

Индекс  
75678



ISSN 1561-4212  
декабрь, 2016 г.

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ■ ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ

Д. Серікбаев  
атындағы  
Шығыс Қазақстан  
мемлекеттік техникалық  
университетінің

**ХАБАРШЫСЫ**



**ВЕСТНИК**

Восточно-Казахстанского  
государственного технического  
университета  
имени  
Д. Серикбаева

4

ISSN 1561-4212. Вестник ВКГУТУ. 2016. N 4

Регистрационный № 145-ж

№ 4 (74), декабрь, 2016

Основан в 1998 году

Выходит 4 раза в год

---

Ғылыми журнал

Д. Серікбаев атындағы  
Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық  
университетінің

**ХАБАРШЫСЫ**



**ВЕСТНИК**

Восточно-Казахстанского государственного  
технического университета  
им. Д. Серикбаева

Научный журнал



Бас редакторы - Главный редактор

***Ж.К. Шаймарданов***

ректор, профессор

## Редакция алқасы - Редакционная коллегия:

Заместитель главного редактора:

О.Д. Гавриленко, канд. геол.-мин. н.

Ответственный секретарь - О.Н. Николаенко

Члены коллегии:

А.К. Адрышев, д-р техн. н., проф.,

А.Н. Алексеенко, д-р ист. н., проф.,

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

Ю.В. Баталов, д-р экон.н., проф.,

Ю.А. Веригин, д-р техн. н., проф.,

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

М.В. Дудкин, д-р техн. наук, проф.,

А.В. Егорина, д-р геогр. наук, проф.,

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

Т.Т. Ипалаков, д-р техн. н., проф.,

А.И. Квасов, д-р техн. н., проф.,

Е.А. Колос, д-р экон. наук, доц.,

В.П. Колпакова, д-р техн. наук, доц.,

Ж.О. Кульсеитов, д-р техн. н., проф.,

В.Х. Кумыков, д-р техн. н., проф.,

Н.П. Малышев, канд. экон. н., проф.,

О.А. Манцуров, полковник,

Ж.Д. Назбиев, д-р. филол. н., проф.,

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

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

М.К. Скаков, д-р физ.-мат. н., проф.,

Б.В. Сырнев, д-р техн. н., проф.,

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

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

С.Д. Тыныбекова, д-р пед. н., проф.

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

В.Ю. Чернавин, канд. техн. н, проф.,

Ю.Н. Шапошник, д-р техн. н., проф.

ISSN 1561- 4212

© Восточно-Казахстанский  
государственный технический  
университет им. Д. Серикбаева,  
2016

## *Уважаемые коллеги!*



Остаётся за плечами ещё один промежуток нашей совместной, я уверен, плодотворной работы. Четвертый квартал истёкшего года был насыщен яркими событиями в жизни нашего университета.

Главное, что хочу особо отметить, это 25-летие независимости нашей страны. В концептуальных основах празднования этого знаменательного исторического события обозначено, что государство и каждый гражданин страны должны прилагать максимум усилий для сохранения независимости. В реализации этого аспекта необходима работа всего общества.

С уверенностью могу сказать, что к этой дате ВКГУ им. Д. Серикбаева подошел с определенными успехами и достижениями. Мы получили международное признание, став обладателями трех звезд QS: за качественное обучение, инновации и трудоустройство выпускников, а также вошли в Международную, Европейскую и Азиатскую ассоциации университетов.

Работы наших студентов и ученых отмечены высокими наградами на республиканском уровне.

В 2016 году наш вуз, реализуя модель университета-форума, стал площадкой для многих значимых событий. В том числе визита первых лиц государства и зарубежных гостей.

Убеждён, что следуя своему намеченному курсу, наш университет будет и дальше развивать наукоёмкие инновационные технологии, качественное и доступное образование.

*С уважением,  
ректор Ж.К. Шаймарданов*

---

---



УДК 527.42

**Б.Ж. Ахметов, А. Байтак**

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

**А.Б. Болатова**

Государственный университет им. Шакарима, г. Семей

**ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАДИОНУКЛИДАМИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ,  
ВЛИЯЮЩИЕ НА МЕЖЕВАНИЕ ЗЕМЕЛЬ**

При составлении межевого плана в условиях загрязнения радионуклидами земной поверхности необходимо отображать границы с разным уровнем этого загрязнения на данный момент времени. Воздух, почва, а также находящиеся на земной поверхности деревья, сельскохозяйственные культуры, травы, дикие и домашние животные, птицы и рыбы подвергаются загрязнению различными способами.

Земная поверхность (почва на разных горизонтах) подвергается глобальному загрязнению радионуклидами непосредственно после взрыва, затем загрязнение происходит вследствие ветрового переноса радионуклидов пылью и дымом, а также водой в различных ее состояниях. После этого радионуклиды с частицами пыли передаются человеку через дыхательные органы, а также с продуктами питания растительного и животного происхождения, питьевой водой [1]. Другим фактором влияния загрязнения земной поверхности является оседание и проникновение радионуклидов в породы, содержащие полезные ископаемые. При добыче полезных ископаемых и их транспортировке и переработке происходит дальнейшее их распространение на значительные расстояния и проникновение с пылевыми частицами внутрь человека. Загрязнение участков земной поверхности во всем многообразии ограничивают и в целом ряде случаев даже запрещают на данной территории проживание и ведение любой деятельности.

Уровень накопления радионуклидов в растениях зависит от плотности выпадений и от условий произрастания. Второй фактор в свою очередь зависит от типа почвы, на которой находится растение. Концентрация радионуклидов в продуктах питания напрямую зависит от величины загрязнения растительного покрова на данной территории (рис. 1).

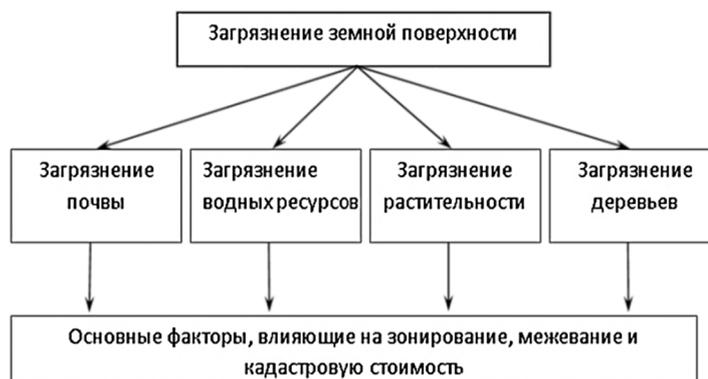


Рисунок 1 – Влияние загрязнения радионуклидами земной поверхности

Согласно выполненным исследованиям (2010, с. 77) было установлено, что спустя 50-60 лет, прошедших со времени проведения атмосферных испытаний, максимальное содержание выпавших на поверхность почвы радионуклидов остается, в основном, в ее поверхностном слое. При этом глубина проникновения радионуклидов в почву в среднем равна 15-20 см. Авторами исследований указывается, что такое сравнительно небольшое проникновение радионуклидов в верхний слой почвы обусловлено нехваткой влаги, вследствие чего радионуклиды не могут переместиться с водой (выпадающими осадками летом или снегом зимой) в более низкие горизонты. Авторами исследований (2010, 2 с. 71) указывается, что вертикальное распределение радионуклидов в почве имеет тенденцию уменьшения по мере заглубления [2].

Однако при ведении сельскохозяйственной деятельности обработка почвы происходит на глубину до 25-35 см, вследствие чего в значительной степени происходит перемешивание горизонтов, и распределение радионуклидов по высоте будет более равномерным. Перераспределение радионуклидов в горизонтальной плоскости при ведении сельскохозяйственной деятельности происходит незначительно, так как перемещение почвы сельскохозяйственными машинами (плуг, культиватор, борона) составляет всего несколько сантиметров [3].

Из этого следует, что выпавшие радионуклиды и находящиеся в верхнем слое почвы практически полностью включаются в различные пищевые цепочки. Кроме того, нарушение поверхностного слоя почвы при проведении различных сельскохозяйственных работ в любое время года приводит к разрыхлению почвы и образованию мелких частиц и пыли. Эти мелкие частицы и пыль содержат в себе частицы радионуклидов, которые участвуют во вторичном загрязнении. Это вторичное загрязнение имеет значительную горизонтальную составляющую [4].

*Последствия радиоактивного загрязнения радионуклидами воздушного бассейна.* Загрязнение воздуха происходит непосредственно после взрыва, а затем взвешенные радиоактивные частицы находятся в воздухе при их ветровом переносе пылью или дымом (рис. 2). В связи с этим возникают ограничения на пользование земельными участками, на которых возможен подъем пыли, например, участки с близким расположением автомобильных дорог без твердого покрытия.

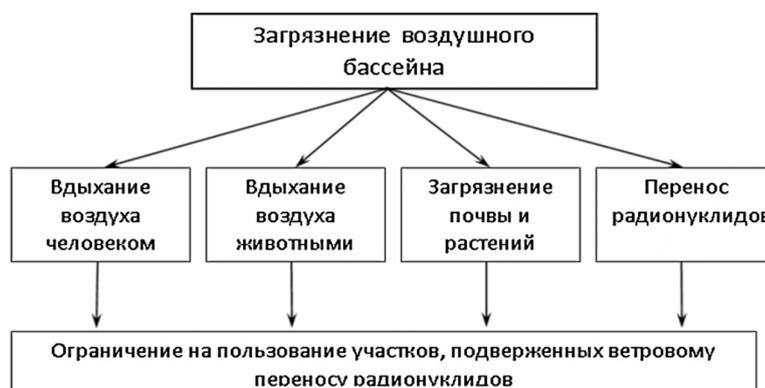


Рисунок 2 – Влияние загрязнения радионуклидами воздушного бассейна

*Последствия радиоактивного загрязнения радионуклидами деревьев.* Загрязнение деревьев происходит сначала после взрыва путем оседания с пылью радионуклидов на листьях. Затем попадающие в почву радионуклиды поглощаются корнями вместе с необхо-

димыми для роста деревьев питательными веществами. После отмирания листьев накопившиеся в них радионуклиды снова попадают в почву на разных расстояниях от дерева. Если дерево плодовое, то радионуклиды оседают и на его плодах, а затем попадают в организм человека, животного или птицы. После животного или птицы снова идет попадание радионуклидов в организм человека. И, наконец, при сжигании дерева в дыме остаются радионуклиды, которые, как уже указывалось выше, ветром переносятся на значительные расстояния [5].

В связи с этим возникают следующие ограничения:

- если лесной массив, парковая зона, лесополосы или сады подверглись первоначальному загрязнению радионуклидами ветровым переносом, то по корневой системе через опавшие листья и плоды будет периодически происходить вторичное загрязнение определенного участка местности и человека;

- усиление загрязнения будет происходить, если на данной территории имеются загрязненные грунтовые воды;

- в связи с этим будет иметь место уменьшение кадастровой стоимости земельного участка и выделение зоны с ограниченным использованием с сохранением права собственности (рис. 3).

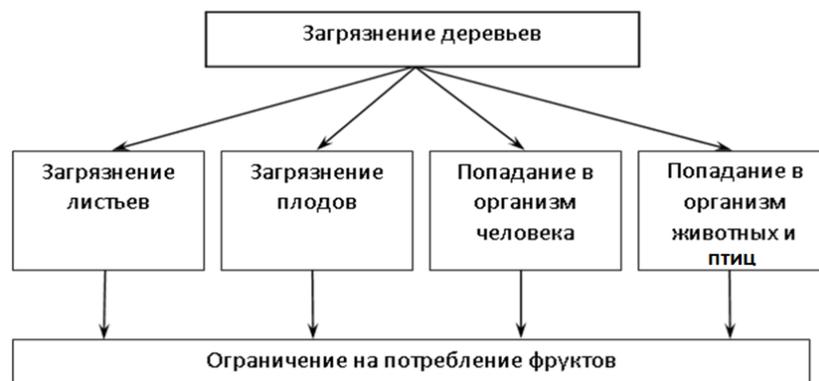


Рисунок 3 – Влияние загрязнения радионуклидами деревьев

Загрязнение сельскохозяйственных культур происходит в районах, где занимаются их выращиванием. В отличие от деревьев, кустарника и травяного покрова выращивание сельскохозяйственных культур происходит циклически, т. е. с периодичностью один раз в год [6].

#### Список литературы

1. Лукашенко С.Н. Семипалатинский испытательный полигон / С.Н. Лукашенко, Ю.Г. Стрильчук, С.Б. Субботин и др. – Курчатова: Дом печати, 2011.
2. Уставич Г.А. Реконструкция почвенной карты антропогенно преобразованных ландшафтов / Г.А. Уставич, Я.Г. Пошивайло, И.П. Каретина // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 72–76.
3. Уставич Г.А. Разработка метода ретроспективного картографирования почвенного покрова земель населенных пунктов / Г.А. Уставич, Л.А. Пластинин, Я.Г. Пошивайло и др. // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 99–103.
4. Уставич Г.А. Состав геодезических и картографических работ при изучении мест проведения ядерных взрывов на Семипалатинском испытательном полигоне / Г.А. Уставич, Ю.Ю. Яковенко, А.М. Яковенко и др. // Геодезия и картография. – 2013. – № 4. – С. 2–6.
5. Уставич Г.А. Комбинированный способ создания инженерно-топографических планов масштаба 1:500 промышленных территорий и отдельных промплощадок / Г.А. Уставич, В.А. Середович, Я.Г. Пошивайло и др. // Геодезия и картография. – 2009. – № 1. – С. 31–37.

6. Уставич Г.А. Вопросы межевания земель Семипалатинского испытательного полигона и прилегающих к нему территорий / Г.А. Уставич, Я.Г. Пошивайло, А.М. Яковенко и др. // Геодезия и картография. – 2013. – № 9. – С. 59-64.
7. Субботин С.В. Оценка возможностей протекания процессов катастрофического характера на площадке / С.В. Субботин, С.Н. Лукашенко, С.В. Генова и др. // Балапан: Сб. тр. ин-та радиационной безопасности и экологии за 2007-2009 гг. Актуальные вопросы радиоэкологии Казахстана. – Вып. 2.
8. Уставич Г.А. Учет влияния розы ветров при картографировании и межевании земель, прилегающих к Семипалатинскому испытательному полигону / Г.А. Уставич, А.Р. Ватуев, Я.Г. Пошивайло и др. // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 123-126.
9. Киселева А.О. Разработка информационных форм ведения баз данных о недвижимом имуществе для целей кадастра / А.О. Киселева, В.Н. Ключниченко // Вестник СРГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 87-92.

Получено 15.12.2016

УДК 911.5/9(574)

**Р.С. Бейсембаева, К.А. Асылгазина**

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

#### **СОЦИАЛЬНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ КАЗАХСТАНА**

В результате проведения на протяжении долгих лет политики планового размещения производственных сил, главным принципом которой было – все для развития экономики, без учета социально-демографического фактора, в Казахстане сложилась такая система производства, которая сегодня становится одной из причин низкой конкурентоспособности экономики Республики Казахстан. Причинами пространственно-территориальной неоднородности и значительных диспропорций в социально-экономическом развитии Казахстана являются низкий уровень диверсификации республиканской экономики, неравномерное распределение населения по территории, устаревшая система расселения, различное экономико-географическое положение территорий, неэффективная пространственная организация.

Все это остро ставит проблему создания современной модели системы расселения и пространственной организации территории Республики Казахстан.

В современной экономике Казахстана главенствующую роль играет промышленное производство, которое ориентировано на экспорт отраслей. Исторически сложилось так, что промышленные предприятия, которые являются основными производителями прибыли экономики страны, являются также градообразующими. Таким образом, настоящая хозяйственно-производственная система определяет темпы социально-экономического развития Казахстана, наиболее общий подход к государственным задачам управления развитием, опирающийся на представления о стране, как системно-структурной целостности.

