависит от частоты сигнала и варьируется от 100 Гц для низких слышимых частот до более 4000 Гц для высоких частот.

Следовательно, область слышимых частот можно разделить на несколько критических полос, которые обозначают падение чувствительности уха для более высоких частот. Однако в отличие от частоты, которая абсолютна и не зависит от органов слуха, критические полосы определяются в соответствии со слуховым восприятием. В итоге они образуют некоторые меры восприятия частот, для которых введены единицы измерения – барк и мел.

Шкала барков (рис. 1, а) связана с критическими полосами слуха, и поскольку ширина этих полос неравномерна, увеличивается с возрастанием частоты звуковых колебаний, то и сама является неравномерной. Прямая и обратная зависимости между высотой звука в барках и частотой тона в Гц определяется формулами (2) и (3) соответственно:

$$b = 13 \operatorname{atan}(0.00076 \cdot f) + 3.5 \operatorname{atan}\left(\frac{f}{7500}\right)^2, \quad (2)$$

$$f = \frac{52548}{b^2 - 52.56b + 690.39} \quad (3)$$

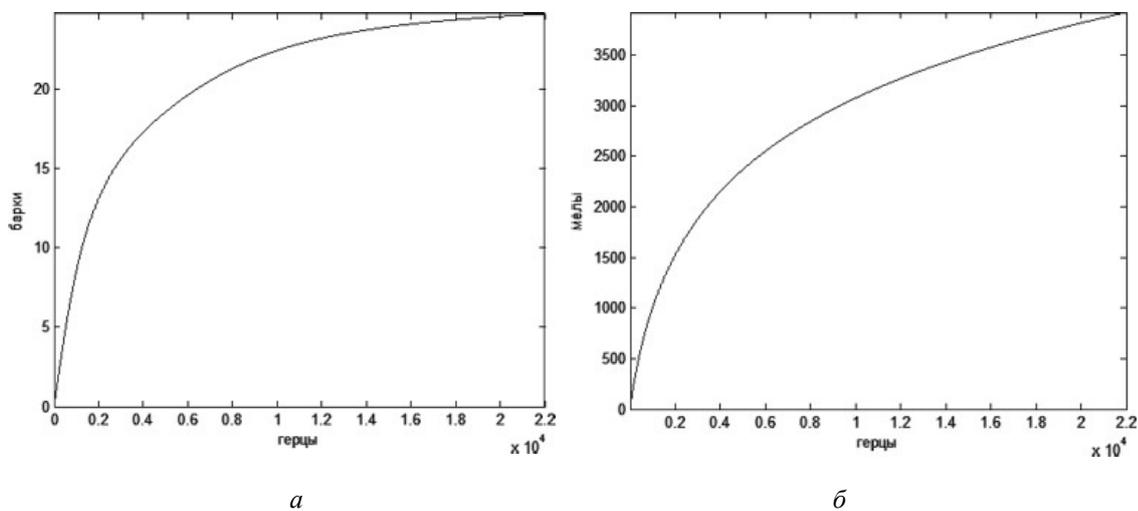


Рисунок 1 – Для слышимого диапазона частот: а – барк-шкала; б – мел-шкала

Неравномерной также является и шкала мелов (рис. 1, б), основанная на статистической обработке большого количества данных о субъективном восприятии высоты звуковых тонов. Результаты исследований показывают, что высота звука связана главным образом с частотой колебаний, но зависит также от уровня громкости звука и его тембра. Прямая и обратная зависимости между вы-

сотой звука в мелах и частотой тона в Гц определяется формулами (4) и (5) соответственно:

$$m = 1127.01048 \cdot \ln \left( 1 + \frac{f}{700} \right), \quad (4)$$

$$f = 700 \left( e^{\frac{m}{1127.01048}} - 1 \right). \quad (5)$$

Как уже было отмечено, частотный диапазон человеческого голоса весьма ограничен и располагается в интервале от 300 до 4000 Гц. Из данного факта следует, что путем моделирования полосового фильтра можно отбросить частотные составляющие, которые находятся за пределами этого диапазона и, соответственно, не несут смысловой нагрузки.

Исследуемый сигнал разделяется на фреймы на основе метода периодограмм Уэлча – вектор отсчетов сигнала делится на перекрывающиеся сегменты (как правило, используется 50%-е перекрытие), после чего каждый фрейм умножается на весовую функцию и для него вычисляется дискретное преобразование Фурье (6). В качестве весовой функции выбрано окно Хамминга (7) (рис. 2), но могут быть использованы и другие виды окон, например окно Ханна. Применение весовой функции позволяет ослабить растекание спектра на стыках фреймов.

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-\frac{2\pi i}{N} kn}, \quad (k=0, \dots, N-1), \quad (6)$$

$$x_n = 0.53836 - 0.46164 \cos \frac{2\pi n}{N-1}, \quad (7)$$

где  $X_k$  – спектральные отсчёты;  $x_n$  – отсчёты дискретного сигнала;  $N$  – длина преобразования.

Исследования в области психофизического восприятия показали, что основная значимая информация содержится в действительном частотном спектре, поэтому после выполнения преобразования Фурье для дальнейшего анализа выделяется действительный спектр сигнала, а информация о фазе может быть опущена.

При помощи смоделированного полосового фильтра отбрасывается информация о частотных составляющих, не находящихся в диапазоне (300, 4000) Гц. Затем на полученный фрейм накладываются взвешенные треугольной функцией перекрывающиеся окна, у которых значения центральных частот изменяются нелинейно в соответствии с мел-шкалой.

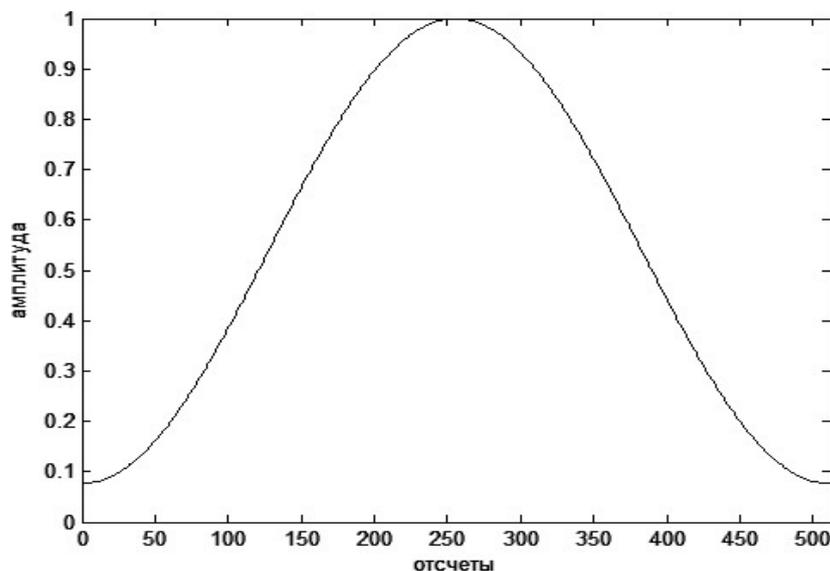


Рисунок 2 – Окно Хамминга

Величины центральных частот вычисляются следующим образом:

- задается количество мел-фильтров и границы диапазона частот, для которого будет производиться фильтрация;

- в соответствии с формулой (4) выполняется преобразование границ диапазона из Гц в мел и вычисляется шаг изменения частоты  $n$  по формуле (8);
- для каждого значения из диапазона  $[m_{max}, m_{min}]$  с шагом  $n$  выполняется обратное преобразование из мел в Гц:

$$n = \frac{m_{max} - m_{min}}{k}, \quad (8)$$

где  $m_{max}$ ,  $m_{min}$  – границы диапазона в мелах;  $k$  – количество мел-фильтров.

В пределах полученных окон вычисляются средние значения действительного спектра, в результате чего получается сглаженный сильно коррелированный мел-спектр с различной детализацией диапазонов частот психофизической модели звукового восприятия.

*Архитектура систем распознавания речевой информации. Этапы распознавания.* Типичная архитектура статистических систем автоматической обработки речи:

- Модуль шумоочистки и отделение полезного сигнала.
- Акустическая модель – позволяет оценить распознавание речевого сегмента с точки зрения схожести на звуковом уровне. Для каждого звука изначально строится сложная статистическая модель, которая описывает произнесение этого звука в речи.
- Языковая модель – позволяют определить наиболее вероятные словесные последовательности. Сложность построения языковой модели во многом зависит от конкретного языка. Так, для английского языка достаточно использовать статистические модели (так называемые N-граммы).
- Декодер – программный компонент системы распознавания, который совмещает данные, получаемые в ходе распознавания от акустических и языковых моделей, и на основании их объединения определяет наиболее вероятную последовательность слов, которая и является конечным результатом распознавания слитной речи.

Системы распознавания речи обычно имеют два режима: режим обучения и режим распознавания. Эти режимы используют общую функциональную часть (рис. 3), задача которой заключается в получении сигнала, предобработке фреймов, нахождении конечных точек слова и экстракции характеристик сигнала.

Обработка речи начинается с оценки качества речевого сигнала. На этом этапе определяется уровень помех и искажений. Результат оценки поступает в модуль акустической адаптации, который управляет модулем расчета параметров речи, необходимых для распознавания.



Рисунок 3 – Алгоритм работы программы «Расознавание изолированных слов»

Стартовое окно программы изображено на рис. 4, *а*. Процесс распознавания изолированных слов начинается после клика мышью пользователем по картинке (рис. 4, *а*). После клика открывается рабочая форма, где (по открытию формы) включается микрофон компьютера. Пользователь говорит определенные слова из программного «словаря» (рис. 4, *б*), которые статически прописаны в программу.

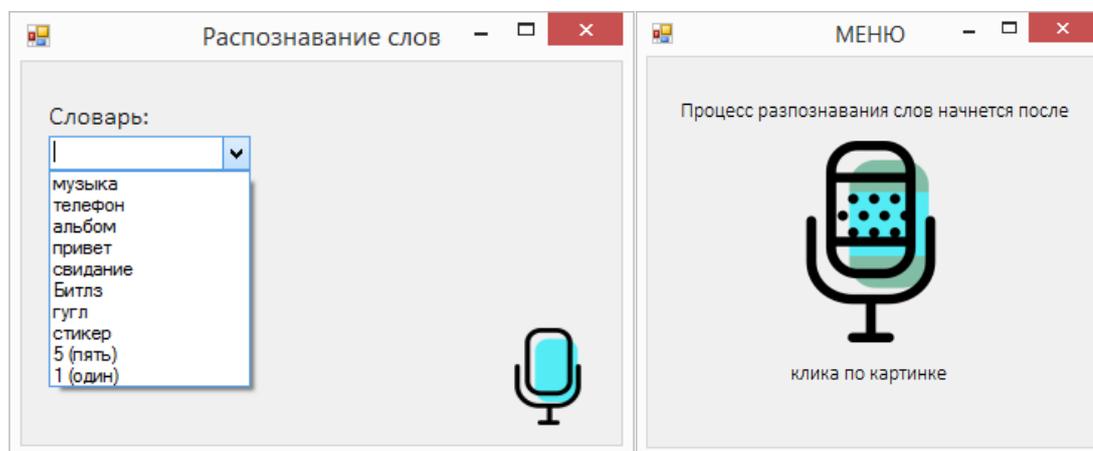
*а**б*

Рисунок 4 – Стартовое окно программы «Распознавание слов» (*а*), словарь программы (*б*)

На микрофон ПК подается речевая информация, если степень сходства слов, сказанных пользователем со словарем, больше 50 процентов, то на экране появится соответствующий результат.