На современном этапе задачей территориальной организации страны и системы расселения является формирование эффективной пространственной организации экономического потенциала и расселения населения, отвечающей новым задачам позиционирования на мировой арене страны и ее регионов, обеспечивающей создание единого внутреннего экономического пространства, учитывающего геополитические и геоэкономические факторы развития Казахстана.

Наиболее характерной чертой территориальной организации общества и расселения населения в современном мире является развитие городских агломераций. Процесс развития городских агломераций, концентрирующих важнейшие объекты промышленности, науки, образования, культуры и рекреации, характерны для Казахстана. В последние го-

ды формирование городских агломераций в Республике Казахстане несколько затормозилось вследствие депопуляции, утраты сельской местностью способности пополнять городское население, спада промышленного производства и затяжных социально-экономических кризисов. В настоящее время Казахстан испытывает дефицит городов всех категорий и особенно крупных агломераций, что создает проблемы для правильного пространственного развития, организации территории и модернизации периферийных районов. Именно крупные города и городские агломерации должны выступать «локомотивами», «полюсами роста» социально-экономического развития страны и ее регионов. То есть, инновационные и управленческие центры, являющиеся зонами высокоорганизованной урбанистической среды жизни, концентрирующие в себе современные городские инфраструктуры, информационные каналы, являющиеся экологически благоприятными для жизни, что должно повлиять на качество жизни населения.

Инновационное развитие в Казахстане может быть обеспечено за счет активизации развития городов, урбанистических процессов и выделения городов-лидеров. В этой связи в Казахстане с низкой плотностью населения ключевой формой территориальной организации должны быть выдвинуты агломерации, в которых сосредоточены основные ресурсы территорий: финансовые, человеческие, инновационные, природно-экологические, культурные. Такой подход обеспечит качественный демографический и территориально-пространственный рост Казахстана.

В условиях Казахстана целесообразно на первоначальном этапе сконцентрироваться на уже сложившихся крупных агломерациях – вокруг городов Астана (872 655 чел., 2016 г.), Алматы, Шымкент и областных центрах, численность которых превышает 250 тыс. человек, которые, согласно мировой практике пространственного развития, смогут стать центрами устойчивых агломераций. К сожалению, в Казахстане нет ни одного мегаполиса мирового масштаба, и лишь один казахстанского – Алматы (с численностью населения 1 703 481 чел., 2016 г.).

Но в сложившейся структуре экономики крупных казахстанских городов существует дефицит услуг по управлению экономикой, торговлей, финансами, информацией, юридическими, инновационными услугами и т.д. То есть их функции не отвечают требованиям современного мира. Загруженные производством крупные города не управляют, а тормозят развитие остальных зон. Человеческие ресурсы для роста агломераций в Казахстане ограничены и сосредоточены в основном на юге. Формирование агломераций будет зависеть от численности и экономического развития крупных городов, плотности населения окружающих территорий.

Города Астана и Алматы концентрируют в себе экономическую активность в стране и имеют возможность выступить в качестве зоны интеграции страны с региональными и глобальными рынками. Они находятся на пересечении основных осей развития страны и являются крупными инновационными и управленческими центрами.

Эти города становятся так называемыми постиндустриальными зонами, торгово-финансовыми, инновационно-образовательными, транспортно-логистическими и рекреационными центрами. Таким образом, стимулируется приток в них наиболее ценного вида капитала – человеческого и обеспечивается высокое качество жизни населения.

Агломерационный потенциал Алматы выше благодаря более высокой численности населения, более плотному расселению (в ней, а также в трех прилегающих районах и г. Капчагай, суммарно проживает более 1,8 млн человек, 2016 г.) и преобладанию сектора товарных услуг. Алматинская агломерация способна быстро расти благодаря активно мигрирующим трудовым ресурсам прилегающих территорий.

Преимущество Астаны – административный статус, стимулирующий приток мигрантов из других регионов страны. Ее рост зависит от развития сектора трудоемких рыноч-

ных услуг, определенный толчок к привлечению населения на определенное место жительства придаст проведение Всемирной универсальной выставки EXPO-17.

Шымкент (885 799 чел., 2016 г.) притягивает многочисленное растущее сельское население прилегающего региона в сектор услуг. Агломерационный потенциал Шымкента, как второго центра юга, значительный. Рост Шымкентской агломерации определяет плотно заселенная сельская территория с сильным демографическим давлением.

Караганда (497 824 чел., 2016 г.) имеет меньшие перспективы к агломерационному росту, т.к. демографические ресурсы окружающей территории сокращаются, и большинство населения уже сконцентрировано в областном центре вместе с Темиртау. Рост населения из средних и малых промышленных центров, а не только из Караганды, идет путем перемещения населения из села. Препятствием для концентрации населения в регионе может оказаться более привлекательная и перспективная для мигрантов Астана. Тем не менее, развитие Карагандинской агломерации может быть достигнуто путем модернизации экономики, усиления связи ее городов и повышении квалификации человеческих ресурсов.

Таким образом, основным направлением пространственного развития и расселения населения Казахстана должно явиться полицентрическое развитие, критерием оценки должно быть качество жизни, которое должно быть достигнуто на основе инновационно-индустриального развития, что меняет подходы к развитию экономического потенциала республики.

Переход на новую пространственную организацию территории в рамках агломераций и урбанизированных регионов Казахстана, на наш взгляд, будет выступать в качестве одних из важнейших условий и факторов обеспечения конкурентоспособности наравне с инновационными технологиями и выгодным географическим положением, что отразится на складывающихся осях пространственно-территориального развития Республики Казахстан (рис. 1).



Рисунок 1 - Складывающиеся оси пространственно-территориального развития Республики Казахстан

Анализ географического положения, природного, трудового, экономического потенциалов, а также системы расселения, предусматривает осуществить переход к осевому подходу формирования территориального пространства Казахстана. Каркасной основой территориального пространства страны станут существующие и намечаемые к формированию транспортно-коммуникационные коридоры, обеспечивающие выход на внешние рынки и интеграцию страны с региональной и мировой экономикой, а важнейшими узлами будут крупные города-лидеры, интегрированные с региональными и глобальными рынками.

Список литературы

1. Послание Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева народу Казахстана. 30 ноября 2015 г.
2. Стратегии территориального развития Республики Казахстан до 2015 года. - Астана, от 28 августа 2006 г.

Получено 15.12.2016

---

УДК 546.34/36

**О.А. Дрючкова**

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

**А.Т. Садуакасова, В.И. Самойлов, Г.Б. Жакупова, Н.А. Куленова, Г.А. Кокаева, М.А. Адылканова, С.А. Абдулина**

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

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГАЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛИТИЕНОСНОГО ГИДРОМИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ И ПУТИ ЕЁ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ**

Литий (Li) - самый легкий из металлов. Стратегически важными областями его применения были и остаются ядерная энергетика и военная техника [1]. Идентифицированные сырьевые ресурсы лития в мире - 13 млн т при объеме мирового потребления ~ 65 тыс. т. При этом 22% подтвержденных запасов лития сосредоточены в пегматитовых рудах, а 78% - в различных видах гидроминерального сырья [2].

Существует несколько классификаций природных вод и рассолов.

В соответствии с классификацией, которая изложена в монографии Е.В. Пиннекера [3], природные рассолы разделяются по степени минерализации.

Классификация литийсодержащих рассолов Ю.И. Остроушко [4] основана на содержании лития и соотношении суммарной концентрации магния и щелочноземельных металлов.

Согласно предлагаемой А.Д. Рябцевым [2] классификации все известное литиеносное гидроминеральное сырье (ЛГМС) можно разделить на два больших класса: ЛГМС, залегающее в районах с ярко выраженным аридным климатом, и распространенное в местах с неблагоприятным климатом для естественного испарительного концентрирования.

Также существует несколько классификаций природных вод и рассолов, основанных на их катионном и анионном составе [5].

В мировой практике освоены несколько крупных месторождений литиевых рассолов.

Сухое озеро Сёрлз (штат Калифорния, США) – межзернистая карбонатно-хлоридная натриевая рапа с литием (концентрированный рассол) [6, 7]. По данным разных авторов рапа содержит от 96 до 115 мг/л лития в верхнем пласте и около 40 мг/л – в нижнем.

Первая стадия переработки рапы – её концентрирование в испарителях. Рассол, предварительно нагретый в теплообменниках вакуум-кристаллизационной установки, поступает в вакуумную батарею с принудительной циркуляцией и противотоком выпариваемого рассола и греющего пара. В выпарные аппараты вводится некоторое количество жирных кислот.

При этом смесь различных фосфатов с преобладанием  $\text{Li}_2\text{NaPO}_4$  осаждается в виде тонкодисперсных частиц вместе с беркеитом ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), входя в состав кека беркеита, удаляемого из выпарных аппаратов. При последующем выщелачивании кека беркеита в растворе соды получают раствор беркеита, в котором литий образует трудно-растворимую твёрдую фазу в виде суспензии. Эту суспензию отделяют аэрацией. Пенный продукт (литийсодержащий шлак) обезвоживают, высушивают, превращая в концентрат, перерабатываемый на  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ . Осветлённый раствор беркеита после завершения фильтрации поступает в дальнейшую переработку.

После измельчения в мельнице литиевый концентрат обрабатывают концентрированной серной кислотой, получая смесь твёрдых сульфатов лития, натрия и разбавленную фосфорную кислоту, которые разделяют центрифугированием. При упаривании кислоты, содержащей много лития и натрия, получают 70-80%-ю фосфорную кислоту – ценный побочный продукт производства – и дополнительно  $\text{Li}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , присоединяемых к основной массе. Смесь сульфата лития, сульфата натрия растворяют в воде, и непрореагировавший фосфат после доведения pH раствора до 9 выпадает в осадок, отделяется от раствора. Для осаждения карбоната лития в раствор смеси сульфатов вливают горячий раствор соды.

Промышленно перерабатываются рассолы озера Сильвер-Пик (штат Невада, США) с получением карбоната лития [2, 6, 7]. На месторождении ведутся работы по организации добычи сильвинита и производства соды, оксида магния. Схема извлечения лития рассчитана на использование солнечной энергии. Из скважин диаметром 610 мм с глубины 100-210 м рапа перекачивается в испарительные бассейны 10 и 9 площадью 3076 тыс. м<sup>2</sup> и глубиной 0,9-1,2 м, из которых после упарки последовательно поступает в бассейны 8, 7, 6, где происходит садка галита, а концентрация лития достигает 0,12% масс. В бассейне 6 подаётся известковое молоко и после перекачки рапы в бассейн 5 и дальнейшей упарки из неё выпадает  $\text{Ca}_2\text{SO}_4$  и  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ . Дальнейшая концентрация в бассейнах 4 и 3 и взаимодействие с углекислотой воздуха позволяет осадить  $\text{CaCO}_3$ . Лития в бассейне 3 уже 0,19% масс. В бассейне 2 выпадает в осадок глазерит  $[\text{K}_3\text{Na}(\text{SO}_4)_2]$ , а в бассейне 1 и в бассейне концентрированной рапы также сильвин. Садка галита происходит во всех бассейнах. Лития в бассейне концентрированной рапы 0,5% масс. Испарительный сезон длится с апреля по октябрь. Переток из бассейна в бассейн частично идёт самотёком. Концентрированная по литию рапа поступает на завод в 3 км от бассейнов, где её смешивают с содой и известковым молоком для осаждения остатков кальция и магния. Фильтрат, отделённый от осадка, разогревают до 93 °С и содой осаждают  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ , содержащий 1% масс примесей кальция, магния, натрия, сульфат-иона. В 1992 г. в США около 70% добычи лития давали сподуменовые рудники шт. Северная Каролина и 30% рапа Сильвер-Пик. Мощность завода «Сильвер-Пик» – 7,28 тыс. т карбоната лития в год.

Самое богатое литием месторождение рассолов на севере Чили на саларе (сухом озере-солончаке) Атакама [6, 7].

Из рассолов Li извлекают путём постадийной солнечной упарки, в результате которой его концентрация возрастает с ~1,7 до ~43 г/л. Из скважин глубиной ~30 м рассолы закачивают в испарительные бассейны.

Для предотвращения фильтрации рассола дно бассейнов покрыли слоем поваренной соли толщиной 0,3 м. При упаривании рассолов до ~43 г/л (по литию) возможны поте-

ри за счёт выпадения двойной соли состава  $\text{KLiSO}_4$ . Поэтому поступающие на испарение рассолы частично десульфатизируют, смешивая с рассолами, имеющими повышенную концентрацию хлорида калия. В 1-м бассейне осаждают в основном  $\text{CaSO}_4$ , а на следующих стадиях концентрирования из рассолов последовательно выделяют галит, сильвинит, карналит, бисульфат калия. Очистка бассейнов от осадков не предусмотрена. Упаренный раствор в цистернах по железнодорожной ветке транспортируют на завод в г. Антофагаста, где очищают от магния, кальция известковым молоком и содой. Очищенный и нагретый до  $80^\circ\text{C}$  рассол обрабатывают содой для выделения карбоната лития.

Принятая на месторождении технология не обеспечивает выделение из рассолов других ценных компонентов (сульфата калия, борной кислоты), хотя стоимость их может быть сопоставима со стоимостью карбоната лития.

Поэтому консорциумом MINSAL были проведены дополнительные исследования, в результате которых была разработана оригинальная технология комплексного использования сырья, также основанная на постадийной солнечной упарке рассолов, при которой Li выделяется из раствора в виде кристаллов смешанной соли состава  $\text{KLiSO}_4$ . Извлечение лития в кристаллы при высаливании их составляет ~67%. Полученная таким образом соль является по существу химконцентратом лития и калия (содержание лития ~4,9% масс.), который можно транспортировать на любые расстояния. Из такого концентрата легко получить товарные соединения лития и калия. Однако  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ , получаемый в Чили, имеет недостаточно высокое качество.

Салар Уюни – главное месторождение лития Боливии, представляющее собой самую крупную в мире соляную равнину [2, 8, 9]. Содержание лития в рассолах варьируется от 80 мг/л до 1150 мг/л, также имеются сообщения о высоких его концентрациях на данном месторождении, достигающих 4700 мг/л. По различным оценкам, запасы лития составляют от 5,0÷5,5 до 8,9÷9,0 млн т. Высокое отношение Mg/Li (18,6) затрудняет извлечение лития путём гелиоконцентрирования. Пилотный проект по добыче и производству лития был запущен в мае 2008 г., и осенью 2009 г. небольшой завод около посёлка Рио-Гранде выпустил первую продукцию карбоната лития. Боливия занимает первое место в мире по запасам лития.

Салар-дель-Омбре Муэрто расположен в провинции Катамарка (Аргентина). По данным разных авторов [2, 7, 8] содержание лития в рассолах месторождения находится на уровне 190÷1080 мг/л. Разработка месторождения была начата в 1997 г. Юго-восточный участок салаара периодически испытывает подъём воды за счёт стоков с лагуны Катал, при спаде воды остаётся белая гладкая соляная корка. Остальная часть поверхности салаара покрыта неровной трещиноватой соляной коркой, под которой находятся литиеносные рассолы. Концентрация лития в них варьируется от 190 до 900 мг/л. Салар Омбре Муэрто имеет такие преимущества, как низкие концентрации примесей в рассолах (величина  $\text{Mg/Li} = 1,37$ ), а также близость к транспортным линиям.

На сегодняшний день запасы лития в гидроминеральном сырье Китая достигают 3,35 млн т [8].

Оценки запасов лития в соляных озёрах Цайдамской котловины, занимающей северо-западную часть провинции Цинхай, варьируют от 1,0 до 2,0 млн т. Разработка ведётся только на двух озёрах – Тайцзинайэр и Дунтайцзинайэр. Содержание лития в озере Тайцзинайэр составляет 203 мг/л, а в озере Дунтайцзинайэр – 161 мг/л. Производство карбоната лития из вод озёр достигает 5000 т/год и 3000 т/год соответственно. В силу высокого отношения Mg/Li (67,7 и 40,3 соответственно) извлечение лития из озёрных вод затруднено, однако создана новая технология для производства карбоната лития из высокомагнезиальных растворов.