В сигнале выделяются участки, содержащие речь, и происходит оценка параметров речи. Происходит выделение фонетических вероятностных характеристик для синтаксического и семантического анализа (оценка информации о части речи, форме слова и статистические связи между словами).

Далее параметры речи поступают в основной блок системы распознавания – декодер. Это компонент, который сопоставляет входной речевой поток с информацией, хранящейся в акустических и языковых моделях, и определяет наиболее вероятную последовательность слов, которая и является конечным результатом распознавания. Работа программы «Распознавание слов» продемонстрирована на рис. 5.

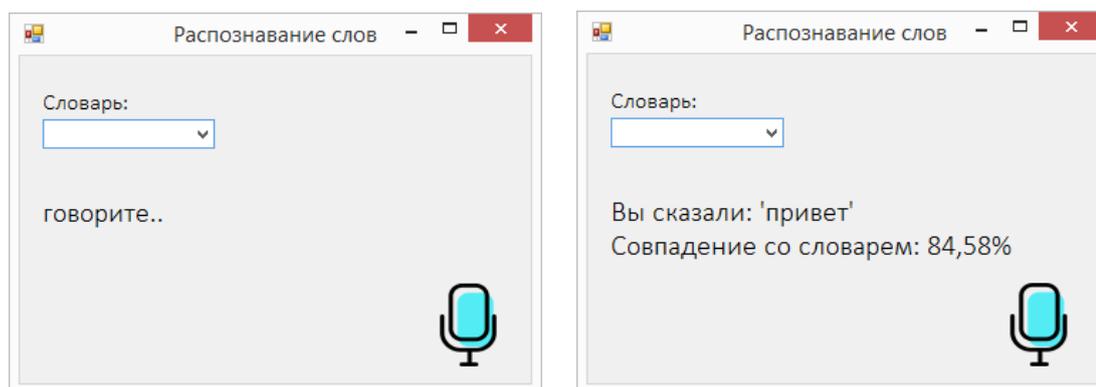
*а**б*

Рисунок 5 – Окно работы программы «Распознавание слов» (*а*), результат работы программы (*б*)

В ходе выполнения работы была разработана математическая модель автоматического распознавания отдельных слов, а также построен алгоритм программы распознавания изолированных слов. Результатом работы является компьютерная реализация алгоритма распознавания изолированных слов с применением Visual Studio 2016. В работе была разработана программа на языке программирования высокого уровня C#.net, реализующая изложенный алгоритм моделирования распознавания речевых сигналов. Полученные результаты показали возможность использования выделяемых параметров речевых сигналов для распознавания речи.

#### Список литературы

1. Allen, L. Scripting for Dragon NaturallySpeaking 9/L. Allen. – San Francisco: SoftNet Systems Inc, 2006. – 130 p.
2. Иконин С.Ю. Система автоматического распознавания речи SPIRIT ASR Engine / С.Ю. Иконин, Д.В. Сарана // Цифровая обработка сигналов. – 2003. – № 4. – С. 5–13.
3. Gale, T. IVOICE launches iVoice speech software developers kit v.3.0 / T. Gale. – Boynton Beach: Worldwide Videotex, 2003. – 7 p.
4. Ронжин А.Л. Система распознавания русской речи SIRIUS / А.Л. Ронжин, А.А. Карпов, И.В. Ли. – СПб., 2005. – 112 с.
5. Дьяконов В.П. MATLAB. Обработка сигналов и изображений / В.П. Дьяконов, И.В. Абраменкова. – СПб.: Питер, 2002. – 608 с.
6. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – 2-е изд. – СПб: Питер, 2006. – 751 с.
7. Айфичер Э. Цифровая обработка сигналов: практический подход 2-е изд. / Э. Айфичер, Б. Джервис. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 992 с.
8. Методы автоматического распознавания речи / Под ред. У. Ли. – М.: Мир, 1983. – 716 с.
9. Кристаллинский Р.Е. Преобразование Фурье и Лапласа в системах компьютерной математики / Р.Е. Кристаллинский, В.Р. Кристаллинский. – М.: Горячая линия, Телеком, 2006. – 216 с.

Получено 18.06.2019

---

МРНТИ 53.03.05

**Р.В. Сапинов, Н.А. Куленова**

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

**М.М. Суюндиков**

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

**Н.В. Олейникова**

Сибирский Федеральный университет, г. Красноярск, РФ

#### ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ ОЛОВА ИЗ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ В КАЗАХСТАНЕ

*В настоящей статье автор проводит анализ перспектив извлечения ценных компонентов из техногенного сырья – хвостов Белогорского ГОК.*

*Осы мақалада автор техногендік шикізаттан – Белогор КБК қалдықтарынан құнды компоненттерді алу келешегіне талдау жүргізеді.*

*In this article, the author analyzes the prospects for extracting valuable components from industrial raw materials, tailings of Belogorsk GOK.*

**Ключевые слова:** техногенные отходы, олово, касситерит, гравитационное обогащение, экология, инновации, экономия.

Техногенное минеральное сырьё – это конкурентоспособный, перспективный минеральный ресурс [1, 2]. Значительная часть техногенных отходов поддается переработке, поскольку сырьё уже добыто и находится на земной поверхности, измельчено, полезные минералы в той или иной степени высвобождены из вмещающей горной массы. В большинстве своём техногенные отходы

горнодобывающей промышленности - комплексные, содержат полезные и попутные компоненты, которые могут извлекаться в товарную продукцию.

Кроме того, требования охраны окружающей среды стимулируют необходимость освоения и утилизации техногенных образований. Вышесказанное в полной мере относится к отходам добычи и переработки руд редких металлов [3, 4], имеющих свою специфику. Во многих случаях редкие металлы не извлекаются в полном объеме при получении основного полезного компонента и накапливаются в отходах [5, 6].

Множественность показателей, характеризующих техногенные объекты, предопределяет сложность их классификации и типизации. К ним относятся условия образования, объемы, вещественный состав, характер процессов, в результате которых происходит преобразование первичного вещества, неоднородность влияния отдельных показателей на принятие технологических решений и экономических оценок и др.

На территории Казахстана имеется большое количество техногенных отходов, образовавшихся в результате деятельности различных производств, которые могут быть месторождениями полезных ископаемых. Одно из таких техногенных месторождений – хвосты Белогорского горно-обогатительного комбината.

Техногенные пески Белогорского ГОК, содержащие касситерит и другие полезные компоненты, образовались в результате переработки руд в период с 1953 по 1999 года. Запасы хвостов составляют около 10 млн т. При оценке технологических свойств техногенных отходов, содержащих ценные компоненты, был исследован вещественный состав хвостов, а именно химический состав и гранулометрическая характеристика материала с распределением ценных, попутных и вредных компонентов по классам крупности, минеральный состав, физические и физико-механические свойства.

Целью эксперимента является изучение химического и фазового состава хвостов Белогорского ГОК, изучение возможности обогащения сырья и извлечения из него ценных компонентов. Для проведения работ были взяты образцы хвостов Белогорской ГОК общим весом 200 кг. Для усреднения состава минеральное сырье было перемешано, и произведен забор сырья методом квартования. Далее пробы были просушены в сушильном шкафу лаборатории на базе ВКГТУ им. Д. Серикбаева в течении 48 часов при температуре 80 °С и отобран 1 кг сырья. Затем сырье было разделено по классам крупности. Каждая фракция была взвешена на весах и подготовлена для проведения дальнейших анализов. Также были подготовлены пробы для проведения анализов на растровом микроскопе. Определено распределение олова по шести стандартным классам крупности (табл. 1). Для определения содержания олова по классам крупности (табл. 1) и других ценных компонентов (табл. 2) спектральным методом был использован масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой ICP-MS 7500сх фирмы «Agilent technologies» (США).

Таблица 1

*Гранулометрический состав исходной пробы с распределением олова по классам крупности, %*

Класс, мм	Выход (%)	Содержание, Sn (ppm)	Распределение, Sn %
+1,5	9,04	49,24	5,71
-1,5...+1	1,59	62,00	1,27
-1...+0,63	1,89	94,50	2,29
-0,63...+0,5	0,63	84,60	0,69
-0,5...+0,315	2,85	97,30	3,56
-0,315	84	80,40	86,52
исходная	100		100

Содержание Sn в хвостах составляет 0,112 %. Основным продуктивным классом является материал крупностью менее 0,315 мм. Распределение олова в нем 86,52 %.

Таблица 2

Содержание компонентов по классам крупности (ppm)

Класс, мм	Li	Rb	Nb	Ta	Be	Sn	Na	Al	K	Fe
исходная	616,6	808,20	32,44	1,62	56,46	49,24	33840	73920	26180	12042
+1,5	621,4	724,20	30,92	1,75	69,77	62,00	27060	69465	24480	20060
-1,5...+1	755,2	895,50	40,85	2,28	79,83	94,50	32160	84000	29680	25140
-1...+0,63	742,2	979,20	41,01	2,07	51,54	84,60	29220	84120	30840	22040
-0,63...+0,5	664,6	1050,00	43,13	1,77	63,49	97,30	27980	83835	31460	22720
-0,5...+0,315	737,8	1138,50	39,04	1,48	49,03	80,40	27480	82665	33300	17260
-0,315	806,4	845,10	37,99	1,92	55,31	42,18	48460	95910	31540	12036

Примечание. Руда Белогорского месторождения имеет следующий химический состав, в % масс.: Танталовое оруденение главное. Содержание его в рудах от 0,004 до 0,0096%. Практическое значение имеют также: олово с содержанием в рудах от 0,015 до 0,08%, бериллий – 0,04-0,055%, ниобий – 0,008-0,0085%. Попутные компоненты – кварц, слюды, полевой шпат, их элементы-спутники [2, 3].

Для изучения структуры, качественного и количественного элементного микроанализа в точечной области, построения профилей распределения элементов вдоль заданной линии, построения изображений распределения элементов на выбранном участке был использован просвечивающий электронный микроскоп JEM-2100 производства компании «JEOL Ltd.» (Япония) со STEM-системой и системой энергодисперсионного микро(нано)анализа INCA Energy TEM 350 с кристаллом X-MAX 80 компании «OXFORD Instruments Analytical Limited» (Великобритания). Профили распределения элементов вдоль заданной линии, построение изображений распределения элементов на выбранном участке представлены рис. 1. В табл. 3 представлено распределение элементов в пробе по четырем спектрам.