СНГ не располагает благоприятными климатическими условиями для организации галургических производств с применением солнечной упарки [6]. В то же время в странах СНГ имеется несколько крупных промышленных месторождений редкометалльных руд (табл. 1). Однако отсутствие конкурентоспособной технологии переработки литиевого рудного сырья ставит их в зависимость от импорта латиноамериканского карбоната лития.

При этом приходится расходовать валютные средства на закупку карбоната лития и их транспортировку из Америки, что, очевидно, ведёт к повышению фактической стоимости импортируемого карбоната лития и, таким образом, приближает её к стоимости карбоната лития, получаемого из местного рудного сырья. В то же время разработка и внедрение высокоэффективной гидрометаллургической технологии комплексной переработки собственного литиевого рудного сырья в СНГ не потребует вложений валютных средств на приобретение импортного сырья и обеспечит возможность снижения себестоимости получаемого при этом карбоната лития до уровня, обеспечивающего его конкурентоспособность. В конечном счёте, это позволит странам СНГ отказаться от импорта литиевой продукции латиноамериканских галургических производств. Вместе с тем освоение имеющихся в СНГ месторождений литиеносных минерализованных вод (табл. 1), являясь актуальной задачей (нацеленной на расширение сырьевой базы литиевых производств), требует разработки эффективной (безвыпарной) технологии использования этого гидроминерального сырья.

Суровые климатические условия в регионах распространения (табл. 1) литийсодержащих гидроминеральных источников не позволяют использовать известные приемы переработки: естественное концентрирование для отделения всей массы солей и осаждение лития с использованием соды.

Известные способы [1] извлечения лития из рассолов без их предварительного концентрирования основаны на его осаждении с использованием аморфного гидроксида алюминия, образование которого происходит в сфере реакции при pH 7. Образование осадков в значительной степени зависит от условий осаждения лития и характера осадителя. Как правило, получают гелеобразные, плохо фильтрующиеся осадки. Осаждение лития в метастабильных условиях приводит к противоречивым результатам, касающимся состава алюминатных осадков и механизма их образования.

Для создания эффективных способов осаждения лития с использованием алюминийсодержащих реагентов, в том числе при  $\text{pH} < 7$ , практический интерес представляет исследование образования литий- и алюминийсодержащих фаз в равновесных условиях.

Осаждение лития из природных рассолов Дагестана еще в советское время осуществляли по аналогии с технологическим процессом, предложенным в свое время И.С. Лилеевым [1] для извлечения лития из растворов, образующихся при термической переработке горно-рудного сырья на конечной стадии. Сибирские специалисты нашли способы осаждения двойных соединений алюминия-лития на твердом одноразовом сорбенте. Первичный продукт испытали в заводских условиях при электролизе алюминия на предприятиях Министерства цветной металлургии СССР и получили положительный результат.

С участием отраслевых институтов была предложена комплексная технология получения литиевых и магниевых продуктов, а также солей натрия, кальция, стронция, проверенная затем в том же Дагестане на опытных установках Южно-Сухокумского нефтяного месторождения. Однако дальше технология не была реализована. Проект не реализовали из-за межведомственных разногласий.

Для получения лития из термальных вод нефтяных месторождений опробован метод электрокоагуляции с растворимыми железо-алюминиевыми анодами [11], степень извлечения лития - 70,5%. Полученные результаты показали высокую производительность и

незначительную энергоёмкость процесса. Однако не решены вопросы сгущения, фильтрации и утилизации выделяемого литийсодержащего осадка.

Также велись работы [12] по выделению лития из многокомпонентных растворов хемосорбцией на гидроксиде алюминия. Осаждение лития осуществлялось с использованием различных алюминийсодержащих реагентов: гидроалюмокарбоната натрия (ГАКН), активных форм гидроксида алюминия (ГОА), растворимых солей алюминия, различных композиционных смесей.

В.В. Болдырев [1] для селективной сорбции ионов лития из рассола предложил использовать метод интеркалирования. Суть его в том, что в некоторые соединения, имеющие слоистую кристаллическую решетку, способны внедряться молекулы воды, катионы и анионы, присутствующие в растворе. Можно попытаться подобрать такое соединение, чтобы ширина щели между слоями была достаточна для вхождения в нее ионов с малыми размерами, не позволяя в то же время проникать туда более крупным катионам. Для этой цели было решено использовать слоистые алюмосодержащие соединения.

Выполненные под руководством Н.П. Коцупало [1] исследования показали возможность получения сорбентов нового поколения на основе двойного гидроксида алюминия и лития (ДГАЛ-С1), имеющего дефектную структуру. В результате укрупненных испытаний при содействии Л.Т. Менжереса [1] были разработаны простые и экономичные способы, позволяющие производить мелкодисперсный продукт с высокоразвитой удельной поверхностью, обеспечивающий в условиях высокой минерализации рассола интеркаляционный механизм вхождения молекул хлорида лития в наноразмерное пространство между алюмогидроксидными слоями. Был осуществлён выбор наиболее экономичного способа промышленного синтеза сорбента химическим путём. В результате была предложена промышленная технология получения гранулированного сорбента на основе ДГАЛ-С1. Сконструированы сорбционно-десорбционные комплексы с неподвижным и движущимся слоями сорбента. Технология сорбционного обогащения и оборудование для её реализации опробовали на пилотных установках. Одновременно разрабатывались технологии получения карбоната лития для химических источников тока; высококачественного безводного хлорида лития для производства металла и сплавов с ним, а также моногидрата гидроксида лития, бромиды и фториды лития. Оборудование для реализации этого подхода опробовали на пилотных установках. Одновременно отрабатывали технологию получения карбоната лития для химических источников тока, высококачественного безводного хлорида лития для производства металла и сплавов с его использованием.

В 2011 году производство гранулированного сорбента на основе ДГАЛ-С1 осуществлено в г. Фошань (пров. Гуандун, КНР). Были получены первые партии сорбента для промышленного сорбционно-десорбционного модуля. С использованием литиеносных озёрных рассолов хлоридного магниевого типа, распространённых в Китае, осуществлена демонстрация технологии в промышленном масштабе (г. Гэрму, пров. Цинхай) сорбционно-десорбционном модуле - СДМ. Единовременная загрузка произведённого в г. Фошань гранулированного сорбента на основе ДГАЛ-С1 составила 7,6 тонн. По результатам испытаний инвесторами проекта принято решение о строительстве предприятия по производству карбоната лития годовой производительностью до 12 тыс. тонн. Реализованная в промышленном масштабе технология сорбционного обогащения рассолов по литию с получением за один приём безотходного литиевого концентрата показала пример создания инноваций при взаимодействии академической науки с научно-производственными организациями.

Таким образом, с использованием технологии сорбционного обогащения открылась реальная возможность организации рентабельных промышленных производств литиевых

продуктов как из рассолов хлоридного кальциевого, так и хлоридного магниевое типа и расширения сырьевой базы лития за счёт вовлечения в мировое литиевое производство новых нетрадиционных сырьевых источников.

Список литературы

1. Коцупало Н.П. Роль сибирских ученых в создании литиевого производства / Н.П. Коцупало, А.Д. Рябцев, В.В. Болдырев // Наука в Сибири. - 2011. - № 14.
2. Рябцев А.Д. Гидроминеральное сырье – неисчерпаемый источник лития в XXI веке // Известия Томского политехнического университета. - Томск, 2004. - № 7. - Т. 307. - С. 64-70.
3. Пиннекер Е.В. Рассолы Ангаро-Аенскош артезианского бассейна. - М.: Наука, 1966. - С. 322.
4. Остроушко Ю.И. Гидроминеральное сырьё – неисчерпаемый источник лития / Ю.И. Остроушко, А.В. Дегтярёва. - М.: ЦНИИАтоминформ, 1999.
5. Алекин О.А. К вопросу о химической классификации природных вод // Вопросы гидрохимии // Тр. НИУ ГУГМС. - 1948. - Сер. 4. - Вып. 32. - С. 25-39.
6. Самойлов В.И. Экспериментальная разработка перспективных химических методов извлечения бериллия и лития из минерального сырья. - Усть-Каменогорск: Медиа-Альянс, 2006. - 551 с.
7. Коцупало Н.В. Перспективы получения соединений лития из природных хлоридных рассолов // Химия в интересах устойчивого развития. - 9 (2001). - С. 243-253.
8. Волкова Н.И. Литиевые соляные озёра Южной Америки и Центральной Азии / Н.И. Волкова, А.Г. Владимиров, В.П. Исупов и др. // Химия в интересах устойчивого развития. - 2012. - № 20. - С. 21-26.
9. Садуакасова А.Т. Гидроминеральное литийсодержащее сырьё / А.Т. Садуакасова, В.И. Самойлов // Вестник ВКГТУ. - 2015.
10. Garrett D. Handbook of Lithium and Natural Calcium Chloride: Their Deposits, Processing, Uses and Properties. Amsterdam: Elsevier Acad. Press, 2004.
11. Ланина Т.Д. Извлечение лития из высокоминерализованных пластовых вод нефтяных месторождений / Т.Д. Ланина, И.Ю. Быков // Известия Коми НЦ УрО РАН. - 2010. - № 1. - С. 69-71.
12. Литвиненко В.И. Проблемы освоения гидроминерального сырья Тимано-Печорской нефтегазонасыщенной провинции / В.И. Литвиненко, Б.Г. Варфоломеев // Материалы Междунар. конф.-семинара «Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей». - Ухта: УИИ, 1998. - С. 88.

Получено 15.12.2016

---

УДК 669:658.567.1

**Т.Ж. Жукебаева, К.М. Мускенова, А.Е. Кожаберженов**

Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА  
ПРИ СПЕКАНИИ ОФЛЮСОВАННОГО АГЛОМЕРАТА**

Повышение эффективности металлургического производства и решение экологических проблем в современных условиях невозможны без рационального использования отходов металлургического производства.

На металлургических предприятиях полного цикла наибольшее количество твердых отходов образуется в доменном и сталеплавильном процессах, которые необходимо улавливать и утилизировать с целью извлечения содержащегося в них полезного металла и поддержания необходимого уровня охраны окружающей среды. Железосодержащие отходы, образующиеся в доменном производстве, колошниковая пыль, шламы мокрой газоочистки, в сталеплавильном производстве конверторный шлак мокрой и сухой газоочистки, а также крупная и мелкая прокатная окалина используются в агломерационной шихте в количестве не больше 2% от массы сырых материалов [1].

Основная масса металлургических шламов содержит от 45 до 70% Fe. Таким образом, железосодержащие шламы представляют новый вид сырья для черной металлургии. Экономический эффект использования вторичного сырья в металлургическом производстве в значительном мере зависит от качества шламовой продукции, которая определяется не только содержанием полезных компонентов (Fe, Mn, CaO и др.), но и наличием вредных примесей (Zn, Pb, S). Основной проблемой при утилизации металлургических шламов является повышенное содержание в них цинка, особенно в связи с использованием оцинкованного скрапа в кислородно-конверторном производстве.

Утилизация этих шламов в аглопроизводстве без предварительного обесцинкования приводит к разрушению кладки доменных печей, образованию цинковых настывей. Наиболее сложный состав имеют шламы доменного и сталеплавильного производства. Эти шламы подвергаются высокотемпературному воздействию в условиях окислительной и восстановительной атмосфер.

Степень переработки конверторного шлака также невысока < 70%, причем все ценные составляющие шлака (CaO, MgO, FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-72-80%) выводятся из сферы металлургического производства.

Использование отходов металлургического производства требует специальных исследований по разработке технологии производства офлюсованного агломерата. Повторное использование металлургических отходов позволяет сократить потребление исходных материалов, тем самым увеличив эффективность использования природных ресурсов [2].

При производстве офлюсованного агломерата использовались шламы доменного и конверторного производства, взамен сырых флюсов использовали конверторный шлак (см. табл.).

#### *Характеристика отходов металлургического производства*

Вид отхода	Содержание, %										
	Zn	Fe	C	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	S	п.п.
Доменный шлак	1,15	50,8	13,5	10,2	57,0	6,5	1,9	3,10	1,2	0,40	10,8
Конверторный шлак	1,5	57,8	-	42,5	14,0	2,8	0,7	14,5	6,9	0,08	5,7
Конверторный шлак	1,5	9,2	-	31,6	14,4	14,5	2,1	43	4	0,25	-

Основными характеристиками шламов являются химический и гранулометрический состав, однако при подготовке к утилизации необходимо знать параметры: плотность, влажность, удельный выход и др.

Плотность их составляет 2,7 г/см<sup>3</sup>.

Гранулометрический состав: фракции > 0,063 до 10-13%, 0,016-0,032 мм 16-50%, < 0,008 мм от 10 до 18%.

При введении в шихту доменного шлама удельная производительность снижалась на 1% на каждый дополнительный процент шлама. Уменьшение вертикальной скорости спекания на 0,3÷0,4 мм/мин при практически одинаковом выходе годного агломерата объясняется тем, что содержащиеся в шламе частицы углерода значительно меньше, чем в коксике. В шламе содержится 90-95% топлива крупностью 0,-0,5 мм, а в коксике - 45-50%.

Мелкодисперсное топливо доменного шлама при окомковании шихты оказывалось закатанным внутри гранул и препятствовало более полному сгоранию топлива, что снижа-

ло теплоотдачу от горения топлива с 23,7 МДж/кгс до 23,4, а в продуктах горения отношения  $CO/CO_2$  увеличивалось с 0,75 до 0,81. Это приводило к понижению уровня максимальных температур в зоне горения, особенно в верхних горизонтах спекаемого слоя.

Вместе с тем, при температуре выше 1000 °С благодаря хорошему контакту мелкодисперсного топлива с частицами концентрата возросла степень восстановления с образованием большого количества FeO. В условиях избытка тепла в нижних горизонтах спека увеличилось количество жидкой фазы, отрицательно влияющей на газопроницаемость спекаемого слоя и вертикальную скорость спекания. Добавка доменного шлама путем замещения тонкозернистого концентрата ухудшает комкуемость шихты. Поэтому для получения одинакового гранулометрического состава шихты 1,8-2,0 мм требуется увеличить продолжительность окомкования.

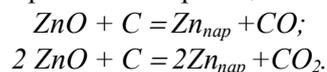
Полная замена коксика топливом доменного шлама (15% от массы шихты) изменяет физико-механические свойства агломерата. Увеличилась прочность агломерата на 8,1%, восстановимость возросла на 5,0%, повысилось содержание FeO с 10 до 15%, количество цинка увеличилось с 0,07 до 0,17%, при  $Fe_{общ}$  -58%,  $CaO/SiO_2$  -1,12%, S-0,05%.

Использование в аглошихте 1% доменного шлама сокращает расход коксика на 0,25%, флюсов - на 0,1%, концентрата - на 0,6% по отношению к общей массе шихты. Расчеты тепловых балансов показали, что полное замещение сырых флюсов конверторным шлаком снижает затраты тепла на диссоциацию на 12-15%, следовательно на спекание шихты поступает больше тепла.

Поскольку в шламе присутствует цинк и содержание его составляет ~1,5%, проведены термодинамические расчеты фазовых превращений соединений цинка в агломерационном процессе. Основной формой состояния цинка в шламе является его оксид – ZnO, феррит ( $ZnO \cdot Fe_2O_3$ ) и силикат ( $ZnO \cdot SiO_2$ ) цинка.

Исследования фирмы «Синнипон» [3] показали, что цинк в доменных шламах сосредотачивается в наиболее тонкой фракции (~20 мкм), железо – сравнительно равномерно распределено во всех фракциях, а углерод – в наиболее крупных.

Можно утверждать, что удаление цинка связано с отгонкой цинка из исходной шихты и последующим улавливанием его в виде оксида или металлического цинка. Взаимодействие углерода с оксидом цинка протекает по реакциям:



Первая реакция протекает при температуре 950 °С, вторая - при температуре 1070 °С и выше, причем возгонка цинка наиболее интенсивно идет при температуре 950-1000 °С.