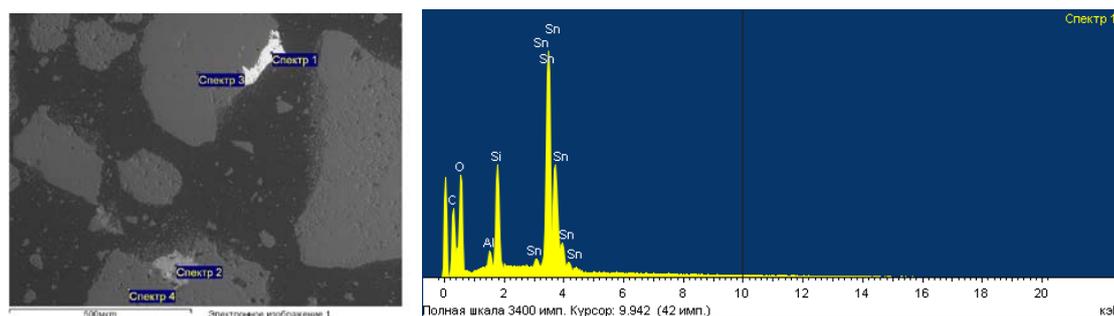


Рисунок 1 – Профили распределения элементов вдоль заданной линии, построение изображений распределения элементов на выбранном участке

Таблица 3

Анализ всех элементов пробы (нормализован). Все результаты в весовых %

Спектр	В стат.	O	Al	Si	Ti	Fe	Nb	Sn	Итого
Спектр 1	Да	45,68	1,08	6,46				46,78	100,00
Спектр 2	Да	56,18	3,54	16,82	17,87	2,26	2,92	0,42	100,00
Спектр 3	Да	56,61	0,90	42,48					100,00
Спектр 4	Да	57,57	2,91	39,52					100,00
Макс.		57,57	3,54	42,48	17,87	2,26	2,92	46,78	
Мин.		45,68	0,90	6,46	17,87	2,26	2,92	0,42	

Далее с помощью рентгеновского дифрактометра X'Pert PRO производства компании «PANalitical» (Нидерланды) был изучен качественный, полуколичественный фазовый анализ хвостов. Результаты представлены в табл. 4

Таблица 4

*Качественный фазовый анализ хвостов*

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Chemical Formula	Scale Factor	Displacement [°2 $\theta$ .]	RIR	SemiQuant [%]
	01-070-3755	70	Quartz	SiO <sub>2</sub>	0,995	0,000	2,93	72
	00-009-0466	42	Albite, ordered	Na Al Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	0,263	0,000	2,1	27
	01-071-5330	7	Tin Oxide	SnO <sub>2</sub>	0,012	0,000	12,3	1

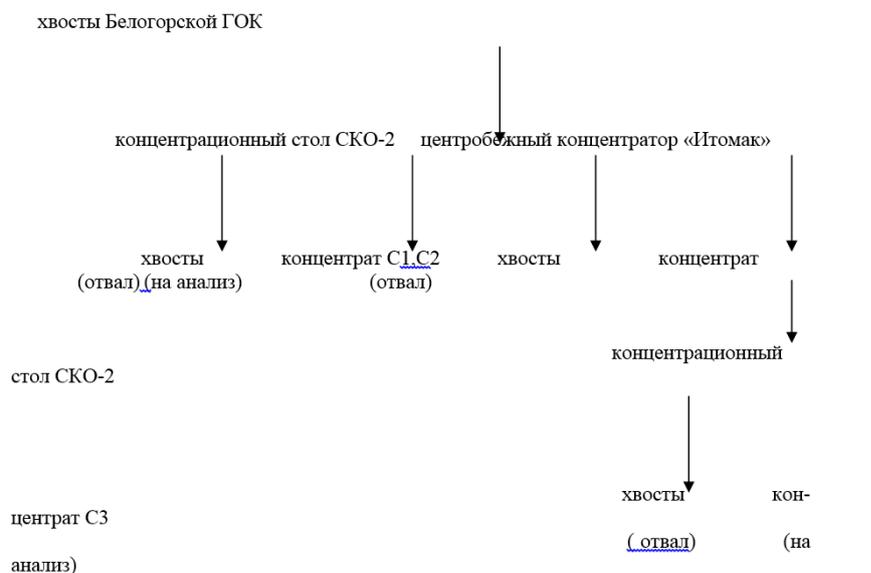


Рисунок 2 – Экспериментальная технологическая схема обогащения хвостов Белогорской ГОК

После определения состава хвостов было проведено их гравитационное обогащение как самое оптимальное [7]. При этом часть сырья (8 кг) было обогащено только на концентрационном столе. Для другой части (44 кг) применена технологическая схема получения черного концентрата по гравитационной схеме обогащения, включающей двухстадийную концентрацию на центробежных концентраторах «Итомак» и доводку черновых концентратов на концентрационном столе СКО-2 расположенных на базе лаборатории ВКГТУ им. Д. Серикбаева (рис. 3).

Полученные в результате проведенного обогащения концентраты с целью определения содержания олова и других ценных компонентов были подвергнуты анализу спектральным методом на масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой ICP-MS 7500cx фирмы «Agilent technologies» (США). Результаты приведены в табл. 5.



Рисунок 3 – Гравитационная установка

Таблица 5

*Результат гравитационного обогащения (ррт)*

Пробы	Li	Rb	Nb	Ta	Be	Sn	Na	Al	K	Fe
C1	697,2	881,6	23,6	1,62	76,06	37,48	37320	70650	11300	18348
C2	3854	565,6	343,8	21,3	141,4	137,7	29780	75255	8074	31840
C3	642,4	830,8	150	10,7	39,6	37,06	35960	67110	10640	11402

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

Таким образом, результаты работ, представленных выше, позволяют сделать вывод о возможности дальнейшей переработки хвостов Белогорской ГОК с целью извлечения из них металлургическими методами олова и других ценных компонентов. Далее будут производиться работы в направлении разработки металлургических методов извлечения олова и других ценных компонентов, позволяющих сделать этот процесс целесообразным с экономической точки зрения.

#### Список литературы

1. Adam Cheng Ying Ping, Waters Kristian E. A review of the beneficiation of rare earth element bearing mineral // Minerals Engineering. 2013. Vol. 41. P. 97–114.
2. Zinkov A.V., Tarasenko I.A., Bakhareva G.A., Afanasieva T.V. Specific features of technogenic mineralization of tailing dumps (Primorye, Dalnegorsk district) // Pacific Sci. Rev. Kangnam, 2003. Vol. 5. P. 16–22.
3. Быховский Л.З. Техногенные отходы как резерв пополнения минерально-сырьевой базы: состояние и проблемы освоения / Л.З. Быховский, Л.В. Спорыхина // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. - 2011. - № 4. - С. 15–20.
4. Быховский Л.З. Техногенные месторождения и образования редких металлов в России / Л.З. Быховский, Л.В. Спорыхина, С.И. Ануфриева // Рациональное освоение недр. - 2014. - № 3. - С. 14–22.

5. Быховский Л.З. Реальные, потенциальные и перспективные источники редкоземельного сырья в России // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2014. – № 4. – С. 2-7.
6. Мелентьев Г.Б. Техногенный потенциал в ожидании промышленного освоения // Редкие земли. – 2015. – № 3. – С. 132-144.
7. Leistner, T.; Embrechts, M.; Leißner, T.; Chehreh Chelgani, S.; Osbahr, I.; Möckel, R.; Peuker, U.A.; Rudolph, M. A study of the reprocessing of fine and ultrafine cassiterite from gravity tailing residues by using various flotation techniques. Miner. Eng. 2016, 96-97, 94-98. [CrossRef]
8. Sun, L.; Hu, Y.; Sun, W. Effect and mechanism of octanol in cassiterite flotation using benzohydroxamic acid as collector. Trans. Nonferrous Met. Soc. China (Engl. Ed.) 2016, 26, 3253–3257. [CrossRef].

Получено 18.06.2019

---

МРНТИ 66.017

**М.Т. Төреханова, Д.С. Кабдуллина**

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

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛЕГИРОВАНИЯ АЗОТОМ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

Создание и применение экономно легированных сталей с повышенным содержанием азота позволило значительно повысить прочностные характеристики при удовлетворительной пластичности, коррозионные свойства и ряд других служебных свойств. Однако использование азота, в частности при наплавке, не получило столь широкого применения в основном из-за отсутствия соответствующих исследований структуры и физико-химических характеристик наплавленного металла. При наплавке порошковыми проволоками ПП-АН133 и ПП-АН157 на сталь 20 и сталь 25Л из-за различия химических составов неизбежно образуется зона перехода от одного состава металла к другому. Как правило, этому всегда сопутствует определенная структурная и механическая неоднородность.

Исследования показали, что переходная зона представляет собой область переменного состава с повышенным содержанием углерода, имеющую высокую твердость (HRC<sub>э</sub>, 40 ... 55). Увеличение размеров этой зоны крайне нежелательно, поскольку это повышает склонность наплавленного металла к хрупкому разрушению. Следует отметить, что твердость переходной зоны резко снижает производительность механической обработки корпусов арматуры после наплавки по причине преждевременного выхода из строя режущего инструмента. В особенности это относится к обработке наплавленных корпусов арматуры на автоматических линиях, где предусмотрены весьма жесткие режимы мехобработки. В связи с этим после наплавки корпуса арматуры подвергаются высокому отпуску (620 ... 660 °С) [1].

Поскольку, как указывалось выше, переходная зона оказывает существенное влияние на весь технологический цикл изготовления арматуры, а также на служебные свойства наплавленного металла, то изучение особенностей формирования структуры и выбор оптимальной технологии наплавки имеет не только теоретическое, но и практическое значение.

На рис. 1 приведена микроструктура зоны сплавления и характер распределения микротвердости по переходной зоне. Наплавку проводили на сталь 20 проволокой ПП-АН133 Ø2,6 мм в аргоне, углекислом газе, азоте и смеси 70% азота + 30% углекислого газа на режимах: сварочный ток 200 ... 220 А, напряжение дуги - 25 ... 26 В, V<sub>н</sub> -24 м/л. Химическую неоднородность оценивали по результатам локального спектрального анализа на приборе MS46 «Камека».

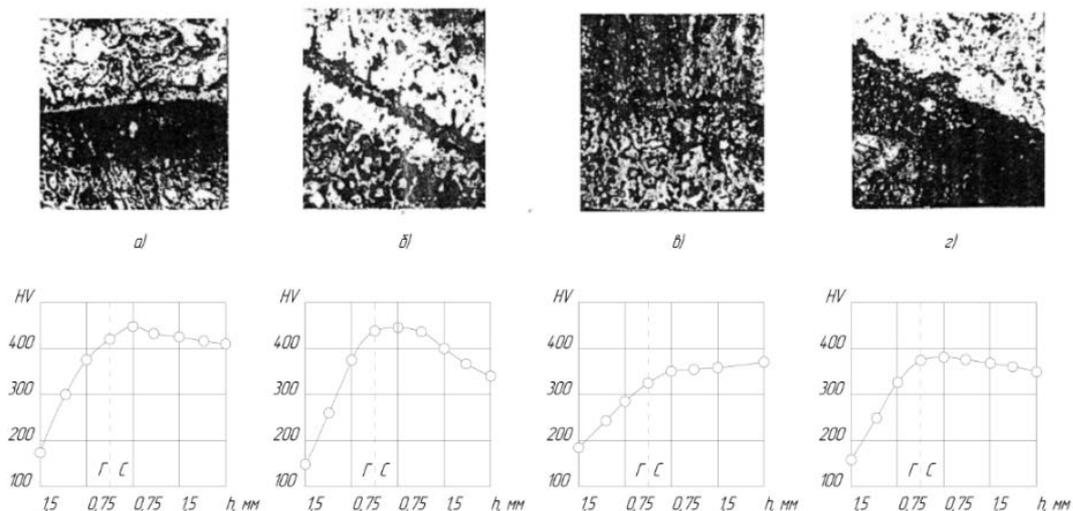


Рисунок 1 – Микроструктура зоны сплавления и характер изменения микротвердости.