На рис. 1 приведены результаты исследования степени удаления цинка по высоте спекаемого слоя при агломерации, цинк восстанавливается из соединений при температуре 1000-1300 °С, что выше точки кипения.

Возгоняющийся цинк выносится из зоны горения топлива, окисляется кислородом, а при t-600-880 °С - двуокисью углерода, частично газообразный цинк окисляется на поверхности шихты высшими окислами железа при температуре ниже 1200 °С, продвижение зоны горения вниз приводит к повторному восстановлению цинка и его возгонке.

Увеличение парциального давления газообразного цинка (вследствие его накопления) сдвигает начало реакции окисления в область высоких температур, что затрудняет вынос цинка отходящими газами из агломерата. Восстановление цинка возможно только при повышенном расходе топлива, обеспечивающем резкое снижение содержания  $O_2$  и  $CO_2$  в газовой фазе.

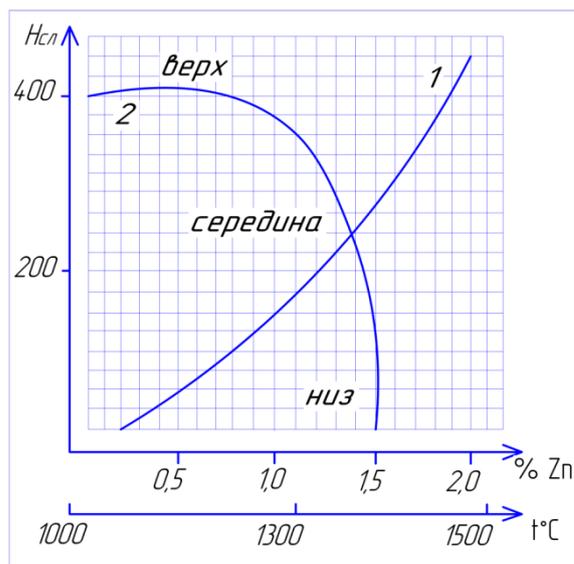


Рисунок 1 - Изменение содержания цинка и температуры по высоте слоя агломерата:  
1 - изменения % Zn, 2 - изменения температуры по высоте слоя с учетом тепла регенерации

Повышение основности агломерационной шихты способствует удалению цинка из шихты за счет разрушения феррита и силиката цинка, а также уменьшения содержания свободных оксидов кремния и железа, что снижает вероятность протекания реакций окисления газообразного цинка до феррита и силиката цинка в зонах интенсивного нагрева и сушки. Основные теоретические выводы поведения цинка в спекаемом слое шихты были подтверждены лабораторными исследованиями.

Основным условием для удаления цинка из спекаемого слоя является высокое содержания топлива в шихте - 20%, увеличение основности с 1,5 до 3,5, что позволяет удалить 10-15% цинка шихты.

При нормальном режиме спекания основности  $\text{CaO/SiO}_2$  - 1,5% степень удаления цинка не больше 5-6%. Максимальное удаление цинка возможно при расходе топлива С-10-20%.

Поскольку для удаления цинка необходим значительный расход коксика, нами предложена технология спекания офлюсованного агломерата с дополнительным нагревом, что значительно повысит температуру до 1300 °С за счет увеличения тепла регенерации в верхних слоях аглошихты. Преимуществом рекомендуемой технологии является экономия шихтовых материалов на 15% при добавке шламов до 30% и снижение цинка в агломерате с 1,5% до 0,3%.

#### Список литературы

1. Ульянов В.П. Переработка некондиционных железосодержащих пылей и шламов металлургических переделов. - *Сталь*, 2002. - № 12.
2. Рябов Т.В. Состояние и перспективы утилизации металлургических шлаков // *Новости черной металлургии за рубежом*. - 2000. - № 4.
3. Дайке Р. Поведение цинка при рециклинге железосодержащих пылей и шламов // *Черные металлы*. - 2000. - № 7.

Получено 12.10.2016

ӘОЖ 622.273

**А.Ж. Имашев, Т.К. Исабек, Ж.Б. Рашид, Д.Е. Акбанбетова, Б. Мұратұлы**  
Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды қ.

**ЖӘЙРЕМ КЕНОРНЫ ЖАҒДАЙЫНДА ТАУ ЖЫНЫСТАРЫ СІЛЕМІНЕ  
РЕЙТИНГІЛІК КЛАССИФИКАЦИЯНЫ ҚОЛДАНУ**

Тау жыныстары сілемінің рейтингілік классификациясы қазу жүйесін негіздеу, бекітпе параметрлерін таңдау, қазбаларды жобалау, тау жыныстары сілемінің орнықтылығын бағалау секілді мәселелерді шешетін эмпирикалық тәсілдің негізін құрайды.

Тау жыныстары сілемінің рейтингілік жүйесі классификациясының Австралияда, Оңтүстік Африкада, АҚШ, Еуропа мен Индияда үлкен қолданысқа ие болу себептері:

- сілемнің орнықтылық деңгейінің шешімі кеніштің геологиялық, маркшейдерлік және геотехникалық қызметтерінің зерттеулері негізінде қабылданады;
- рейтингілік жүйе тау-кен қазбаларын өту тәжірибесіне негізделген;
- рейтингілік классификация түрлі тау-кен-геологиялық және тау-кен-техникалық шарттарға байланысты бекітпе таңдау үдерісін жеңілдетеді;
- сілемнің күйін бағалау үшін рейтингілік классификацияны енгізу - қазбаны өту тәжірибесін шоғырландыруға және қолдануға мүмкіндік береді.

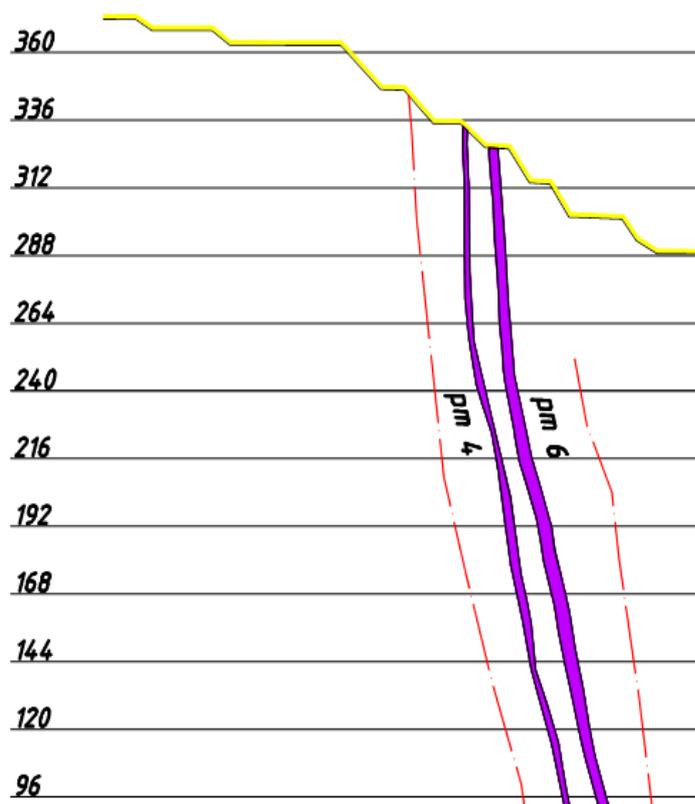
Шетел тәжірибесіндегі қолда бар тау-кен сілемінің рейтингілік классификациясы [1, 2] келтірілген. Рейтингілік классификацияның дамуына Д. Дир, З. Бенявский, Н. Бартон, Д. Лобшир, Е. Хоек, К. Терцаги және т.б. баға жетпес үлестерін қосты. Посткеңестік ғалым, профессор Н.С. Булычев тау-кен қазбаларындағы жарықшақты жыныстардың орнықтылығын олардың өздігінен құлауға бейімділігіне байланысты балмен бағалау әдістемесін ұсынған [3].

Жәйрем кенорнындағы «Үшқатын-3» кеніші жағдайындағы тау жыныстары сілемінің орнықтылығын бағалау кезінде бекітпенің түрлері мен параметрлерін таңдау үшін Н. Бартон бойынша Q-system [4], тазартпа кеңістігінің маңайындағы тау жыныстарының орнықтылығын талдау үшін З. Бенявский бойынша RMR [5] және Хоек-Браун бойынша GSI [6] рейтингілік классификациясы қолданылады.

«Үшқатын-3» кенорнындағы күртқұламалы кен денелері аралас тәсілмен игеріледі. Аршық пен жерасты кенішінің арасындағы кен денесінен тұратын қорғаушы кентіректері және горизонт арасында төбе кентіректері қалдырылған. Қазіргі уақытта тазартпа жұмыстары +96 м горизонтында жүргізіледі [7]. «Үшқатын-3» кенішінің басшылығы жер бетінен +144 м горизонтына дейін аршық пен жерасты кенішінің арасындағы қорғаушы кентіректерінің игеруін қарастырады (1-сурет).

Жұмыстың мақсаты қорғаушы және төбе кентіректерінің маңайындағы тау жыныстары сілемінің геомеханикалық күйін сандық сараптау үшін рейтингілік классификацияның көмегімен бастапқы мәліметтерді дайындау болып табылады.

Сілемнің геомеханикалық күйінің сандық сараптамасы Хоек-Браунның беріктік критеріі бойынша жүзеге асырылады. Тау жыныстарының мықтылығы жайлы деректерді алған кезде негізгі құраушысы мықтылықтың геологиялық индексінің көрсеткіші (GSI) болып табылады.



1-сурет – Зерттелетін кенорын бөлігінің геологиялық кимасы

XX ғасырдың 90-жылдарында Хоек және Браун ұсынған GSI көрсеткіші диаграммдан (2-сурет) таңдалады. GSI сілемнің жарықшақпен бұзылу дәрежесіне және RMR рейтингі (2-сурет) бойынша сілемнің орнықтылық санатына байланысты анықталады. Сонда GSI-ға шығу RMR рейтингі арқылы төмендегі қарапайым арақатынас бойынша жүзеге асырылады:

$$GSI = RMR - 5. \quad (1)$$

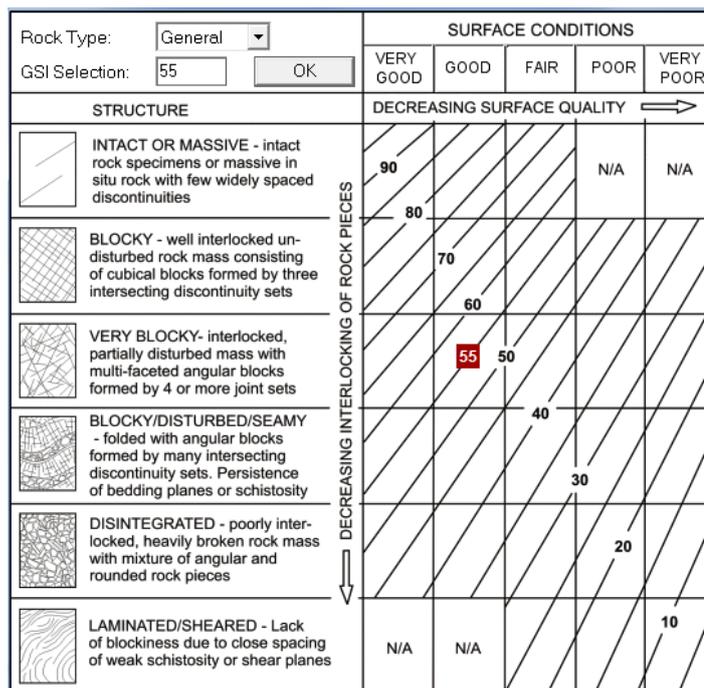
RMR рейтингі алты параметрден тұратын формуламен анықталады:

$$RMR = J_{A1} + J_{A2} + J_{A3} + J_{A4} + J_{A5} + J_B. \quad (2)$$

RMR рейтингін анықтау үшін тау жыныстары сілемінің келесі параметрлері мен құрылымдық көрсеткіштері анықталған: тау жыныстарының бір бағыттағы қысымға мықтылығы ( $J_{A1}$ ), тау жыныстары сапасының көрсеткіші RQD ( $J_{A2}$  – Д. Дир бойынша орнықтылық критерийі) [8], жарықшақтар арасындағы арақашықтық ( $J_{A3}$ ), жарықшақтық шарты  $J_{A4}$  (бұдырлығы, ұзындығы, ажырауы, жарықшақтың үгілуі және толтырулар), сілемнің гидрогеологиялық жағдайы ( $J_{A5}$ ) және қазба өсіне байланысты жарықшақтардың бағыты ( $J_B$ ).

Кенорынның зерттелетін учаскесі қолданыстағы қабаттардың орналасу тереңдігіне байланысты 5 аймаққа бөлінген. Осы аймақтар үшін GSI және RMR көрсеткіштері анықталған. Нәтижелер 1-кестеге енгізілген.

GSI көрсеткіші физика-механикалық қасиеттерді айқындау кезінде және Хоек-Браун беріктік критерийі бойынша тау жыныстарының мықтылық құжатын құрастыру кезінде бастапқы мәлімет болып табылады (3-сурет).

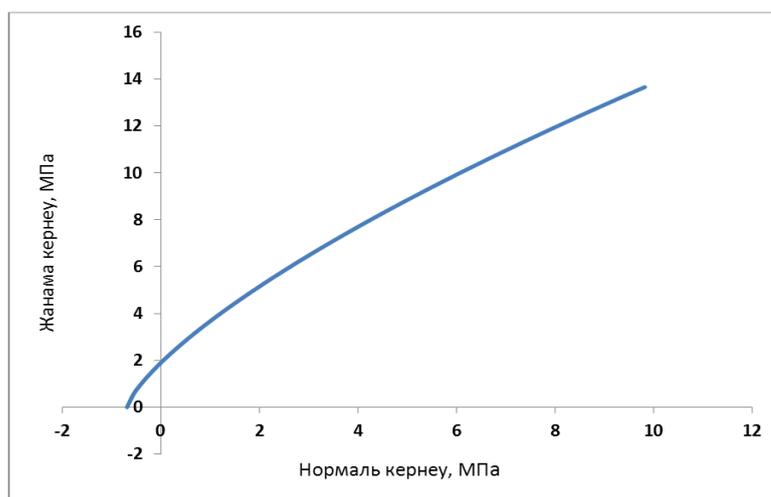


2-сурет – Мықтылықтың геологиялық индексін анықтау диаграммасы (GSI)

1-кесте

*RMR рейтингісі мен GSI көрсеткішінің мәні*

Учаскелер бойынша белгілер	Жер бетінен тереңдік, м	RMR	GSI	Ескертулер
373 – 288	85	62	57	Жер беті қабатының аймағы
288 – 240	133	60	55	Тасты сілем
240 – 192	181	65	60	Тасты сілем
192 – 144	229	67	62	Тасты сілем
144 - 96	277	67	62	Тасты сілем



3-сурет– Тау жынысының мықтылық құжаты

Хоек-Браун критерийи бойынша тау жыныстары сілемінің мықтылық параметрлері ( $m_b$ ,  $s$ ,  $a$ ) RocLab бағдарламасы көмегімен келесі деректер бойынша анықталады:

- бұзылмаған тау жынысының бір бағыттағы қысымға мықтылығы;
- GSI мықтылықтың геологиялық индексі;
- бұзылмаған тау жынысының параметрі;
- жарылыс жұмыстары салдарынан сілемнің сапасын ескеретін коэффициент;
- бұзылмаған тау жынысының деформациялану модулі.

Хоек-Браун критерийи бойынша тау жынысының мықтылық параметрлерін анықтау нәтижелері 2-кестеде көрсетілген.

2-кесте

*Хоек-Браун критерийи бойынша беріктік көрсеткіштері*

Учаскелер бойынша белгілер	Бұзылмаған тау жынысының мықтылығы, МПа	$m_b$ параметрі	$s$ параметрі	Сілемнің деформациялану модулі, МПа
1	2	3	4	5
373 – 288	70	1,507	0,0084	11871
288 – 240	90	2,005	0,0067	25721
240 – 192	100	2,397	0,0117	36400
192 – 144	120	2,574	0,0147	47487
144 - 96	120	2,574	0,0147	47487

Хоек-Браун критерийи бойынша мықтылық параметрлері қорғаушы кентіректерінің өздігінен құлау үрдісі кезінде, тау жыныстары сілемінің кернеулі-деформациялық күйінің сандық модельдеуінің бастапқы мәліметі ретінде қолданылады.