Вверху – наплавленный металл 10X17H8C5Г2Т, внизу – основной металл Ст20.

Защитная среда: а - Ar; б - CO<sub>2</sub>; в - 70%N<sub>2</sub>+30%CO<sub>2</sub>; г - N<sub>2</sub>•J<sub>q</sub> = 230A; U<sub>q</sub> = 26B

Результаты этих исследований приведены на рис. 2. Анализируя представленные данные, можно видеть, что при наплавке во всех исследуемых защитных атмосферах формируется структурная, химическая и механическая неоднородность.

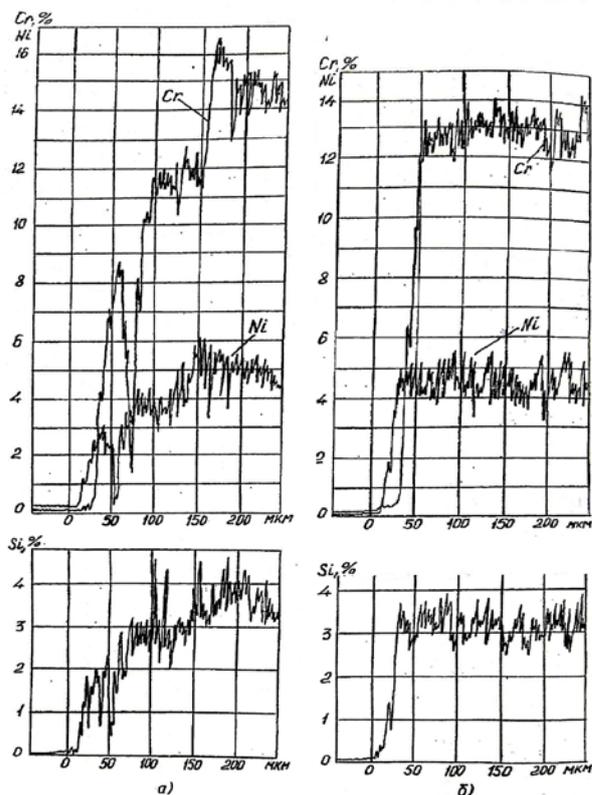


Рисунок 2 – Диаграммы распределения легирующих элементов в металле, наплавленном проволокой ПП-АН133 на сталь 20. Защитная среда: а – аргон; б – смесь 70 %N<sub>2</sub>+30 %CO<sub>2</sub>

Однако при наплавке в среде азота и азотсодержащей смеси 70 %N<sub>2</sub>+30 %CO<sub>2</sub> развитие этих неоднородностей значительно слабее. Это обусловлено тем, что азот, являясь сильным аустенизатором, уменьшает долю ферритной составляющей и тем самым уменьшает ширину области, в которой протекает мартенситное превращение.

Переходная зона по данным количественного фазового рентгеноструктурного анализа состоит в основном из ферритной составляющей ( $\alpha=85\%$ ) у образцов, наплавленных в углекислом газе, которая снижается до 70-60% при наплавке в азотсодержащих средах. Твердость соответственно уменьшается от HRC<sub>3</sub> 44 до HRC<sub>3</sub> 32 (рис. 3). Самая высокая доля ферритной составляющей зарегистрирована при наплавке в атмосфере аргона ( $\alpha=89\%$ ). При этом твердость переходной зоны составляет до HRC<sub>3</sub> 45.

Следует отметить, что выделение  $\sigma$ -фазы сразу же или непосредственно после наплавки наблюдается у разных материалов [2, 3]. Например, в работе [2] отмечено образование  $\sigma$ -фазы во время одноосного сжатия при 900 °С ферритно-аустенитной стали состава С 0,03; Мп 1,5; Si 1,7; Cr 18,5; Ni 4,9; Мо 2,7. Наблюдалось также образование  $\sigma$ -фазы в процессе охлаждения от температур 1000 °С. При этом  $\sigma$ -фаза зарождается на поверхности раздела аустенит-феррит внутри зерен феррита по реакции  $\alpha \rightarrow \gamma + \sigma$ . Наблюдается также распад феррита по реакции  $\alpha \rightarrow \sigma$ , но распада по реакции  $\gamma \rightarrow \sigma$  не происходило.

Таким образом, увеличение доли аустенитной составляющей благоприятно сказывается на свойствах наплавленного металла.

По данным экспериментальных исследований можно видеть, что легирование наплавленного металла азотом из газовой фазы увеличивает долю аустенитной составляющей и снижает скорость образования  $\sigma$ -фазы. Данные электронно-микроскопических исследований структуры переходной зоны показывают наличие  $\alpha$ -фазы в наплавке, выполняемой в среде углекислого газа и аргоне, в то время как в азотсодержащей атмосфере 70 % N<sub>2</sub> + 30 % CO<sub>2</sub> обнаруживается снижение выделения  $\alpha$ -фазы.

Влияние защитных газовых сред на степень механической неоднородности показано на рис. 4, из анализа которого видно, что при наплавке в CO<sub>2</sub> в переходной зоне вблизи линии сплавления происходит возрастание твердости до HRC<sub>3</sub> 45. С увеличением высоты наплавки твердость снижается и составляет HRC<sub>3</sub> 28 ... 29.

Более равномерное распределение твердости по высоте наплавленного слоя наблюдали при наплавке в газовой среде 70 %N<sub>2</sub> + 30 %CO<sub>2</sub> и 50 %N<sub>2</sub> + 50 %CO<sub>2</sub>. При этом изменение твердости  $\Delta H$  составляет соответственно HRC<sub>3</sub> 2 и HRC<sub>3</sub> 5. Такому режиму наплавки соответствует более однородная микроструктура переходной зоны (рис. 2, в).

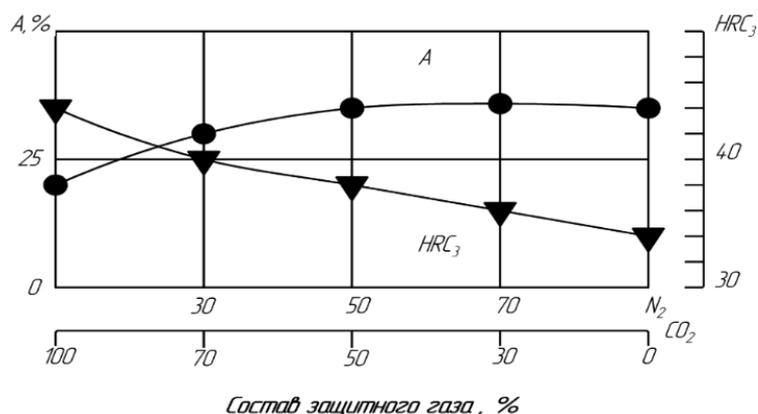


Рисунок 3 – Изменение количественного содержания аустенита – А и твердости HRC<sub>3</sub> переходной зоны после наплавки порошковой проволокой ПП-АН133 в зависимости от состава защитного газа. Основа – сталь 20

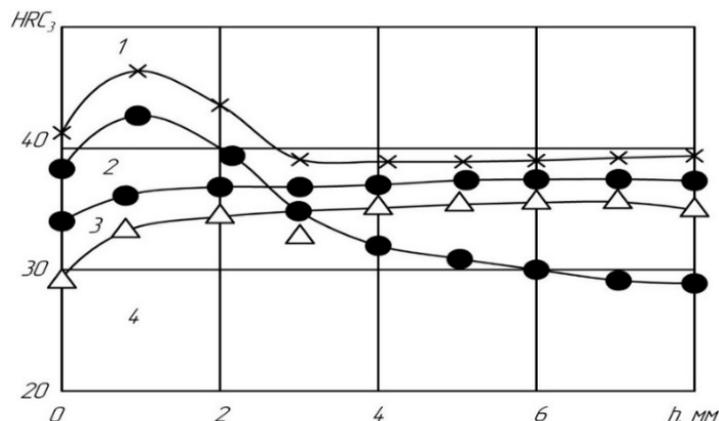


Рисунок 4 – Изменение твердости металла, наплавленного проволокой ПП-АН133 по высоте  
1 – 100%CO<sub>2</sub>; 2 – 70%N<sub>2</sub> + 30%CO<sub>2</sub>; 3 – 50%N<sub>2</sub> + 50%CO<sub>2</sub>; 4 – 70%N<sub>2</sub> + 30%CO<sub>2</sub>

Уменьшение всех видов неоднородности по высоте наплавленного слоя улучшает обрабатываемость наплавленных деталей. Так, например в результате применения технологии наплавки проволокой ПП-АН133 в защитной атмосфере 70%N<sub>2</sub> + 30 %CO<sub>2</sub> взамен ранее применяемой технологии наплавки под флюсом АН-26 и в аргоне в 1,8 раза снизились простои автоматической линии по обработке литых (сталь 25Л) корпусов арматуры Ду 50-100 из-за преждевременного износа режущего инструмента и дополнительной переналадки оборудования.

Таким образом, легирование азотом наплавленного металла из газовой фазы состава 70 %N<sub>2</sub> + 30 %CO<sub>2</sub>, 50 %N<sub>2</sub> + 50 %CO<sub>2</sub> повышает однородность переходной зоны, уменьшает ширину прослойки с мартенситной составляющей и склонность к образованию σ-фазы, что в целом снижает общую трудоемкость механической обработки корпусов арматуры на автоматических линиях.

#### Список литературы

1. Утевский Л.М. Электронно-микроскопическая фрактография. Альбом наглядных пособий. — М: Metallurgy, 1973. — 44 с.
2. Русаков А.А. Рентгенография металлов. — М.: Атомиздат, 1977. — 479 с.
3. Металловедение и термическая обработка: Сплавы, В 3 т. — Т.1. / Под ред. М.Л. Бернштейна, А.Г. Рахшанда. — 3-е изд. перераб. и доп. Методы испытаний и исследований. — М.: Metallurgy, 1983. — 352 с.
4. ОСТ 5.9937-84. Наплавка уплотнительных и трущихся поверхностей износостойкими материалами. Введен 01.01.1985. — 28 с.
5. Chandra T., Kuchimayz R. Образование σ-фазы в ферито-аустенитной стали при высоких температурах.//J. Mater. Sci. — 1988.23, № 2, 723-728 (англ.).
6. J. Varsik Механизм выделения σ-фазы в аустенитных Cr – Ni – сталях.//J. Mater. Sci. and Tech. — 1988, №1,5 – 15 (англ.).
7. Metallurgy сплавов железа: Справочник / Под ред. М.Л. Бронштейна. — М.: Metallurgizdat, 1985. — 248 с.
8. Богатырев В.А. Рентгеноспектральный электрозондовый микроанализ. — М.: Metallurgy, 1982. — 90 с.
9. Эндрюс К. Электронограммы и их интерпретация / К. Эндрюс, Д. Дайсон, С. Коун. — М.: Мир, 1971. — 256 с.

Получено 18.06.2019

МРНТИ 65.09.03

**А.А. Шпис**

Костанайский государственный университет им. А. Байтурсынова, г. Костанай

**МОЛОКО, ОБОГАЩЕННОЕ КАЛЬЦИЕМ**

*В статье изложены результаты исследований по обогащению молока лактатом кальция в условиях ТОО «Милх». Проведена открытая дегустация обогащенного молока в условиях супермаркета «Солнечный». Эти данные необходимы для решения проблемы остеопороза, так как это заболевание занимает четвертое место после онкологических, сердечно-сосудистых заболеваний и сахарного диабета.*

*Мақалада «Милх» ЖШС жағдайында сүтті кальций лактатымен байыту бойынша зерттеу нәтижелері берілген. «Солнечный» супермаркеті жағдайында байытылған сүттің ашық дәмін айыру жүргізілді. Бұл деректер остеопороз мәселесін шешу үшін қажет, сондықтан бұл ауру онкологиялық, жүрек-қан тамырлары ауруларынан және қант диабетінен кейін төртінші орында тұр.*

*The article presents the results of studies on the enrichment of milk with calcium lactate in the conditions of LLP "Milh". An open tasting of enriched milk in the conditions of the supermarket "Sunny" was held. These data are necessary to solve the problem of osteoporosis, since this disease ranks fourth after cancer, cardiovascular disease and diabetes*

**Ключевые слова:** *лактат кальция, соли-стабилизаторы Avicel — plus CF 2410, микрокристаллическая целлюлоза, органолептические и физико-химические показатели молока, обогащенного кальцием.*

В период экономической нестабильности и неблагоприятного воздействия экологической обстановки нарушается структура питания человека, приводящая к дефициту отдельных жизненно важных веществ и способствующая возникновению различных заболеваний. Решить задачу обеспечения населения продуктами, в какой-то мере восполняющими дефицит определенных микронутриентов, возможно за счет создания функциональных продуктов питания.

Особенно возрос интерес к кальцию, в частности в связи с проблемой остеопороза, в большей степени обусловленной недостаточным количеством кальция в рационе питания. По данным ВОЗ, среди неинфекционных заболеваний остеопороз занимает 4 место после онкологических, сердечно-сосудистых заболеваний и сахарного диабета. В Республике Казахстан 20 % населения имеют нарушения кальциево-фосфорного обмена [1].

При недостаточном потреблении кальция либо при нарушении всасывания его в кишечнике происходит мобилизация этого элемента из костной ткани, в которой содержится 99 % от общего содержания кальция в организме. Длительное сохранение отрицательного баланса кальция приводит к нарушению метаболизма костной ткани, развитию целого ряда патологических состояний, снижению защитно-адаптационных возможностей организма [2].

Молоко и молочные продукты, богатые микронутриентами и аминокислотами, являются лучшими источниками пищевого кальция. Однако концентрация его в молоке не является постоянной и обусловлена многими факторами. В связи с этим обогащение молочных продуктов дополнительными источниками кальция и ингредиентами, усиливающими его биоусвояемость, является актуальной и важной проблемой.

Цель исследования: разработать рецептуру молока, обогащенного кальцием, в условиях крупного молокоперерабатывающего завода ТОО «Милх».

Объектом исследования были: молоко пастеризованное с жирностью 2,5% (контроль), молоко пастеризованное с жирностью 2,5 %, обогащенное кальцием.

Органолептические показатели определяли по ГОСТ 28283-2015 Молоко коровье. Метод органолептической оценки вкуса и запаха.

Физико-химические показатели молока контрольного и опытного образца определялись по нормативно-техническим документам: плотность – ГОСТ 54758-2011 Молоко и продукты переработки молока. Методы определения плотности; кислотности – ГОСТ 3624-92 Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности; содержание СОМО – ГОСТ 54761-2011 Молоко и молочная продукция. Методы определения массовой доли сухого

обезжиренного молочного остатка; содержание кальция – ГОСТ 55331-2012 Молоко и молочные продукты. Титриметрический метод определения содержания кальция.

Для разработки рецептуры молока, обогащенного кальцием был использован лактат кальция. Лактат кальция – это пищевая добавка (E327) из группы антиоксидантов, которую используют в пищевой, промышленности для улучшения вкуса и структуры продуктов. В табл. 1 приведен состав лактата кальция, используемого для обогащения опытного образца молока.

Таблица 1

*Химический состав лактата кальция*

Компоненты	Содержание кальция
Кальций молочнокислый	13%

Нами были использованы соли-стабилизаторы Avicel – plus CF 2410, которые вносят с целью избежания коагуляции молока во время пастеризации. Высокоэффективный стабилизатор Avicel – plus CF 2410 представляет собой микрокристаллическую целлюлозу, переработанную вместе с карбонатом кальция и карбоксиметилцеллюлозой и фосфором. В табл. 2 представлен химический состав соли-стабилизатора Avicel – plus CF 2410.

Таблица 2

*Химический состав соли-стабилизатора Avicel – plus CF 2410*

Компоненты	Содержание, %
Микрокристаллическая целлюлоза	85
Карбоксиметилцеллюлоза	12

В табл. 3 приведена рецептура обогащенного пастеризованного молока (опытный образец).

Таблица 3

*Рецептура обогащенного пастеризованного молока*

Компоненты	Рецептура на 1000 кг
Молоко с массовой долей жира 2,5%	998,5
Соль-стабилизатор	1,00
Лактат кальция	0,5

Органолептическую оценку молока проводили после его 24-часового хранения молока. Цвет и консистенция пастеризованного молока обусловлены количеством жира и белка, степенью их дисперсности, содержанием пигментов. Вкус пастеризованного молока зависит прежде всего от содержания в нём жира. При органолептической оценке качества молока дегустационная комиссия ТОО «Милх» определяла внешний вид, консистенцию, цвет, вкус и запах (табл. 4).

Таблица 4

*Органолептическая оценка пастеризованного молока контрольной и опытной группы, балл*

Показатели	Молоко пастеризованное с жирностью 2,5%	
	контроль	опыт
Вкус	5	5
Запах	5	5
Консистенция	4,5	4,9
Внешний вид и цвет	5	5
Итого баллов	19,5	19,9

Органолептические показатели молока контрольной и опытной группы отличались незначительно. Разница составила 0,4 балла по показателю «консистенция». Члены дегустационной комиссии отметили более густую консистенцию молока опытной группы.

Была проведена расширенная дегустация пастеризованного молока, обогащенного кальцием, и пастеризованного молока в условиях супермаркета «Солнечный». При проведении дегустации покупателям разъяснялось о преимуществе молока, обогащенного кальцием. По результатам дегустации покупателям было предложено оценить дегустируемое молоко и ответить на вопросы. Результаты представлены в табл. 5.

Таблица 5

*Оценка покупателями пастеризованного молока  
контрольной и опытной группы, балл*

Показатели	Молоко пастеризованное с жирностью 2,5 %	
	контроль	опыт
<b>Качественные показатели</b>		
Вкус	4,9	5
Запах	5	5
Консистенция	4,8	5
Внешний вид и цвет	5	5
Итого	19,7	20
<b>Ответы на вопросы, человек</b>		
Какое молоко вам понравилось больше	23	37
Молоко какой группы вы будете приобретать	23	37

Молоко пастеризованное, обогащенное кальцием, покупателям понравилось больше, что подтверждается максимальным количеством набранных баллов по всем исследуемым показателям. Молоко контрольной группы уступало, по мнению покупателей, по вкусу и консистенции.

На вопросы «Какое молоко вам понравилось больше» и «Молоко какой группы вы будете приобретать» молоко экспериментальное набрало большее количество положительных отзывов (+14 человек).

По изменению физико-химических свойств можно судить о качестве молока. Исследование физико-химических показателей проводили в условиях лаборатории ТОО «Милх». В табл. 6 приведены результаты исследований физико-химических показателей молока.

Таблица 6

*Физико-химические показатели исследуемого молока*

Показатели	Норма	Молоко пастеризованное с жирностью 2,5%	
		контроль	опыт
Кислотность, °Т не более	18-21	19	20
Плотность, кг/м <sup>3</sup> не менее	1024-1030	1027	1030

Титруемая кислотность отражает концентрацию составных частей молока, имеющих кислотный характер. Основными компонентами молока, обуславливающими титруемую кислотность, являются кислые фосфорно-кислые соли кальция, натрия, калия, лимоннокислые соли, углекислота, белки. При хранении молока титруемая кислотность увеличивается за счет образования молоч-

ной кислоты из лактозы. Однако кислый характер молока определяют не только ионы водорода, которые образуются в результате электролитической диссоциации содержащихся в молоке кислот и кислых солей [3]. В исследуемых образцах кислотность опытного образца на 1°Т выше контрольного. Это объясняется тем, что лактат кальция подавляет развитие молочнокислых бактерий.

На плотность молока влияют все составные части, но в первую очередь белки, соли и жир. Плотность молока, обогащенного кальцием, составила 1029 кг/м<sup>3</sup>, что на 3 кг/м<sup>3</sup> больше контрольного образца. Возможно, обогащение кальцием и солями стабилизатора Avicel — plus CF 2410 повлияло на увеличение плотности.

В сухой остаток или сухое вещество молока входят все химические составные части (жир, белки, молочный сахар, минеральные вещества), которые остаются в молоке после удаления из него влаги. В связи с тем, что в опытном образце молока было больше кальция, то и содержание СОМО на 2% выше контрольного.

Проведя исследование химического состава молока контрольной и опытной группы на содержание кальция, нами были получены следующие результаты (табл. 7).

Таблица 7

*Содержание кальция в 100 граммах исследуемых образцов молока*

Показатели	Норма	Молоко пастеризованное с жирностью 2,5%	
		контроль	опыт
Содержание Са, мг	100	95	125

Анализ содержания кальция в контрольном и опытном образцах показал, что молоко, обогащенное кальцием на 31,5% содержит больше кальция по сравнению с молоком-аналогом.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы. Обогащение лактатом кальция молока повышает его биологическое значение, придает продукту статус функционального за счет повышения содержания кальция, не ухудшая органолептических и физико-химических показателей.

Необходимо рекомендовать молокоперерабатывающим предприятиям Казахстана производить молоко, обогащенное лактатом кальция.

#### Список литературы

1. Дуденков А.Я. Биохимия молока и молочных продуктов // Пищевая промышленность. – 2018. – № 2. – С. 81-87.
2. Лунгрэн В.Г. Производство обогащенного молока // Пищевая промышленность. – 2011. – № 3. – С. 10-12.
3. Макарова К.В. Улучшение состава и свойств молока. – М.: Россельхозиздат, 1999. – 128 с.