Зерттеу нәтижесінде орнықты және орташа орнықты тау жыныстары үшін GSI көрсеткіші 55 пен 62 арасында ауытқуы анықталған.

Алынған мәліметтердің сараптамасы қарастырылып отырған мысалдың GSI көрсеткіші тау-кен жұмыстарын жүргізу тереңдігі артқан сайын өзгеруін көрсетеді. Бірақ 230 м тереңдікке жеткен кезде, GSI және Хоек-Браун критерийи бойынша тау жыныстары сілемінің мықтылық параметрі тұрақты болып қалады.

Дереккөздер

1. Singh B., Goel R. Rock Mass Classification. – Printed in the Netherlands: Elsevier, 1999. – 267 p.
2. Кузмин Е.В. Рейтинговые классификации массивов горных пород и их практическое применение / Е.В. Кузмин, А.Р. Узбекова // ГИАВ. Семинар 13, 2004. – С. 181-185.
3. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений: Учеб. для вузов. – М.: Недра, 1982. – 270 с.
4. Barton N., Lien R. and Lunde J. Engineering Classification of Rock Masses for the Design of Tunnel Support, Rock Mechanics, Springer-Verlag, Vo.6, 1974. – pp. 189-236.
5. Bieniawski Z.T. Engineering Classification of Jointed Rock Masses, The Civil Engineer in South Africa, 15, 1973. – pp. 335-344.
6. Hoek E. and Brown E.T. Practical Estimation of Rock Mass Strength, Int. Jr. Rock Mech. and Min. Sci., Pergamon, Vol. 34, No. 8, 1997. – pp. 1165-1186.
7. Имашев А.Ж. Внедрение геологического индекса прочности (GSI) для горных пород месторождения «Ушкатын-3» / А.Ж. Имашев, Н.Б. Бахтыбаев, Д.К. Таханов и др. // Тр. Международ. науч.-практ. конф. «Интеграция науки, образования и производства – основы реализации Плана нации», (Сагиновские чтения № 7). – Карту, 2015. – с. 43-44.
8. Deere D. U. Geological Considerations, Rock Mechanics in Engineering Practice, ed. R.G. Stagg and D.C. Zienkiewicz, Wiley, New York, 1968. – pp. 1-20.

Получено 15.12.2016

УДК 553.42+553.2 (574.4)

**А.И. Мизерный, А.П. Мирошникова, Г.Б. Оразбекова, М.А. Мизерная, З.И. Черненко**  
Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск

**КРУПНЫЕ ЗОЛОТО-ТЕЛЛУРИДНЫЕ ШТОКВЕРКОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЗАХСТАНА,  
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ, МЕТАЛЛОГЕНИЯ**

Казахстан - это богатейший геологический полигон в составе Центрально-Азиатского орогенического пояса, в пределах которого локализуются разнообразные по промышленным типам сырья и масштабам месторождения полезных ископаемых, в том числе крупные и суперкрупные. Известно, что крупные месторождения являются показателями и индикаторами хронологических рубежей, тектонических режимов и литолого-стратиграфических горизонтов земной коры [1-5]. Изучение подобных месторождений позволяет совершенствовать теоретические методы исследований, планирование научно-исследовательских и геологоразведочных работ и, как следствие, создает предпосылки открытия новых рудных районов и месторождений. Основная масса крупных месторождений Казахстана сформировалась в наиболее активные геодинамические этапы: островодужный, вулканоплутонических поясов, коллизионный.

Золото - стратегический вид полезных ископаемых Центральной Азии. Суммарный потенциал промышленного золота огромен и составляет около 20-25 тысяч тонн [2-4, 6-8]. С этапом позднего ордовика – раннего силура в Казахстане связано 27% ресурса золота. В условиях коллизии Казахстанского и Кыргызского микроконтинентов, раннего орогенеза и гранитизации отмечается проявление золотого штокверкового (Васильковское, Майкайын), золото-медно-железородного скарнового (хантауский тип), золото-сульфидно-кварцевого жильного (Степняк), золото-сульфидного прожилково-вкрапленного (Кварцитовые горки) типа месторождений; в островодужных образованиях Чингыз-Тарбагатай в это время формируются золото-медно-колчеданные руды (Кусмурун, Акбастау, Мизек) [6, 9].

Более 24% ресурса золота Казахстана приходится на раннедевонский, средне-, позднедевонский тектонический этапы. Характерные типы месторождений: золото-медно-молибден-порфировый, золото-медно-цинково-колчеданный и золото-серебро-колчеданно-полиметаллический (Николаевское, Риддер-Сокольное, Ново-Лениногорское, Малеевское), золоторудные жильный, штокверковый и прожилково-вкрапленный (Акбакай, Талдыбулак Левобережный, Юбилейное и др.) [10]. Для раннего, среднего и позднего карбона характерны месторождения (около 12% золота Казахстана): золоторудные жильные и штокверковые (Секисовское и др.), золото-медные скарновые, золото-медно-порфировые (Коксай), золото-медные комбинированные (Варварьинское), золото-адуляр-кварцевые (Таскора), золото-серицит-кварцевые, колчеданно-полиметаллические с золотом и серебром. Поздний карбон-пермь по суммарному ресурсу золота является самой богатой металлогенической эпохой в истории Центральной Азии (в Казахстане с ней связано около 30% ресурса золота), в соседних регионах (Россия, Узбекистан, Кыргызстан, Таджикистан, Монголия и др.) - более 70%. Главные золоторудные и золотосодержащие месторождения этого времени в Казахстане - Бакырчик, Большевик, Суздальское, Пустьинное, Долинное, Саяк [1, 3-6, 9].

Для позднего мела характерно широкое развитие площадных и линейных кор выветривания, с которыми генетически ассоциируют многочисленные, в т.ч. крупные экзоген-

ные золоторудные объекты (Суздальское) [2]. В палеоген-четвертичное время формируются россыпи благородных металлов: золотых, платиновых, золото-платиноидных [6].

Объектом данных исследований являются крупные золото-сульфидно-кварцевые штокверки и связанные с ними Au-Ag-Te-Bi-малосульфидные месторождения Казахстана. Месторождения данного типа приурочены к различным временным уровням от раннего до позднего палеозоя: васильковско-кодагырский ( $O_3-S_1$ ), райгородской ( $O_3-S_1, S_2$ ), юбилейный ( $D_2$ ), секисовский ( $C_{2,3}$ ). Ниже рассмотрены особенности геологии и рудообразования крупных комплексных золото-серебряно-теллуридных штокверковых месторождений (Васильковского и Секисовского), приуроченных к  $O_3-S_1$  и  $C_{2,3}$  рудоносным эпохам [6, 7, 12, 13].

*Особенности геологического строения, магматизма и тектоники.* Золотоносные сульфидно-кварцевые штокверки, как правило, локализуются в центральных и эндоконтактовых зонах интрузий, приурочены к контракционным трещинам, полостям отрыва, скрытым эксплозивным брекчиям [6, 12-13]. Продуктивными в них являются ранние высоко- и среднетемпературные золото-редкометалльная и золото-мышьяковая геохимические ассоциации. Эталоном в Казахстане является гигантский золото-сульфидно-кварцевый штокверк Васильковского месторождения в Северном Казахстане. Васильковское месторождение локализуется в пределах западной части Шатской металлогенической зоны северно-западного простирания в Алтай-Саянском орогенном поясе. Оно приурочено к метаморфическому фундаменту протерозоя, прорванному гранитоидами ордовика и перекрытому более поздними палеозойскими отложениями. Эта область была подвергнута процессам выветривания в мезозое и перекрыта кайнозойскими песчаными и глинистыми отложениями [7]. Васильковский рудный район расположен в узле пересечения региональных разломов северо-западного (Донгульагашский, Алексеевский), северо-восточного (Васильковско-Березовский) и широтного (Широтный) направлений. Район месторождения сложен Северо-Кокшетауским куполовидным дифференцированным верхнеордовикским интрузивом зерендинского комплекса (габбро, габбро-диориты, диориты, гранодиориты, плагиограниты, монзониты). Для интрузивных пород характерны сложные фазово-фациальные переходы и частая перемежаемость пород, полосчатость, шпировые обособления, наличие магматитов, ветвящиеся апофизы (рис. 1,а). Породы объединены в две серии: «габбровую серию» (включающую габбро, габбродиориты, диориты, кварцевые диориты) и «гранодиоритовую серию» (состоящую из плагиогранитов, гранодиоритов и гранитов). В гранодиоритах широко развита площадная калишпатизация с порфиробластами вторичного микроклина красного, розовато-серого и серого цветов, составляющими от 5-10 до 45-70% от объема породы. Среди дайковых образований преобладают кислые породы: мелкозернистые граниты, аплитовидные граниты, пегматиты.

Пегматиты слагают пологопадающие маломощные тела и шпировые выделения. Красноцветные осадки  $D_{2,3}$  и терригенно-карбонатные отложения  $C_1$  возраста расположены на юго-западном фланге района. Северо-восточный фланг сложен углеродисто-терригенно-карбонатными породами верхнего рифея-венда (шарыкская свита) с повышенным фоном золота, амфиболитами, кристаллическими сланцами и гнейсами нижнего и среднего протерозоя, а также флишоидами среднего и верхнего ордовика. Васильковское золоторудное поле локализовано в узле пересечения Донгульагашского и Васильковско-Березовского разломов и характеризуется каркасно-блоковым тектоническим строением и контрастными гидротермальными изменениями пород.

Район Секисовского месторождения располагается в пределах Алейской подзоны Рудноалтайской структурно-формационной зоны. В геологическом строении района принимают участие вулканиты девона среднего, основного и кислого состава с прослоями ту-

фопесчаников, алевролитов и известняков. Отложения карбона на описываемой территории слагают несколько участков в северо-восточной части района месторождения и представлены известковисто-глинистыми и глинистыми алевролитами, песчаниками. Рудное поле Секисовского месторождения локализовано в пределах многофазного габбродиорит-диорит-гранодиорит-гранитового Секисовского массива змеиногорского коллизионного комплекса. Магматиты прорывают вулканогенно-осадочные породы фаменского и нижнекаменноугольного возрастов. Северо-восточная часть рудного поля осложнена региональными тектоническими нарушениями северо-западного простирания, в которых локализуются зоны эксплозивно-гидротермальных брекчий [7, 8].

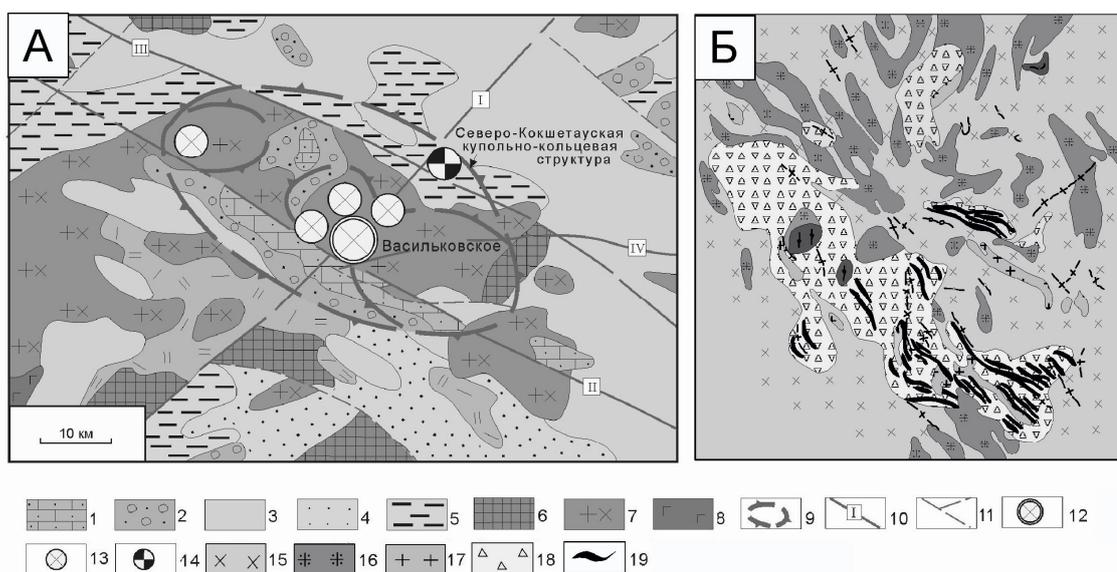


Рисунок 1 – а - геолого-структурная позиция Васильковского золоторудного района (по М.С. Рафаиловичу, 2009 г.); б - схематическая геологическая карта Секисовского месторождения (Фрейман Г.Г. и др., 1998). 1-8 – геологические формации: 1 – терригенно-карбонатная С<sub>1</sub>, 2 – молассовая конгломерат-песчаниковая D<sub>2-3</sub>, 3 – терригенная, вулканогенно-терригенная O<sub>1-2</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>2-3</sub>, 4 – терригенная кварцитопесчаниковая R<sub>3-V</sub> (кокшетауская свита), 5 – углеродисто-терригенно-карбонатная R<sub>3-V</sub> (шарыкская свита), 6 – амфиболит-гнейсовая PR<sub>1-2</sub> (зерендинская серия), 7 – батолитов пестрого состава O<sub>3-S</sub><sub>1</sub> (зерендинский интрузивный комплекс), 8 - габбро-габбродиоритовая С; 9 – купольно-кольцевые структуры, 10 – региональные разломы (I – Васильковско-Березовский, II – Донгульгашский, III – Алексеевский, IV – Широкий); 11 – разломы второго и третьего порядка, 12-13 – золото-сульфидно-кварцевые объекты штокверкового типа (12 – очень крупное Васильковское месторождение, 13 – мелкие месторождения и рудопроявления); 14 – золото-колчеданно-барит-полиметаллическое месторождение Березовское, 15 – гранодиориты, кварцевые диориты; 16 – биотит-роговообманковые граниты, плагииграниты; 17 – аплитовидные граниты, гранит-порфиры; 18 – эксплозивные брекчии смешанного и кислого состава; 19 – золоторудные тела

В строении рудного поля Секисовского месторождения принимают участие магматиты четырех фаз становления змеиногорского комплекса. Преобладают гранодиориты и диориты второй и плагииграниты третьей фаз внедрения комплекса (более 90%). Породы первой фазы (габбро, габбро-диориты) слагают останцы среди магматитов поздних фаз. Породы второй фазы (диориты-гранодиориты) внедрения слагают 35-40% центральной

части рудного поля, а на флангах имеют весьма ограниченное распространение. Породы третьей фазы, среди которых резко преобладают плагиограниты, составляют основную (более 60%) часть рудного поля, имея преимущественное распространение на флангах (рис. 1, б). Породы четвертой фазы (биотитовые граниты, плагиограниты) развиты незначительно в узлах пересечения разрывных нарушений различного направления на юго-восточном и северо-западном флангах рудного поля и слагают тела размером от 0,5 x 1,0 до 1,0 x 2,0 км. Широко проявлена дайковая серия, представленная мелко- и микрозернистыми диоритами, диоритовыми порфирами, аплитовидными гранитами, гранит-порфирами, кварцевыми альбит-порфирами, фельзитами.

Из разрывных структур наиболее важной является Шемонаихо-Секисовская зона разломов северо-западного простирания, которые в сочетании с флексуобразными изгибами и разрывами других направлений контролируют размещение explosивно-гидротермальных брекчий, рудных тел и даек. Субмеридиональные и северо-восточные нарушения с субвертикальными и крутыми углами падения являются более поздними, обуславливают блоковую структуру месторождения, влияют на морфологию тел дайковой серии и приводят к сдвиговым перемещениям [7].