Получено 18.06.2019



ГРТНИ 86.00.00

**Ж.Х. Есбенбетова, Р.Т. Шайхы, А.Е. Танабаева, Г.Т. Айткенова**

РГКП «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», г. Нур-Султан

**ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ НОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА**

*В данной статье изучены действующие системы управления охраной труда на отечественных предприятиях различных отраслей экономики Республики Казахстан. Предлагается новое видение решения проблем в разработке интегрированной системы управления охраны труда.*

*Бұл мақалада Қазақстан Республикасы экономикасының түрлі салаларының отандық кәсіпорындарында еңбекті қорғауды басқарудың қолданыстағы жүйелері зерттелді. Еңбекті қорғауды басқарудың кешенді жүйесін дамытудағы проблемаларды шешудің жолдары ұсынылған.*

*This article examines the existing systems of labor protection management at domestic enterprises of various sectors of the economy of the Republic of Kazakhstan. A new vision of solving problems in the development of an integrated management system of labor protection is proposed.*

**Ключевые слова:** система управления охраны труда, внутренний контроль, инновационный подход, профессиональный риск, оценка профессионального риска.

Ключевой задачей каждого предприятия и организации является, в первую очередь, выполнение требований трудового кодекса Республики Казахстан, соблюдение и обеспечение правил и инструкций в области безопасности и охраны труда. В соответствии со ст. 201 ТК РК внутренний контроль по безопасности и охране труда включает в себя организацию создания и внедрения системы управления охраной труда (далее – СУОТ), оценку рисков и принятие мер работодателем по устранению несоответствий требованиям безопасности и охране труда на рабочих местах [1].

В настоящее время, согласно действующей национальной системе управления охраны труда (СУОТ), работодатель обязан проводить аттестацию производственных объектов по условиям труда, осуществлять меры по предотвращению любых рисков путем проведения профилактики, замены производственного оборудования и других мероприятий, обучение и переподготовка работников, предоставление гарантий и т.д. [2].

Международные стандарты системы управления охраной труда (OHSAS-18001, MOT-СУОТ 2001 ILO-OSH 2001 и т.п.) внедряемые на предприятиях на добровольной основе, не адаптированы к особенностям производств Республики Казахстан, не учитывают отраслевую специфику производства, носят затратный характер и сдерживающим фактором является отсутствие законодательных требований к их обязательному внедрению [3, 4].

Исходя из вышеизложенного, построение новой системы управления охраной труда, как важнейший инструмент реализации государственной политики в области охраны труда для повышения качества жизни и сохранения здоровья трудоспособного населения, является актуальной.

РГКП «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан» (далее – РГКП РНИИОТ МТСЗН РК), в рамках научно-технической программы проводит научно-исследовательскую работу по «Разработке научно-методических основ обеспечения безопасного труда в приоритетных секторах экономики Республики Казахстан».

При проведении научно-исследовательской работы, были анализированы действующие системы управления охраной труда на пилотных предприятиях различных отраслей экономики Республики Казахстан. Анализ на соответствие международным требованиям показал, что все нормы в той или иной степени выполняются.

Между тем необходимо отметить, что внедрение оценки профессиональных рисков и управление ими выполняется частично:

- не разработаны вспомогательные механизмы, направленные на улучшение условий труда на малых и средних предприятиях республики;
- отсутствует законодательно утвержденная национальная программа по безопасности и гигиене труда.

Также в ходе исследования для определения стратегических направлений развития системы управления охраной труда в Казахстане сотрудниками института был использован наиболее эффективный инструмент стратегического менеджмента – SWOT-анализ, сущность которого заключается в оценке внутренних, внешних факторов, рисков и конкурентоспособности товара предприятия в отрасли. Он показал, что сильными сторонами действующей системы охраны труда Республики Казахстан являются:

- развитая законодательная база в области безопасности и охраны труда;
- внедренная система мониторинга условий труда посредством статистического учета данных;
- превентивные меры и меры социальной защиты в виде предоставления гарантий, страхования от несчастного случая на производстве, пенсионного обеспечения.

Слабые стороны:

- компенсаторный механизм охраны труда и применение списочного подхода в его управлении;
- сохранение высокой степени занятости работников во вредных и опасных условиях труда.

Неэффективность экономического стимулирования работодателей к улучшению условий труда и обучения практическим методам безопасного проведения работ; недостаточная обеспеченность цифровизации и необходимость установления вины работника при расследовании несчастных случаев приводит к высокому уровню скрытого травматизма.

По результатам научно-исследовательской работы сотрудниками института решение имеющихся проблем видится в применении:

- унифицированного подхода к системе управления охраной труда на основе оценки профессиональных рисков с учетом отраслевой специфики и размера предприятия;
- риск-ориентированного подхода к стимулированию работников и работодателей для улучшения условий труда, выполнению требований безопасности и охраны труда и т. п.;
- автоматизированного мониторинга условий труда.

В результате проведенной РКП РНИИОТ МТСЗН РК исследовательской работы были определены инновационные подходы к разработке новой системы управления охраной труда:

- обеспечение минимального стандарта по управлению безопасностью и охраны труда с учетом отраслевой специфики и размера предприятия;
- интеграция требований международных стандартов к системе управления охраны труда;
- методическое сопровождение и консультирование внедрения системы управления охраной труда;
- обучение и подготовка соответствующих специалистов.

Все это позволит создать инновационную систему управления охраной труда.

Вместе с тем сотрудниками РКП РНИИОТ МТСЗН РК разработаны методические рекомендации по внедрению системы управления профессиональными рисками на предприятии [5], где по каждой профессии проводится индивидуальная оценка степени рисков. Индивидуальный профессиональный риск рассчитывается на основе пяти показателей для работника отдельно взятой профессии с учетом:

- степени вредности и опасности воздействия факторов производственной среды;
- травмоопасности трудового процесса;
- безопасности производственного оборудования;
- обеспеченности средствами индивидуальной защиты;
- влияния условий труда на заболеваемость работника.

Риски ранжируются по степеням: допустимый, низкий, средний, высокий, очень высокий.

На основании вышеуказанного сотрудниками РКП РНИИОТ МТСЗН РК разработан проект новой модели СУОТ на основе управления профессиональными рисками для предприятий с численностью более 50-ти и до 50-ти человек.

В настоящее время система управления охраны труда апробируется на 20 пилотных предприятиях пяти приоритетных отраслей, среди которых:

- 4 предприятия с численностью до 50 человек;
- 6 предприятий с численностью до 150 человек;
- 10 предприятий с численностью более 150 человек.

В ходе работ по апробации мы обучаем новой системе, проводим семинары, разрабатываем полный пакет документов, необходимый для ее внедрения, выявляем сложности и корректируем их. Таким образом, результатом сотрудничества ученых, работодателей, специалистов служб охраны труда, индивидуальных предпринимателей при апробации новой системы управления охраной труда будет разработан окончательный вариант интегрированной СУОТ, которая в будущем повсеместно будет внедрена на предприятиях Республики Казахстан.

Список литературы:

1. Трудовой Кодекс РК от 23 ноября 2015 года № 414-V ЗРК.
2. Абикинова Ш.К. Интеграция процедур аттестации производственных объектов и оценки профессиональных рисков в Республике Казахстан / Ш.К. Абикинова, Ж.Х. Есбенбетова // Наука и мир: Международный научный журнал. – 2018. – Т. 1. – № 2 (54). – С. 21-24.
3. Рассыпкин А. О пользе обучения по стандарту OHSAS 18001:2007 / Охрана труда: просто и понятно. – 2014. – № 2. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://e.otruda.ru/>.
4. Guidelines on occupational safety and health management systems, ILO-OSH 2001 (ISBN 92-2-111634-4, Geneva) // [Site «International Labour Organization»]. – Access mode: <http://www.ilo.org>
5. Бисакаев С.Г. Методические рекомендации по внедрению системы управления профессиональными рисками на предприятии / С.Г. Бисакаев, Ш.К. Абикинова, Ж.Х. Есбенбетова. - Астана, 2017. – 84 с.

Получено 18.06.2019

---

УДК 331.452

**С.Т. Шорманов<sup>1</sup>, Н.Б. Абдрахманова<sup>2</sup>**

РГКП «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», г. Нур-Султан

**ОБ АНАЛИЗЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫХ АКТОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН ПО ПРИМЕНЕНИЮ  
МЕЖДУНАРОДНЫХ НОРМ ПО ВОПРОСАМ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ТРУДА**

*В целях углубления институционального развития и повышения эффективности безопасных условий и гигиены труда Республикой Казахстан ратифицирована конвенция Международной организации труда № 187 «Об основах, содействующих безопасности и гигиене труда». Как реализуются требования конвенции в законодательстве Республики Казахстан, анализируют авторы статьи.*

*Қауіпсіз еңбек жағдайларын және еңбек гигиенасы тиімділігін арттыру және институционалдық дамуды тереңдету мақсатында Қазақстан Республикасы Халықаралық еңбек ұйымының № 187 «Еңбек қауіпсіздігі мен еңбек гигиенасына жәрдемдесетін негіздер туралы» конвенциясын ратификациялады. Мақаланың авторлары Қазақстан Республикасының заңнамаларында Конвенцияның талаптары қалай іске асатындығын талдайды.*

*In order to deepen institutional development and improve the efficiency of safe working conditions and occupational health, the Republic of Kazakhstan ratified Convention No. 187 of the International Labor Organization "On the basis of promoting safety and health at work". How the requirements of the Convention are implemented in the legislation of the Republic of Kazakhstan, the authors of the article analyze.*

**Ключевые слова:** МОТ, конвенция, безопасность и гигиена труда, система управления охраной труда, национальная политика, национальная система, управление профессиональными рисками.

В Республике Казахстан реализуются права граждан на безопасные и здоровые условия труда, предусмотренные конституцией страны [1].

Республика Казахстан, вступив в 1993 году в члены Международной организации труда (далее – МОТ), признала принципы и права, закрепленные в уставе МОТ, и обязалась добиваться дости-

жения всех целей данной организации.

Казахстаном ратифицировано 24 основополагающих конвенции Международной организации труда, в том числе по вопросам безопасности и охраны труда – шесть (№№ 148, 155, 162, 167, 182 и 187), об инспекции труда – две (№№ 81 и 129).

Развитие и совершенствование национальной системы охраны труда и обеспечение безопасных условий труда в Республике Казахстан осуществляется в рамках требований Конвенции МОТ № 187 «Об основах, содействующих безопасности и гигиене труда».

Особым значением конвенции МОТ № 187 является предупреждение случаев производственного травматизма, профессиональных заболеваний и гибели людей на производстве посредством разработки на основе консультаций с наиболее представительными организациями работодателей и работников национальной политики, национальной системы и национальной программы [2].

Конвенция распространяется на все отрасли экономической деятельности и на все категории работников.

Выполняя принятые на себя международные обязательства, Республика Казахстан законодательно закрепила основные принципы и положения регулирования системы управления охраной труда, соответствующие положениям ратифицированной конвенции. Так, закрепленное в конституции Республики Казахстан право каждого на свободу труда, условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены, находится в полном соответствии со статьей 2 конвенции МОТ № 187 [1].

В трудовом кодексе Республики Казахстан (*далее – ТК РК*), предусмотрен раздел 4. «Безопасность и охрана труда» [3]. Кроме того, в кодексе Республики Казахстан «О здоровье народа и системе здравоохранения» в главе 2 «Государственное регулирование и управление в области здравоохранения» регламентированы вопросы гигиены труда [4].

Реализация положений конвенции через национальное законодательство повысит ответственность работодателей в сфере безопасности и гигиены труда и приведет к снижению уровня производственных травм и профессиональных заболеваний.

Отличительной чертой ТК РК является либерализация трудовых отношений, соответствующая принципам, заложенным в актах МОТ. Концептуальная модель ТК РК строится на оптимальном сочетании государственного регулирования трудовых отношений и эффективных рычагов социального партнерства. Четко определены границы государственного вмешательства в трудовые отношения.

Государством устанавливаются минимальные стандарты, касающиеся защиты жизни и здоровья работающих на производстве, а также нормы, определяющие условия труда, права и обязанности работника и работодателя. Кроме того, предложен ряд мер, направленных на стимулирование создания рабочих мест для отдельных категорий работников, включая инвалидов, молодежи, лиц с семейными обязанностями.

В ТК РК сохранено оптимальное равновесие между социальной защитой с одной стороны и экономической эффективностью с другой. Регулирование трудовых отношений в соответствии с рекомендациями стандартов МОТ основано на усилении роли самоуправления в трудовых отношениях работников и работодателей посредством коллективных переговоров на уровне предприятия. Данные нормы предусмотрены в разделе 3 «Социальное партнерство и коллективные отношения в сфере труда» ТК РК [3].

Национальная политика в сфере безопасности и охраны труда на основе консультаций с наиболее представительными организациями работников реализуется в соответствии со статьей 18 Закона Республики Казахстан «О профессиональных союзах» [5]. Активная деятельность профсоюзов по организации совместных действий с работодателем в обеспечении требований охраны труда, предупреждении производственного травматизма и профессиональных заболеваний, а также по проведению проверок условий и охраны труда на рабочих местах возможна в рамках производственного совета по безопасности и охране труда. Немаловажна роль профсоюзов как участников разработки нормативных правовых актов, затрагивающих трудовые и социальные права и интересы граждан. Национальная политика также реализуется на основе консультаций с органами социального партнерства на уровне предприятий – в форме соглашений или коллективных договоров, устанавливающих конкретные взаимные обязательства в сфере труда между представителями ра-

ботников и работодателем на основе законодательства Республики Казахстан.

Национальная политика в сфере безопасности и охраны труда всячески содействует безопасной и здоровой производственной среде, достижению на всех соответствующих уровнях реализации права работников на безопасную и здоровую производственную среду.

В соответствии со статьей 4 конвенции МОТ № 187 национальная система безопасности и гигиены труда периодически подвергается пересмотру и постоянно совершенствуется. Так, в связи принятием ТК РК были разработаны и утверждены 37 нормативных правовых актов, в том числе 17 в области безопасности и охраны труда [3].

Эффективным механизмом для обеспечения соблюдения национальных законодательных и нормативных правовых актов и государственного контроля в сфере безопасности и охраны труда является система государственной инспекции труда, созданная в 1993 году по рекомендациям МОТ. Государственный контроль за соблюдением трудового законодательства и том числе в области безопасности и охраны труда в Республике Казахстан осуществляют государственные инспекторы труда согласно главе 21 раздела 5 ТК РК в деятельности, которая соответствует требованиям конвенции МОТ № 81 «Об инспекции труда в промышленности» [6] и Конвенции МОТ № 129 «Об инспекции труда в сельском хозяйстве» и [7].

Ежегодно иницируется проведение аналитических и научно-исследовательских работ, результаты которых используются в качестве основы для совершенствования государственной политики в сфере безопасности и охране труда.

Научное сопровождение разработки и внедрения нормативной правовой базы Республики Казахстан, проведение прикладных исследований в области безопасности и охраны труда ведет Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан. Результаты научных исследований используются для долгосрочной перспективы. В Республике Казахстан формируются научно-обоснованные подходы по успешному внедрению системы управления профессиональными рисками на предприятиях различных отраслей экономики путем обоснования понятийного аппарата, процедур выявления, оценки и управления профессиональными рисками, установления критериев его оценки, с разработкой проектов нормативно-правовых документов, регулирующих данный вопрос. Также прорабатывается вопрос эффективного регулирования труда работников, занятых на тяжелых работах, работах с вредными и опасными условиями труда в части предоставления гарантий (компенсаций) и защитных мер по безопасности и охране труда.

Таким образом, выполнение требований норм вышеперечисленных ратифицированных Казахстаном конвенций МОТ по вопросам безопасности и охраны труда (№№ 148, 155, 162, 167, 182 и 187) будет способствовать ускоренному внедрению системы управления охраны труда в промышленные предприятия республики.

#### Список литературы

1. Конвенция МОТ № 129 «Об инспекции труда в сельском хозяйстве» ратифицирована Законом Республики Казахстан от 7 мая 2001 года № 195-II.
2. Конвенция МОТ № 187 «Об основах, содействующих безопасности и гигиене труда». Ратифицирована Законом Республики Казахстан от 20 октября 2014 года № 243-V.
3. Трудовой кодекс Республики Казахстан от 23 ноября 2015 года №414-V (с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.01.2019 г.).
4. Кодекс Республики Казахстан от 18 сентября 2009 года № 193-IV «О здоровье народа и системе здравоохранения» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 28.12.2018 г.).
5. Закон Республики Казахстан от 27 июня 2014 года № 211-V «О профессиональных союзах» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 11.07.2017 г.).
6. Конвенция МОТ № 81 «Об инспекции труда в промышленности» ратифицирована Законом Республики Казахстан от 7 мая 2001 года № 194-II.
7. Конституция Республики Казахстан (принята на республиканском референдуме 30 августа 1995 года) (с изменениями и дополнениями по состоянию на 10.03.2017 г.).

Получено 18.06.2019

## МАЗМУНЫ

## СОДЕРЖАНИЕ

ЖЕР ТУРАЛЫ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ  
ГЕОГРАФИЯЛЫҚ ҒЫЛЫМДАРНАУКИ О ЗЕМЛЕ  
И ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Абдугалиева Г.Ю., Имангазин М.К., Сатенова Ш.А., Абдрашев Р.</i> Ақтөбе облысының Мугоджар диабаз кен орнын әзірлеу кезіндегі қауіптілік тәуекелін талдау	3	<i>Абдугалиева Г.Ю., Имангазин М.К., Сатенова Ш.А., Абдрашев Р.</i> Анализ риска опасностей при разработке Мугоджарского месторождения диабазов Актюбинской области	3
<i>Акимбекова Н.Н., Саттарова Г.С., Нурғалиева А.Д., Халиева Д.М., Идришева Ж.К.</i> Жойылған шахталардың пайдаланылған кеңістігіне метанды бөлу көздері	7	<i>Акимбекова Н.Н., Идришева Ж.К., Саттарова Г.С., Нурғалиева А.Д., Халиева Д.М.</i> Источники выделения метана в отработанные пространства ликвидированных шахт	7
<i>Дакиева К.Ж., Кумарбекулы С., Садықанова Г.Е., Даумова Г.К.</i> Шығыс Қазақстан мыс-химия комбинаты мен Николаев байыту фабрикасының ашық карьерлеріндегі еңбек жағдайларының гигиеналық сипаттамасы	12	<i>Дакиева К.Ж., Кумарбекулы С., Садықанова Г.Е., Даумова Г.К.</i> Гигиеническая характеристика условий труда на открытых карьерах Восточно-Казахстанского медно-химического комбината и Николаевской обогатительной фабрики	12
<i>Иванов А.А., Пономарева М.В., Мақат Д.К.</i> Мыс-порфир кен орындарының іздеу белгілеріне қысқаша шолу	15	<i>Иванов А.А., Пономарева М.В., Мақат Д.К.</i> Краткий обзор поисковых признаков медно-порфировых месторождений	15
<i>Ипалаков Т.Т., Апишиқур Б., Қапасов А.К.</i> Геосеткамен арматуралаумен әлсіз негіздерде салынатын көп жолды учаскенің жер төсемінің кернеулі-деформацияланған жай-күйін	21	<i>Ипалаков Т.Т., Апишиқур Б., Қапасов А.К.</i> Расчет напряженно-деформированного состояния земляного полотна многопутного участка, сооружаемого на слабых основаниях с армированием геосеткой	21
<i>Карменова М.А., Попова Г.В.</i> Agisoft Photoscan Pro қалалық нысандардың 3D-үлгілерін құру мүмкіндіктерін зерттеу	28	<i>Карменова М.А., Попова Г.В.</i> Исследование возможностей построения 3D-моделей городских объектов в Agisoft Photoscan Pro	28
<i>Касымова Д.Б., Әділқанова М.Ә., Кокаева Г.А., Мамяченков С.В., Кушақова Л.Б.</i> Қазақстан кен орнының құрамында алтыны бар кенінің минералогиялық құрамын зерттеу	35	<i>Касымова Д.Б., Әділқанова М.Ә., Кокаева Г.А., Мамяченков С.В., Кушақова Л.Б.</i> Изучение минералогического состава золотосодержащей руды месторождения Казахстана	35
<i>Қытайбаева А.А., Комакова Г.К., Қабатаева Ж.К.</i> Күнбағыс ( <i>helianthus</i> ) өсімдігіне фитореттегіштердің әсерін бақылау	38	<i>Қытайбаева А.А., Комакова Г.К., Қабатаева Ж.К.</i> Влияние фиторегуляторов на подсолнечник ( <i>helianthus</i> )	38
<i>Мизерная М.А., Дьячков Б.А., Ақылбаева А.Т., Мирошникова А.П., Жунусов А.А.</i> Шығыс Қазақстанның кара тактатас түзілімдеріндегі алтын-сульфидті кен орындары – асыл металдардың перспективалы көзі	43	<i>Мизерная М.А., Дьячков Б.А., Ақылбаева А.Т., Мирошникова А.П., Жунусов А.А.</i> Золото-сульфидные месторождения в черносланцевых образованиях Восточного Казахстана – перспективный источник благородных металлов	43
<i>Самарханов Т.Н., Мазбаев О.Б., Мырзағалиева А.Б.</i> «Көктау самырсынды орманы» ерекше қорғалатын табиғи ескерткіші – экологиялық туризм нысаны	47	<i>Самарханов Т.Н., Мазбаев О.Б., Мырзағалиева А.Б.</i> Особо охраняемый природный памятник «Көктау самырсынды орманы» – объект экологического туризма	47
<i>Толубаева Қ.Қ., Лязат Ж.Т., Бейсембекова М.К.</i> Геостационарлы орбитадағы тетраэдр пішінінде топтасқан кіші ғарыш аппараттарының қозғалысы	52	<i>Толубаева Қ.Қ., Лязат Ж.Т., Бейсембекова М.К.</i> Движение малых космических аппаратов, сгруппированных в форме тетраэдра на геостационарной орбите	52