*Характеристика оруденения.* Васильковское месторождение приурочено к контакту габбро-диоритов и диоритов с роговообманково-биотитовыми гранодиоритами и плагиогранитами. Сечение штокверка на поверхности – первые сотни метров, вертикальная протяженность – до 1,0-1,5 км. Средние содержания золота 3-5 г/т. Штокверк состоит из серии золотоносных струй, склоняющихся под углами 35-40° в юго-западном направлении. Месторождение характеризуется объемно-концентрической метасоматической, минеральной и геохимической зональностью.

В породах Васильковского месторождения широко развиты локальные гидротермальные изменения: калишпатизация, березитизация, окварцевание, альбитизация, хлоритизация и др. Дорудная локальная калишпатизация представлена сериями субпараллельных зон, сложенных жилами и прожилками полевошпатового и кварц-полевошпатового состава. Синрудный микроклин развит по обрамлению золотоносных кварц-арсенопиритовых и арсенопиритовых жил в виде каемок и полос мощностью до 1-5 см [6]. Самый поздний, переотложенный калишпат, образует маломощные (0,1-0,5 см) извилистые, нитеобразные просечки, секущие кварц-арсенопиритовые жилы, линзы и гнезда. С калишпатитами ассоциирует вкрапленная золото-висмут-пирит-арсенопирит-кварцевая минерализация. Березиты (кварц, серицит, мусковит, карбонат, хлорит, пирит, арсенопирит) размещаются по разрезу выше калишпатитов. В них совмещены две минеральные ассоциации: ранняя вкрапленная золото-пирит-арсенопирит-кварцевая и поздняя жильно-прожилковая золото-кварц-полиметаллическая (самородное золото, кварц, блеклая руда, теллуриды, галенит, тетрадимит). Максимально продуктивное золотое оруденение локализовано в участках совмещения березитов и калишпатитов. Хлорит-альбитовые метасоматиты развиваются по восстанию рудоносных структур на сотни метров. Широко распространены жильные минералы (кварц, карбонат, турмалин, серицит, флюорит), которые образуют закономерные соотношения с рудно-метасоматическими телами [7].

Основу рудного штокверка слагают кулисообразные, субпараллельные, взаимопересекающиеся жилы и прожилки рудной стадии, представленные мелкозернистым темно-серым кварцем с сульфидами и самородным золотом. Наиболее крупные (мощностью до 0,5-1,0 м) золотоносные жилы развиваются во фронтальной зоне. Пострудные образования проявляются кальцит-кварц-серицитовый, флюорит-карбонатный, кварц-турмалиновый и карбонат-эпидот-пренитовый ассоциациями. Жилы, прожилки и гнезда кальцит-кварц-серицитового состава распространены на средних и верхних горизонтах; кварц-

турмалиновая ассоциация расположена в самой верхней части месторождения; флюорит – в корневой части; карбонат-эпидот-пренитовая ассоциация обрамляет золотоносный штокверк [7].

Рудовмещающими породами на Секисовском месторождении являются брекчии, имеющие трубообразную, вытянутую форму, размером от 40x100 до 120x500 м. Их прослеженная длина на глубину превышает 950 м. Рудоносные взрывные брекчии состоят из обломков магматических пород (диоритов, плагиогранитов и переходных между ними разновидностей), цементированных тонкоизмельченным материалом того же состава, либо жильными кварцевыми, кварц-карбонатными гнездами и прожилками с включениями рудных минералов – пирита (преобладает), сфалерита, галенита. Выделено 4 типа взрывно-гидротермальных брекчий: брекчии среднего, средне-основного, смешанного и кислого составов. Установлены мелко- и крупнообломочные разновидности брекчиевых тел. Для первых характерна более интенсивная степень гидротермальных изменений. Размер обломков колеблется от 0,1 до 2 м, преобладают обломки 0,1-0,5 м, иногда встречаются крупные блоки вмещающих пород. Цементированы брекчии перетертым, гидротермально-измененным материалом пород кварц-серицит-хлоритового состава с включенностью сульфидов (главным образом пирит), редко с включениями останцов пород. Содержание сульфидов в цементе брекчий неравномерное и изменяется от долей процента до 15%, в среднем 5%. Золотое оруденение пространственно и генетически связано с сульфидами, однако прямой корреляции между содержаниями сульфидов и золота не установлено [8].

Золото распределено неравномерно, образуя своеобразный гнездово-струйчатый тип оруденения. Повышенные концентрации (струи) золота возникают в контактах различных типов брекчий, а также в контактах брекчии с вмещающими диоритами и дайками кислого состава. На месторождении выделяются 5 минерализованных золотоносных зон, в каждой из которых локализуется целая группа рудных тел: центральная, в которой выделяются 2 подзоны – северо-восточная и юго-западная; северная; северо-западная; западная; юго-западная. По падению основные рудные тела не оконтурены, форма тел лентовидная и линзовидная с преобладанием длины по падению над шириной по простиранию. Средняя мощность рудных тел колеблется от 0,58 до 3,28 м. Ориентировка рудных тел по простиранию совпадает с ориентировкой рудных зон (брекчий) [8-13].

*Минерализация.* На Васильковском месторождении выделяют несколько минеральных ассоциаций. Ранняя, пирит-пирротин-марказит-кварцевая; собственно рудная золото-пирит-арсенопирит-кварцевая (с пирротином, леллингом, халькопиритом), золото-висмут-пирит-арсенопирит-кварцевая (с молибденитом, шеелитом, кубанитом, самородным висмутом, висмутином, тетрадимитом, смешанной блеклой рудой) и золото-полиметаллическая (с халькопиритом, сфалеритом, галенитом, теннантитом). Поздняя кварц-карбонат-антимонит-тетраэдритовая [7-13].

Пириты и арсенопириты развиты во всех ассоциациях, но в основном концентрируются в золотоносных кварцевых жилах и прожилках. Пирит образует агрегативные скопления, кубические и кубоктаэдрические кристаллы, содержащие тонкие зерна самородного золота и висмутин. Арсенопирит слагает жилки, розетчатые и гребенчатые образования, линзо- и гнездообразные скопления, неравномерную включенность в кварце и гидротермально измененных породах. Встречается в виде порфиробластовых и гипидиоморфно-зернистых выделений, игольчатых, короткопризматических и псевдобипирамидальных кристаллов размером от тысячных долей миллиметров до 2-4 мм. Арсенопириты содержат Au (до сотен г/т), Ag (5-50 г/т), Bi (до 100-300 г/т), Pt (0,3-0,5 г/т), Cu, Pb, Zn, Co (до 0,01-0,1%), Mo (до 20-50 г/т). В верхних горизонтах арсенопириты обогащены Sb, Ag, Cu, на средних и глубоких – Zn, Mo, Bi, Co, Ni.

Высокоточные электронно-микроскопические исследования показали, что основная масса золота связана с пирит-арсенопирит-кварцевой и висмутин-пирит-арсенопирит-кварцевой ассоциациями. Выделены две генерации золота: в арсенопирите и свободное в кварцевых жилах. Размеры золотинок составляют от десятых долей мкм до 0,2 мм, формы округлые, амебообразные, комковидные и неправильные, реже в виде ромбододекаэдрических кристаллов и их сростков (рис. 2,а).

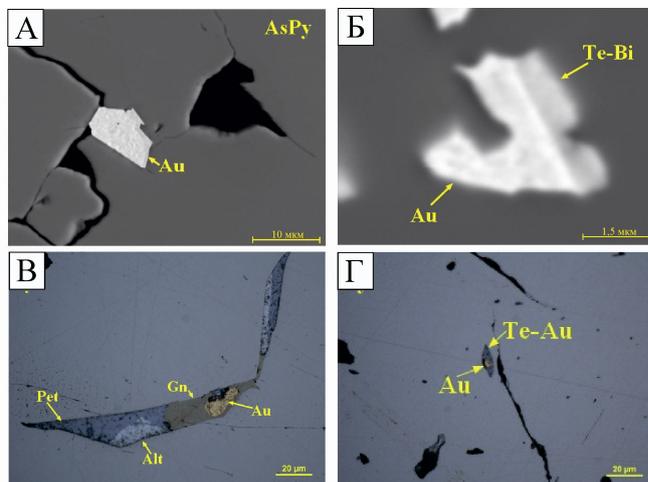


Рисунок 2 – а – самородное золото в руде Васильковского месторождения; б – самородное золото в сростке с теллуrowисмутином в руде Васильковского месторождения; в – самородное золото и алтаит в руде Секисовского месторождения; г – самородное золото в сростке с теллуrowисмутином в руде Секисовского месторождения (Au – золото самородное; AsPy - арсенопирит; Te-Bi - теллуrowисмутит; Pet- петцит, alt – алтаит; gl- галенит; Te-Au –теллуриды золота)

Главные элементы-индикаторы месторождения – Au, As, Bi, менее контрастными являются W, Sb, Ag, Cu, Pb, Hg. Золото – сквозной элемент с содержаниями (г/т): в околорудных породах – 0,37; рудных зонах – 1,0; рудных телах – 3,7; рудных столбах – более 10 [12, 13, 17]. Средние и высокие содержания золота тяготеют к центральной части рудоносного штоковерка, низкие – к периферии. Висмут тесно связан с пирит-арсенопиритовой минерализацией (рис. 2,б). Во вкрапленных и прожилково-вкрапленных рудах содержания Bi - 5-10 г/т, в прожилковых - 10-50 г/т, в рудных столбах - до 100-1500 г/т. Золото образует тесные корреляционные связи с элементами рудной стадии – Bi, As, Ag, Pb, Cu [7].

В первичных рудах Секисовского месторождения развито два минеральных парагенезиса. Для ранних брекчий (на средних и глубоких горизонтах) характерен золото-железо-медно-редкометалльный парагенезис (золото I, кварц, магнетит, пирротин, марказит, пирит, шеелит, висмутин, молибденит, халькопирит). На позднем этапе, при формировании брекчий смешанного типа, отложилась золото-серебро-висмут-теллур-полиметаллическая ассоциация (с золотом II, самородным серебром, теллуридами, кварцем, карбонатами, пиритом, халькопиритом, алтаитом, айкинитом, теннатитом, галенитом, сфалеритом, гринокитом, теллуrowисмутином, петцитом, гесситом, кренеритом, калаверитом, сивьянитом) на верхних уровнях брекчиевидных тел. Данная ассоциация контролируется дайками кварцевых альбитофитов, гранит-порфиров и фельзитов [8]. Преобладают жилки кварц-карбонатного и кварц-сульфидного составов. Золото находится в виде свободного металла, теллуридов (рис. 2,в,г), тонкодисперсных примесей в сульфидах. Индикаторы

оруденения - Au, Bi, Ag, попутные компоненты - Mo, W, Cu, Pb, Zn, Te, Co и др. Золото имеет бимодальное распределение как в зоне окисления, так и в первичных рудах. Для зоны окисления ведущими являются содержания 10-60 г/т (42,5%), подчиненными - 1-6 г/т (32,1%). Максимальные концентрации золота в окисленных рудах - 200-250 г/т, среднее - 23 г/т. В первичных рудах доминирует золото класса 2-6 г/т (44,5%), при подчиненной роли концентрации 20-60 г/т. В единичных пробах золото до 500-600 г/т (рудные столбы). Диапазон концентраций серебра в окисленных рудах 2-200 г/т с преобладанием класса 20-60 г/т (49,1%). Для первичных руд характерны моды Ag 2-10 г/т (55%) и 20-35 г/т (12,5%). Кривые распределения Ag/Au для зоны окисления и первичных руд повторяют друг друга.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

Золоторудные месторождения штокверкового типа характеризуются длительным диапазоном рудоподготовительных и рудообразующих процессов, обстановками мезотермальных глубин в периоды высокой тектонической активности земной коры. Они тяготеют к региональным шовным зонам крупных литосферных блоков и локально приурочены к куполам, кольцевым структурам, надвигам, зонам смятия. Для них характерны многофазные интрузивы гранитоидов повышенной и высокой щелочности, метаморфизм вмещающих пород, гидротермальные изменения (калишпатизация, березитизация, пропицитизация), взрывные брекчии, Au-Ag-Bi-Te специализация, несколько генераций самородного золота, зональное строение штокверков. Васильковское и Секисовское месторождения обладают высоким сырьевым потенциалом с перспективами прироста запасов на глубину и на флангах в пределах узлов пересечения и смещения тектонических разломов разного порядка. Размах концентрации золота в золотоносных брекчиях от десятых долей и первых единиц г/т (Васильковское) до сотен - первых тысяч г/т (Секисовское, Таскора). Разнообразие теллуридов золота, серебра, высокое содержание минералов висмута повышает рентабельность освоения месторождений данного типа. Комплексность месторождений ставит новые задачи для разностороннего учета основных и попутных компонентов при проведении всех стадий их разведки и эксплуатации [12-13].

Авторы высказывают благодарность руководству и специалистам компаний Hambleton Mining и ТОО «Казцинк». Исследования выполнялись в рамках госбюджетной темы № 58 -313-2015, МОН РК.

#### Список литературы

1. Kruk N.N. Early-Middle Paleozoic granitoids in Gorny Altai, Russia: Implication for continental crust history and magma sources // *Journal of Asian Earth Sciences*. 2011. - V. 42. - № 5. - P. 928-948.
2. Рафаилович М.С. Крупные месторождения золота в черносланцевых толщах: условия формирования, признаки сходства / М.С. Рафаилович, М.А. Мизерная, Б.А. Дьячков. - Алматы, 2011. - 272 с.
3. Naumov E., Borisenko A., Kovalev K., Kalinin Y., Fedoseev G., Seltmann R.. Gold deposits of Western Siberia and Eastern Kazakhstan: types and ages of mineralization, correlation with magmatic events // *Let's Talk Ore Deposits: 11 th SGA Biennial Meeting*. - Antofagasta, 2011. - P. 82-84.
4. Newall P. Competent person's report for the assets held by Kazzinc Limited in Kazakhstan and Russia. Wardell Armstrong International. - Truro, UK, 2011.
5. Абишев В.М. Геология, вещественный состав и геохимические особенности Васильковского золоторудного месторождения / В.М. Абишев, Е.В. Баханова, Ю.М. Зорин и др. // *Геология, геохимия и минералогия золоторудных районов и месторождений Казахстана*. - Алма-Аты, 1972. - С. 107-162.
6. Рафаилович М.С. Золото недр Казахстана: геология, металлогения, прогнозно-поисковые модели. - Алматы, 2009. - 304 с.
7. Фрейман Г.Г. Закономерности локализации золотого оруденения на Секисовском месторождении // *Автореф. дисс. ... канд. г.-м. наук*. - Алма-Ата, 1985. - 18 с.

8. Нарсеев В.А. Брекчиевые образования золоторудных месторождений / В.А. Нарсеев, Г.Б. Левин // Рудоносные брекчии и их поисковое значение. – Алма-Ата, 1977. – С. 183–203.
9. Константинов М.М. Золоторудные гиганты России и мира / М.М. Константинов, Е.М. Некрасов, А.А. Сидоров и др. – М.: Научный мир, 2000. – 272 с.
10. E. Naumov, A. Mizerny, R. Seltmann, K.Kovalev, A.Izokh Mineralization style and geochronology of the Sekisovka gold deposit, eastern Kazakhstan 12 th SGA Biennial Meeting, Uppsala, 2012.
11. Large R.R., Maslennikov V.V., Robert F. , Danyushevsky L.V., Chang Z. Multistage sedimentary and metamorphic origin of pyrite and gold in the giant Sukhoi Log Deposit, Lena gold province, Russia// Economic Geology. V.102. 2007. – P.1233-1267.
12. Frost C.D., Frost B.R. On ferroan (A-type) granitoids: their compositional variability and modes of origin // J. Petrol. 2011. V. 52.P.39-53.
13. Wenchao Su, Hongtao Zhang, Ruizhong Hu, Xi Ge, Bin Xia, Yanyan Chen, Chen Zhu Mineralogy and geochemistry of gold-bearing arsenian pyrite from the Shuiyindong Carlin-type gold deposit, Guizhou, China: implications for gold depositional processes // Mineralium Deposita. – 2012. – Volume 47. – Issue 6. – P. 653-662.