<i>Туркеева Э.М., Рысбаева Ф.А., Тасыбаева Ш.Б.</i> Халықта темір тапшылығын болдырмау үшін арналған азық-түлік өнімдерін дамыту қажеттілігі туралы	58	<i>Туркеева Э.М., Рысбаева Ф.А., Тасыбаева Ш.Б.</i> О необходимости развития пищевых продуктов, предназначенных для предотвращения дефицита железа у населения	58
<i>Уразгалиева М.Д., Гилязов Е.Г., Изгалиев С.А., Сагинаев А.Т.</i> Қырықмылтық кенорны мұнай шламының құрамын зерттеу	63	<i>Уразгалиева М.Д., Гилязов Е.Г., Изгалиев С.А., Сагинаев А.Т.</i> Изучение состава нефтешлама месторождения Кырықмылтық	63

#### ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

<i>Азаматов Б.Н., Прохоренкова Н.В., Ерболатова Г.У., Жилкашинова А.М., Ерболатулы Д., Бектасова Г.С.</i> Титан имплантаттарына микроплазма арқылы құйылған биоүйлесімді материалдардың жабындарының физикалық-химиялық қасиеттері	67
<i>Акимбекова Н.Н., Ахметова А.Ж., Саттарова Г.С., Какенова М.Ж., Идришева Ж.К.</i> Магистралдық мұнай құбырлары объектілеріндегі аварияларды жою	71
<i>Акказин А.Е., Жантасова Ж.З., Тлебалдинова А.С., Увалиева И.М.</i> Мәліметтерді интеллектуалды жүйелер көмегімен іздеу	75
<i>Бакланова О.Е., Толегенова М.Е.</i> Биометриялық белгілер негізінде адамды сәйкестендіру жүйесін әзірлеу	78
<i>Габдысалық Р., Капаева С.Д., Мұратұлы Д.</i> Simufact.Welding доғалық дәнекерлеуді модельдеу	84
<i>Жакупова А.Т., Абдулина С.А., Богомолов А.В., Жакупов А.Н., Салина В.А.</i> Тұтас және қуысты үздіксіз құйма дайындамаларын құю барысында макроқұрылымды үлгілеу	91
<i>Жанабай Н.Ж., Утелбаева А.Б., Салимов Ф.Р.</i> Сыртқы температуралық органның әсерін ескере отырып, қысыммен жұмыс істейтін үлкен диаметрлі алдын ала кернеулі газ-мұнай құбырларының беріктігін есептеу	94
<i>Запасный В.В., Асанов Д.А., Садуакасова Г.Н., Ткаченко О.А., Запасный Е.В.</i> «Май» АҚ май зауытындағы күнбағыс тұндырғысын жағатын қазандықтардан түтін газдарында күкіртті сутегінің болуын анықтау бойынша зерттеулер	98
<i>Кабдуллина Д.С., Төреханова М.Т.</i> ЮХ17Н8С5Г2Т және ЮХ19Н9С5М2РГТ корытпамен балкытылған беттің қасиеттерін дилатометриялық әдіспен зерттеу	103
<i>Кантай Н., Касмамытов Н.К., Рахадиллов Б.К., Пошковский М., Муратбеков Б.М.</i> Жоғары температураның керамиканың физикалық және механикалық қасиетіне әсері	107

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ

<i>Азаматов Б.Н., Прохоренкова Н.В., Ерболатова Г.У., Жилкашинова А.М., Ерболатулы Д., Бектасова Г.С.</i> Физико-химические свойства покрытий из биосовместимых материалов, нанесенных микроплазмой на титановые имплантаты	67
<i>Акимбекова Н.Н., Идришева Ж.К., Ахметова А.Ж., Саттарова Г.С., Какенова М.Ж.</i> Ликвидация аварий на объектах магистральных нефтепроводов	71
<i>Акказин А.Е., Жантасова Ж.З., Тлебалдинова А.С., Увалиева И.М.</i> Поиск данных с помощью интеллектуальных систем	75
<i>Бакланова О.Е., Толегенова М.Е.</i> Разработка системы идентификации человека на основе биометрических признаков	78
<i>Габдысалық Р., Капаева С.Д., Мұратұлы Д.</i> Моделирование дуговой сварки на Simufact.Welding	84
<i>Жакупова А.Т., Абдулина С.А., Богомолов А.В., Жакупов А.Н., Салина В.А.</i> Моделирование макроструктуры при разливке сплошных и полых непрерывнолитых заготовок	91
<i>Жанабай Н.Ж., Утелбаева А.Б., Салимов Ф.Р.</i> Расчет прочности предварительнонапряженных газо-нефтепроводов большого диаметра, работающих под давлением с учетом влияния внешней температурной среды	94
<i>Запасный В.В., Асанов Д.А., Садуакасова Г.Н., Ткаченко О.А., Запасный Е.В.</i> Исследования по определению наличия сероводорода в дымовых газах от котлов, сжигающих лузгу подсолнечника на маслозаводе АО «МАЙ»	98
<i>Кабдуллина Д.С., Төреханова М.Т.</i> Исследования свойств наплавленной поверхности сплавами ЮХ17Н8С5Г2Т и ЮХ19Н9С5М2РГТ дилатометрическим методом	103
<i>Кантай Н., Касмамытов Н.К., Рахадиллов Б.К., Пошковский М., Муратбеков Б.М.</i> Влияние высокой температуры на физические и механические свойства керамики	107

<i>Келаманов Б.С., Самуратов Е.К., Акуев А.М., Абдирашит А.М., Жумағалиев Е.У.</i> Ti-Fe-Si-C жүйесінің термодинамикалық-диаграммалық талдауы зерттеу есептеу	112	<i>Келаманов Б.С., Самуратов Е.К., Акуев А.М., Абдирашит А.М., Жумағалиев Е.У.</i> Термодинамически-диаграммный анализ системы Ti-Fe-Si-C	112
<i>Киялбаев А.К., Киялбай С.Н., Дудкин М.В., Алимгазин Б.Т.</i> Жол-құрылыс материалдары мен жұмыстарын өндіру кезіндегі сапаны басқару жүйесі	118	<i>Киялбаев А.К., Киялбай С.Н., Дудкин М.В., Алимгазин Б.Т.</i> Система управления качеством при производстве дорожно-строительных материалов и работ	118
<i>Курмашева Г.Р., Хамиева Н.С., Жумағалиев И.К.</i> «Стекло-Сервис» компаниясының әйнек өңдейтін цехтарындағы жасанды жарықтандыруды есептеу	122	<i>Курмашева Г.Р., Хамиева Н.С., Жумағалиев И.К.</i> Расчет искусственного освещения в стеклообрабатывающих цехах компании «Стекло-Сервис»	122
<i>Кушалиев Д.К., Балтаев Т.А., Ерманова Б.А.</i> Теңестіргіш сайлентблоктарына инновациялық жөндеу жиынтығы	126	<i>Кушалиев Д.К., Балтаев Т.А., Ерманова Б.А.</i> Инновационный ремонтный комплект для сайлентблока амортизатора	126
<i>Мұратұлы Ә., Недобитков А.И.</i> Өскемен қаласы Қабанбай Батыр көшесі бойынша жол қозғалысын ұйымдастыруды талдау	130	<i>Мұратұлы Ә., Недобитков А.И.</i> Анализ организации дорожного движения по улице Кабанбай Батыра г. Усть-Каменогорска	130
<i>Мякинин А.</i> 3D баспа әдісімен алынған 316L тот баспайтын болаттың сфероидизация процесі, құрылымдық-фазалық жағдайы және механикалық қасиеттері	135	<i>Мякинин А.</i> Процесс сфероидизации, структурно-фазовое состояние и механические свойства нержавеющей стали 316L, полученной методом 3D печати	135
<i>Никифоров А.С., Приходько Е.В., Кинжибекова А.К., Карманов А.Е., Шупеева Ш.М.</i> Жоғары температуралы агрегаттардың футеровкаларының бұзылу механизмдері мен жұмыс жағдайын талдау	140	<i>Никифоров А.С., Приходько Е.В., Кинжибекова А.К., Карманов А.Е., Шупеева Ш.М.</i> Анализ условий работы и механизмов разрушения футеровок высоко-температурных агрегатов	140
<i>Плотников С.В., Тұрлыбекұлы А., Мякинин А.А., Жанысов С.А.</i> МРБ үшін аса өткізгіш сымның сипаттамасын өлшеу	147	<i>Плотников С.В., Тұрлыбекұлы А., Мякинин А.А., Жанысов С.А.</i> Измерение характеристик сверхпроводящего провода для МРТ	147
<i>Рыспаев А.Б., Бакланова О.Е.</i> Сөйлеу апаратын тануды басқару жүйесі	149	<i>Рыспаев А.Б., Бакланова О.Е.</i> Система управления распознаванием речевой информации	149
<i>Сапинов Р.В., Куленова Н.А., Суюндиков М.М., Олейникова Н.В.</i> Қазақстандағы техногендік шикізаттан қалайы алудың келешегі	155	<i>Сапинов Р.В., Куленова Н.А., Суюндиков М.М., Олейникова Н.В.</i> Перспективы получения олова из техногенного сырья в Казахстане	155
<i>Төреханова М.Т., Кабдуллина Д.С.</i> Балқытылған металдың құрылымы мен қасиеттеріне азотпен легирлеудің әсерін зерттеу	160	<i>Төреханова М.Т., Кабдуллина Д.С.</i> Исследование влияния легирования азотом на структуру и свойства наплавленного металла	160
<i>Шнис А.А.</i> Кальциймен байытылған сүт	164	<i>Шнис А.А.</i> Молоко, обогащенное кальцием	164

## ЭКОЛОГИЯ

## ЭКОЛОГИЯ

<i>Есбенбетова Ж.Х., Шайхы Р.Т., Танабаева А.Е., Айткенова Г.Т.</i> Еңбекті қорғауды басқарудың жаңа жүйесін әзірлеудегі инновациялық тәсілдер	168	<i>Есбенбетова Ж.Х., Шайхы Р.Т., Танабаева А.Е., Айткенова Г.Т.</i> Инновационные подходы к разработке новой системы управления охраной труда	168
<i>Шорманов С.Т., Абдрахманова Н.Б.</i> Еңбек қауіпсіздігі және еңбек қорғау мәселелері бойынша халықаралық нормаларды Қазақстан Республикасының заңнамалық актілерінде қолданылуы туралы талдау	170	<i>Шорманов С.Т., Абдрахманова Н.Б.</i> Об анализе законодательных актов Республики Казахстан по применению Международных норм по вопросам безопасности и охраны труда	170

**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.

---

Редакторлар – Редакторы  
С.Е. Волкова, С.С. Мамыраздыкова  
Корректорлар – Корректоры  
С.Е. Волкова, С.С. Мамыраздыкова  
Руководитель издательства О.Н. Николаенко

---

Материалдарды компьютерде терген  
және беттеген

---

Набор, верстка,  
изготовление оригинал-макета  
С.Е. Волкова

---

Басуға 25 қыркүйек 2019 ж. қол қойылды.  
Форматы 84×108/16. Офсет қағазы.  
Көлемі: 17,75 есептік баспа табағы, 18,48 шартты баспа табағы  
Таралымы 350 дана. № 2204-2019 тапсырыс.  
Бағасы келісім бойынша.

---

Подписано в печать 25 сентября 2019 г.  
Формат 84×108/16. Бумага офсетная.  
Объем: уч.-изд. л. 17,75 усл. печ. 18,48 л.  
Тираж 350 экз. Заказ № 2204-2019.  
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