Получено 15.12.2016

---

УДК:913:502.63 (282.255.582)

**Ж.Т. Мукаев**

Государственный университет им. Шакрима, г. Семей

**Ж.О. Озгелдинова**

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана

#### **ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПРИГОДНОСТИ ЛАНДШАФТОВ БАССЕЙНА ОЗЕРА АЛАКОЛЬ ДЛЯ ТУРИЗМА И РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

В последние десятилетия вопросы туризма и рекреации являются одними из актуальных задач современной географической науки. Развитие рекреации и туризма – одна из основных ярко выраженных общемировых тенденций.

Приозерные зоны отдыха озера Алаколь обладают значительным рекреационным потенциалом. Наиболее аттрактивные объекты бассейна озера Алаколь, расположенные вблизи таких сел, как Кабанбай в Восточно-Казахстанской области и Коктума, Акши в Аламинской области. Озеро Алаколь имеет лечебные грязи и рапу. На берегу озера построены санатории, дома отдыха, летние туристические и оздоровительные лагеря.

У озера в туристическом плане большое будущее. Природно-климатические условия региона благоприятны для отдыха и знакомства с местными достопримечательностями. Территориальные рекреационные системы сосредоточены в основном в восточной и южной части озера. Намечается освоение и других побережий большого уникального озера Алаколь.

Все эти условия требуют выполнения научных исследований, направленных на выявление рекреационных ресурсов, их учета и рационального использования. Комплексная оценка функциональной пригодности ландшафтов заключается в определении «коэффициента привлекательности» ландшафтов для рекреационной деятельности. При выявлении «коэффициента привлекательности» ландшафтов мы ориентировались на данные литературных источников [1, 2].

Исходным материалом для рекреационной оценки является ландшафтная карта и сумма возможных рекреационных функций изучаемого ландшафта. Территориальными единицами для выполнения оценки устойчивости к рекреационной деятельности выступали

виды ландшафтов. На территории бассейна озера Алаколь нами было выделено 68 видов ландшафтов. Ландшафтная карта составлена согласно методическому подходу к изучению геосистем аридных территорий [3]. Коэффициент пригодности определялся нами по следующей формуле:

$$K_{np} = C_{фл} / C_{фр}, \tag{1}$$

где  $C_{фл}$  – сумма функций ландшафта;  $C_{фр}$  – сумма функций региона (бассейн озера Алаколь в целом);  $K_{np}$  – коэффициент пригодности.

$K = I$  обозначает максимальную степень аттрактивности (привлекательности).

В результате комплексной оценки функциональной пригодности ландшафтов для каждого ландшафта было вычислено число видов рекреационной деятельности, т.е. число функций рекреации. Нами на всей территории бассейна озера Алаколь было выделено 24 возможных функции (табл. 1).

Таблица 1

*Виды и функции рекреационной деятельности*

Виды и функции рекреационной деятельности	
Научно–познавательная функция	геолого–геоморфологические объекты; гидрогеологические; ботанические и зоологические; археологические и исторические-этнографические
Лечебная функция	климатолечение; бальнеолечение; грязелечение; кумысолечение
Спортивная функция	охота-рыбалка; сбор грибов, ягод и лекарственных растений; катание на катерах и гидроциклах; параплан (парасейлинг); виндсерфинг; кайтсерфинг; гребля; сплавы (рафтинг); конный туризм; пешеходный туризм (треккинг); велотуризм; автотуризм (джиппинг); альпинизм
Оздоровительная функция	купально-пляжный; солнечные ванны; культурно-массовый (фестивали, ярмарки и т.д.)

Результаты рекреационной оценки полученных параметров были занесены в общую сводную таблицу «Суммы функций ландшафта» и в последующем выведен коэффициент функциональной пригодности по формуле (1) (табл. 2).

Проведенные расчеты позволили сделать следующие выводы:

1. Наименее пригодны для рекреации районы, где коэффициент пригодности до 0,1. К этим районам относятся полупустынные и пустынные ландшафты западной части бассейна озера Алаколь. Ввиду обширности территории, незначительного горизонтального расчленения рельефа наиболее приемлемые виды туризма, возможные в данных ландшафтных районах, – это авто- и пешеходный туризм.

2. Пригодные для рекреации районы с коэффициентом от 0,1 до 0,5: горные и предгорные ландшафты Жетысуского Алатау и Тарбагатай. Горные и предгорные ландшафты характеризуются разнообразием рекреационных функций. Здесь можно увидеть смену высотных ландшафтных поясов севера: полупустынный, горностепной, горнолесной, альпийский, а также провести наблюдения за редкими животными и птицами. Наряду с разнообразием природно-ориентированных функций в горных ландшафтах можно развивать такие виды спортивных функций как: сбор грибов, ягод и лекарственных растений, пешеходный туризм (треккинг), велотуризм (маунтинбайк), альпинизм и т.д.

3. Наиболее пригодные ландшафты с коэффициентом выше 0,5. Это межгорные озерно-аллювиальные равнины, примыкающие к озеру Алаколь (Кабанбай, Акши, Коктума, Коктал).

Таблица 2

*Сумма функций ландшафтов и коэффициент функциональной пригодности ландшафтов бассейна озера Алаколь*

Ландшафт	Коэффициент привлекательности	Ландшафт	Коэффициент привлекательности
1	0,08	35	0,2
2	0,08	36	0,2
3	0,08	37	0,2
4	0,08	38	0,04
5	0,08	39	0,2
6	0,04	40	0,2
7	0,04	41	0,2
8	0,04	42	0,2
9	0,04	43	0,1
10	0,04	44	0,3
11	0,04	45	0,3
12	0,04	46	0,3
13	0,04	47	0,2
14	0,04	48	0,2
15	0,04	49	0,2
16	0,2	50	0,1
17	0,2	51	0,1
18	0,3	52	0,2
19	0,3	53	0,2
20	0,3	54	0,5
21	0,2	55	0,1
22	0,2	56	0,1
23	0,3	57	0,1
24	0,3	58	0,3
25	0,1	59	0,3
26	0,2	60	0,2
27	0,2	61	0,5
28	0,2	62	0,5
29	0,2	63	0,5
30	0,2	64	0,1
31	0,2	65	0,1
32	0,2	66	0,2
33	0,2	67	0,2
34	0,2	68	0,1

Рекреационный потенциал озера Алаколь представляет интерес для развития лечебных, оздоровительных и спортивных видов отдыха (купально-пляжного, пешеходного, конного), что обусловлено благоприятными климатическими условиями. Большой интерес также представляет использование лечебных грязей озера Алаколь, которые применяются при лечении различных заболеваний суставов, радикулитов, кожных недугов, восстановлении после травм. Большинство рекреантов на озере Алаколь предпочитают купально-пляжный отдых. Здесь отдыхающие могут получать самые разнообразные виды оздоровительно-спортивного отдыха: купание, солнечные ванны, игра с мячом, катание на гидроциклах, парапланеры, прогулки по берегу и т.д. В регионе расположены памятники раннего железного века: могильники Акши и памятники эпохи средних веков – городища Ушарал и Коктума. Также здесь сложились благоприятные условия для развития природоведческих экскурсий на уникальные озера Алаколь-Сасыккольской группы, на места гнездовой водоплавающих.

Полученные данные позволили составить карту степени пригодности ландшафтов бассейна озера Алаколь для туризма и рекреации (рис. 1).

По коэффициенту рекреационной пригодности основная рекреационная нагрузка приходится на территории побережья озера Алаколь (Кабанбай, Коктума и Акши), это объясняется прежде всего тем, что Алакольское побережье имеет наилучшие условия для развития пляжного, санаторно-курортного хозяйства и многих видов отдыха и туризма, что связано с благоприятными природно-климатическими условиями и экономико-географическим положением.

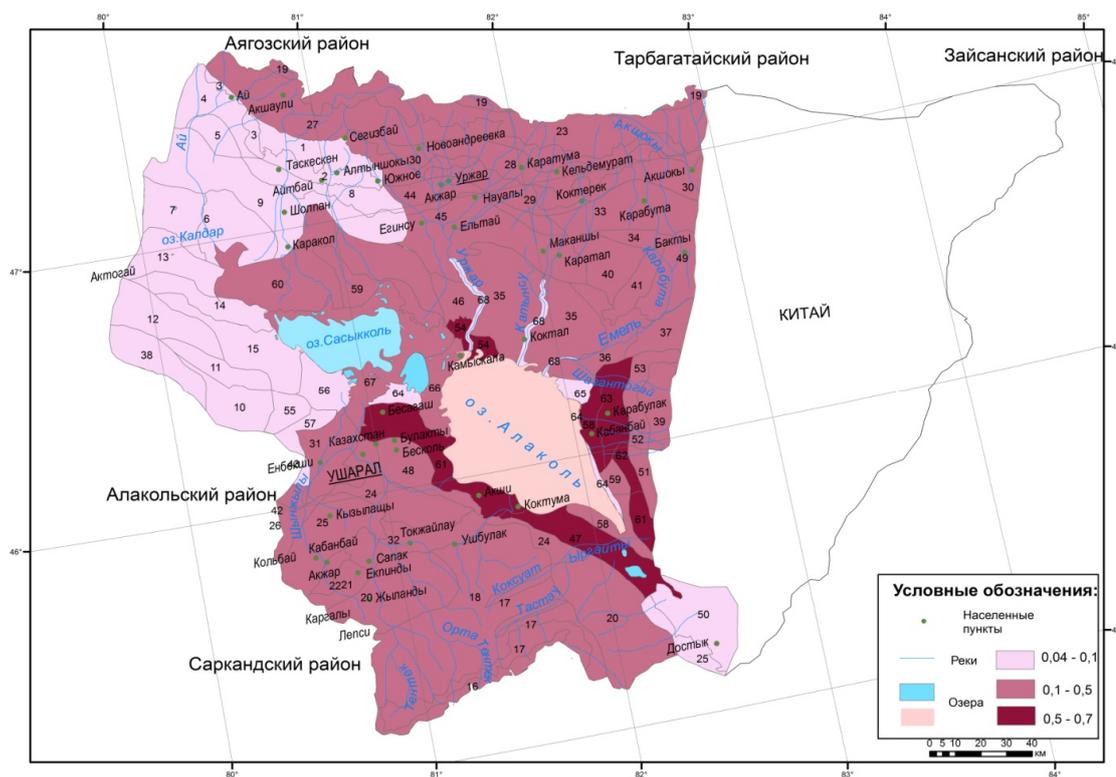


Рисунок 1 – Карта функциональной пригодности ландшафтов для туризма и рекреационной деятельности

Рекреация и туризм занимают важное место в экономике Алакольского региона. Интенсивное рекреационное и хозяйственное освоение региона привело к увеличению антропогенной нагрузки на ландшафты бассейна озера Алаколь. В целях дальнейшего устойчивого развития региона возникла необходимость в изучении влияния рекреационных и хозяйственных факторов на состояние окружающей среды.

Список литературы

1. Котляров Е.А. География отдыха и туризма. Формирование и развитие территориальных рекреационных комплексов. – М.: Мысль, 1978. – 238 с.
2. Кусков А.С. Рекреационная география / А.С. Кусков, В.А. Голубева, Т.Н. Одинцова: Учеб.-метод. комплекс. – М.: Флинта, 2005. – 496 с.
3. Гельдыева Г.В. Ландшафты Казахстана / Г.В. Гельдыева, Л.К. Веселова. – Алма-Ата: Фылым, 1992. – 176 с.

Получено 12.11.2016

УДК 669.884.(574)

**В.И. Самойлов, Ж.С. Оналбаева, Г.С. Бекимбаева, Н.А. Куленова, Г.Б. Жакупова, М.Ә. Әділқанова, Г.А. Кокаева, С.А. Абдулина**

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

**КИНЕТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СЕРНОКИСЛОТНОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЛИТИЯ ИЗ МЕХАНОАКТИВИРОВАННОЙ СМЕСИ МИНЕРАЛОВ ЛИТИЯ**

Благодаря уникальным свойствам лития, он играет значительную роль в индустриальном развитии современного общества. Области применения лития являются химическая промышленность, химические источники тока, а также смазочные материалы. Также Li можно использовать при обработке воздуха, в алюминиевой промышленности и непрерывном литье, производстве его изотопов, а также производстве пластмасс, резин и в фармацевтической промышленности. Растущий рынок электронной техники, рост популярности гибридных автомобилей, глобальное проникновение мобильных устройств также создают спрос на литий. Каждому из них требуются литиевые материалы определенной спецификации [1-3].

К настоящему времени появился ряд работ, направленных на создание гидрометаллургии лития в Казахстане [4-6]. Эти работы посвящены главным образом разработке гидрометаллургической литиевой технологии переработки литиевых руд Восточно-Казахстанского региона.

Сернокислотное извлечение лития из лепидолита  $[KLi_{1,5}Al_{1,5}(AlSi_3O_{10})(F,OH)_2]$  и сподумена  $[KLiAl(Si_2O_6)]$ , применяемое в гидрометаллургии лития, характеризуется высокими производственными расходами из-за необходимости проведения дорогостоящей термической активации указанного сырья перед сернокислотным извлечением лития из указанного сырья (температура термоактивации составляет свыше 1000 °С) [3-11].

Целью данных исследований являлось определение лимитирующей стадии процесса извлечения лития из механоактивированной смеси лепидолита и сподумена. Для достижения поставленной цели решены задачи, направленные на установление кинетических закономерностей полноты вскрытия указанной смеси от температуры и продолительно-

сти сернокислотного извлечения лития в водорастворимый  $\text{Li}_2\text{SO}_4$ . При определении величины кажущейся энергии активации взаимодействия механоактивированной лепидолит-сподуменовая смеси с серной кислотой использована методика, приведенная Вольдманом Г.М. и Зеликманом А.Н. [12].

Кинетические исследования направлены на исключение из технологии энергоемкой операции термической активирующей подготовки лепидолит-сподуменовая к сернокислотному извлечению лития в  $\text{Li}_2\text{SO}_4$ . В частности, выполнены эксперименты по механоактивации лепидолит-сподуменовая смеси, полученной из руд Восточного Казахстана. В опробованной смеси массовое соотношение лепидолит: сподумен, а также содержание оксида лития составляло 10:1 и 4,9% масс соответственно. Механоактивация опробованной лепидолит-сподуменовая смеси проведена в лабораторной планетарной мельнице (рис. 1) АИР-0,015М (разработка института «Гидроцветмет», Новосибирск). При этом получен рентгеноаморфный продукт, крупность которого составляла  $\sim 45$  мкм (механоактивация продолжалась 40 мин, стальные мелющие шары имели диаметр 5 мм, соотношение шары: концентрат – 50:1 (масс.), в мельницу установлено три помольных барабана, центробежное ускорение по оси барабана –  $350 \text{ м/с}^2$ , объемная шаровая загрузка барабанов – 60%).

Навески механоактивированной смеси (по 45 г каждая) перемешивали в воде при Т:Ж = 1:0,8. Для сульфатизации смеси полученную пульпу смешивали с 93%-ной серной кислотой (1,4 мл кислоты на 1 г сырьевой смеси). После сульфатизации полученную реакционную массу выдерживали при перемешивании 5 мин при  $95^\circ\text{C}$ . Выщелачивание реакционной массы проводили водой при Т:Ж = 1:5 (по сырьевой смеси), температуре  $95^\circ\text{C}$  и продолжительности 50 мин.

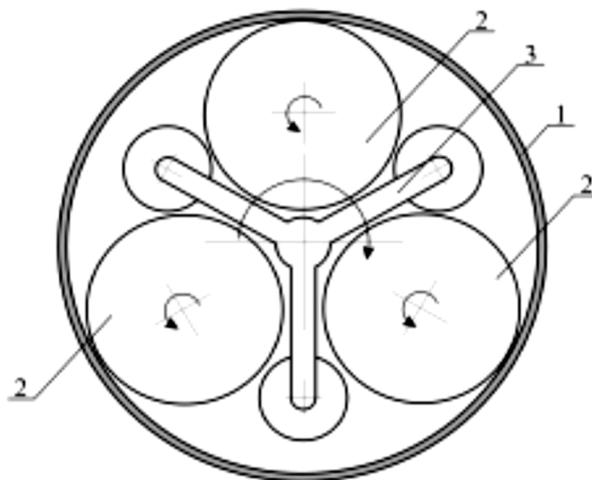


Рисунок 1 - Схема работы планетарной мельницы (вид сверху):  
1 – корпус мельницы; 2 – барабан с шарами; 3 – водило с тремя роликами

Полученную пульпу фильтровали. Кек снимали с фильтра и направляли на двукратную фильтр-репульсационную отмывку водой, подкисленной серной кислотой до pH 3,5, при Т:Ж = 1:6 (по механоактивированной смеси) и температуре  $70^\circ\text{C}$  в течение 15 мин. По результатам спектрального анализа кека на содержание лития определяли степень его извлечения из механоактивированной смеси минералов в сульфатный раствор со стадии выщелачивания реакционной массы.

Поставленные эксперименты показали (табл. 1), что промышленно-приемлемое извлечение лития из механоактивированной лепидолит-сподуменовой смеси в раствор (98,10÷99,37%) достигается за 50 мин выщелачивания продукта сульфатизации при 105÷115 °С.

Таблица 1

*Зависимость извлечения лития в раствор от температуры выщелачивания механоактивированной лепидолит-сподуменовой смеси (продолжительность выщелачивания – 50 мин)*

Температура, °С	Кек после выщелачивания		Извлечение Li в раствор, %
	масса, г	содержание Li <sub>2</sub> O, % масс.	
115	33,8	0,015	99,37
105	34,5	0,040	98,10
95	36,3	0,080	96,30
85	38,2	0,140	93,40

Дальнейшими исследованиями установлена величина извлечения лития из механоактивированной лепидолит-сподуменовой смеси в сульфат лития при различных продолжительностях ( $\tau$ ) и температурах (Т) выщелачивания. Полученные данные указаны в табл. 2 и с использованием табличного процессора Excel графически представлены на рис. 2.

Таблица 2

*Зависимость извлечения лития в раствор от продолжительности и температуры выщелачивания механоактивированной лепидолит-сподуменовой смеси*

$\tau$ , мин	Кек после выщелачивания		Извлечение Li в раствор, %
	масса, г	содержание Li <sub>2</sub> O, % масс.	
Температура выщелачивания 115 °С			
20	38,2	0,09	98,39
35	36,0	0,06	98,99
50	33,8	0,04	99,37
Температура выщелачивания 105 °С			
20	38,6	0,15	97,29
35	36,5	0,14	97,57
50	34,5	0,12	98,10
Температура выщелачивания 95 °С			
20	40,1	0,25	95,32
35	38,3	0,23	95,88
50	36,3	0,22	96,50
Температура выщелачивания 85 °С			
20	42,4	0,39	92,27
35	40,0	0,39	92,71
50	38,2	0,37	93,40

По данным графиков определены продолжительности выщелачивания, обеспечивающие одинаковую степень извлечения лития в раствор (30, 60 и 90%) при различных температурах выщелачивания (рис. 2). Установленные значения продолжительностей выщелачивания и результаты их обработки представлены в табл. 3 и далее использованы для оценки кажущейся энергии активации взаимодействия механоактивированной лепидолит-сподуменовой смеси с раствором.

новой смеси с серной кислотой. Для этого определяли зависимости логарифма времени, необходимого для достижения одинаковой степени извлечения лития в раствор при различных температурах выщелачивания сырьевой смеси, от обратной температуры (рис. 3).

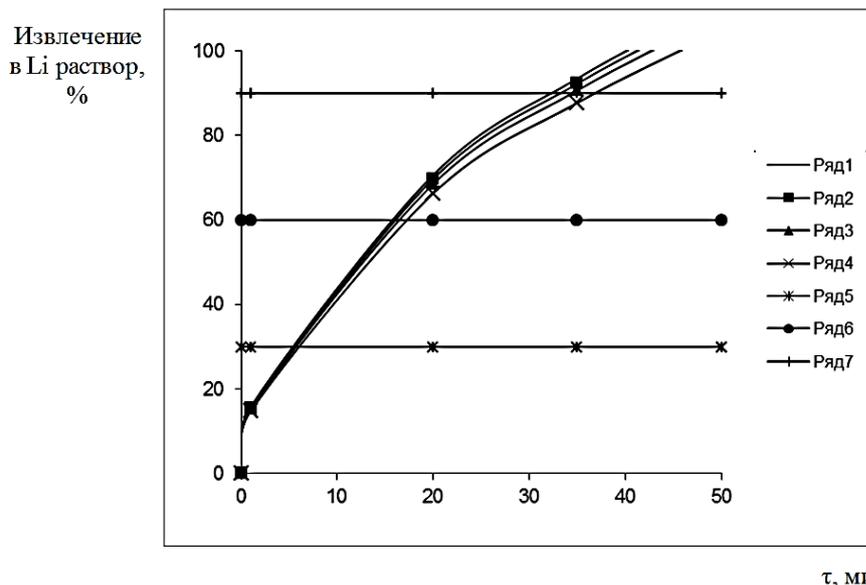


Рисунок 2 – Зависимости извлечения лития из механоактивированной лепидолит-сподуменовой смеси от продолжительности и температуры его выщелачивания. Ряды: 1 – 115 °С, 2 – 105 °С, 3 – 95 °С, 4 – 85 °С, 5, 6 и 7 – вспомогательные прямые, соответствующие извлечению лития в раствор 30, 60 и 90% соответственно

Таблица 3

*Продолжительность выщелачивания механоактивированной лепидолит-сподуменовой смеси, обеспечивающая заданное извлечение лития в раствор при различных температурах выщелачивания*

T		1/T, K <sup>-1</sup>	τ, мин	lg τ
°C	K			
Извлечение в раствор 30%				
115	388	0,002577	3,603328	0,556704
105	378	0,002646	3,698874	0,56807
95	368	0,002717	3,830935	0,583305
85	358	0,002793	4,091887	0,611924
Извлечение в раствор 60%				
115	388	0,002577	14,41331	1,158764
105	378	0,002646	14,7955	1,17013
95	368	0,002717	15,32374	1,185365
85	358	0,002793	16,36755	1,213984
Извлечение в раствор 90%				
115	388	0,002577	32,42995	1,510946
105	378	0,002646	33,28986	1,522312
95	368	0,002717	34,47841	1,537547
85	358	0,002793	36,82699	1,566166

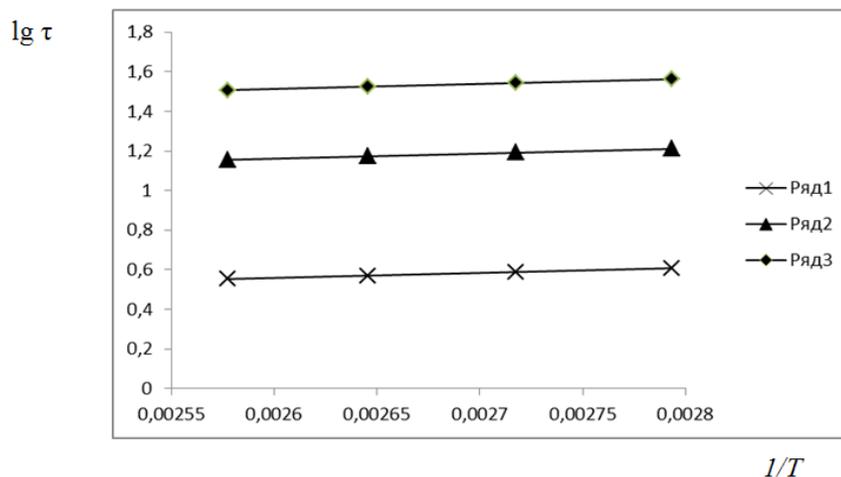


Рисунок 3 – Зависимости логарифма продолжительности выщелачивания от его обратной температуры при извлечении лития 30% (ряд 1), 60% (ряд 2) и 90% (ряд 3)

Угловые коэффициенты прямых  $\lg \tau = f(1/T)$  (см. рис. 3) связаны со значением кажущейся энергии активации соотношением  $d(\lg \tau)/d(1/T) = E_{\text{каж.}}/(2,3R)$  [12]. При извлечении лития в раствор на 30, 60 и 90% угловые коэффициенты не изменяются и составляют 252,692.

Величина кажущейся энергии активации взаимодействия сырьевой смеси с серной кислотой, рассчитанная с использованием приведенного выше уравнения, составила 4,8 кДж/моль.

Таким образом, установленное значение кажущейся энергии активации показывает, что, возможно, исследованный процесс протекает в диффузионной области. Исходя из этого, предположительно данный процесс лимитируется скоростью диффузии молекул серной кислоты к реакционной поверхности через слой образующихся продуктов реакции.

#### Список литературы

1. Alexandre Chagnes, Jolanta Swiatowska. Lithium Process Chemistry: Resources, Extraction, Batteries, and Recycling. – Elsevier, 2015. – 312 p.
2. Yuping Wu. Lithium-Ion Batteries: Fundamentals and Applications. – CRC Press, 2015. – 582 p.
3. Кулифеев В.К. Литий / В.К. Кулифеев, В.В. Миклушевский, И.И. Ватулин. – М.: МИСиС, 2006. – 240 с.
4. Самойлов В.И. Экспериментальная разработка перспективных химических методов извлечения бериллия и лития из минерального сырья. – Усть-Каменогорск: Медиа-Альянс, 2006. – 551 с.
5. Самойлов В.И. Исследование современных и разработка перспективных методов извлечения лития из минерального сырья в технические соединения. – Усть-Каменогорск: Медиа-Альянс, 2005. – 276 с.
6. Оналбаева Ж.С. Исследование кинетики сернокислотного извлечения лития из сподумен-лепидолитовой смеси, активированной плавкой с карбонатом натрия / Ж.С. Оналбаева, В.И.Самойлов, Н.А. Куленова и др. // Цветные металлы. – 2014. – №6. – С. 48-51.
7. Остроушко Ю.И. Литий, его химия и технология / Ю.И. Остроушко, П.И. Бучихин, В.В. Алексеева и др. – М.: Атомиздат, 1960. – 200 с.
8. Плущев В.Е. Химия и технология соединений лития, рубидия и цезия / В.Е. Плущев, В.Д. Степин. – М.: Химия, 1970. – 408 с.
9. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. В 3-х кн. – Кн. 1: Учеб. для вузов / Под ред. С.С. Коровина. – М.: МИСиС, 1996. – 376 с.
10. Стефанюк С.Л. Металлургия магнезия и других лёгких металлов. – М.: Metallurgy, 1985. – 200 с.

11. Зеликман А.Н. Металлургия редких металлов / А.Н. Зеликман, В.Г. Коршунов. – М.: Металлургия, 1991. – 432 с.
12. Вольдман Г.М. Теория гидрометаллургических процессов / Г.М. Вольдман, А.Н. Зеликман. – М.: Интермет Инжиниринг, 2003. – 424 с.

Получено 15.12.2016

ӘОЖ 669.537

**Б.С. Саурбаева, Ж.С. Оналбаева, М.Ә. Әділқанова, Г.А. Кокаева, С.А. Абдулина, Д.Е. Жолбарисов**

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

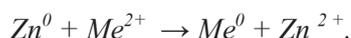
**МЫРЫШ СУЛЬФАТЫНЫҢ ЕРІТІНДІСІН КОБАЛЬТ ЖӘНЕ НИКЕЛЬ ҚОСПАЛАРЫНАН ЦЕМЕНТАЦИЯЛЫҚ ТАЗАЛАУ МЕХАНИЗМІН ЖӘНЕ КИНЕТИКАСЫН ЗЕРТТЕУ**

Мырышты гидрометаллургиялық өндірудің техникалық прогресі мырыш сульфатының ерітіндісін әртүрлі қоспалардан тазарту әдістерін жетілдірумен тығыз байланысты. Ерітінді тазалығы мырыш өндіру технологиясы мен экономикасы үшін өте маңызды.

Таза ерітінділер пайдаланғанда гидрометаллургиялық қондырғылардың өнімділігі артады, пульпаларды тұндыру және сүзу үрдістері жақсарады, ток бойынша шығым артады, электролиз кезінде энергия шығыны азаяды, бір сөзбен айтқанда, мырыш өндірудің өзіндік құны төмендейді. Сонымен қатар ерітінді тазалығының электролиз цехымен катодтық қырып тазалауды механикаландырудың еңбек жағдайларын жақсартудағы маңыздылығын ерекше атаған жөн.

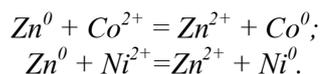
Цементация үрдісі деп аталатын мырыш тозаңымен тазалау әдісі ерітіндідегі металды басқа металмен ығыстырып шығаруға негізделген. Ерітіндідегі металды басқа металмен ығыстырып шығару мүмкіндігі олардың электродтық потенциалдар қатарындағы орнына байланысты. Потенциалының мәні ең теріс металл потенциалының мәні өзімен салыстырғанда оң болатын металды ерітіндіден ығыстырып шығарады. Яғни мырыш өзінен төмен тұрған барлық металдарды ығыстыру керек. Ал кадмий болса, өзінен төмен орналасқан металдарды ығыстырады. Цементацияны практикада қолданғанда электродтық потенциалдардың мәндерінен ( $E^0$ ) бірқатар басқа факторларды да есепке алу қажет. Мысалы, ерітіндідегі иондардың концентрацияларының төмендеуімен осы металдың электродтық потенциалы төмендейді, бұрынғыға қарағанда электрлік теріс жаққа жылжиды. Сондықтан цементацияны бір металдың иондары аз, ал басқа металдар иондары көп күрделі ерітінділерде жүргізгенде, олардың шөгу реті осы металдардың кернеулік қатардағы орындарына сәйкес келмеуі мүмкін.

Жалпы мырыш тозаңымен цементациялау үрдісін мына электрохимиялық реакциямен сипаттауға болады:



Бұл реакциядан мырыш электрондарын басқа металдарға беретінін байқаймыз.

Атап айтқанда, ерітіндіні кобальт пен никельден тазартуды мысал ретінде қарастыруға болады.



Тәжірибелік жолмен ерітінділерді мырыш тозаңымен тазалау жолына әсер ететін факторлар анықталды. Олар:

- бастапқы бейтарап ерітінді мен оның құрамындағы қатты бөлшектердің мөлшері;
- мырыш тозаңының жұмсалуды мен оның сапасы;
- ерітіндіде тотықтырғыштардың болуы, әсіресе оттегінің, басқа да қоспалардың болуы;
- мырыш тозаңының активтендіргіштік әсері.

Мырыш тозаңымен цементациялау тотықсыздандыру үрдісі болғандықтан, ерітіндіде тотықтырғыштардың болуы тазалау сапасына кері әсерін тигізеді. Тотықтырғыштарға ауадағы оттегі, жоғарғы валентті металл иондары жатады, мысалы темірдің  $Fe^{3+}$  ионы. Олар тұнбаға түскен қоспалардың ерітіндіге өтуіне әсерін тигізеді. Тазалау сапасы жоғары болу үшін мырыш тозаңы мен таза ерітінді арасындағы араласу едәуір болу қажет. Өте көп араластырудың да кері әсері бар, өйткені ұзақ араластыру кезінде ерітіндіден бөлінген қоспалар оттегімен тотығып кетеді.

Кобальтті, никельді, басқа да қоспаларды мырыш тозаңымен комплексті цементациялық тазалау әдісін жылдамдату арнайы қоспаларды қолдануды қажет етеді. Біз қоспа ретінде сурьма мен оның әртүрлі тұздарын қолданып көрдік.

Мырыш тозаңымен цементациялау үрдісі кезінде, мырыш тұнған қалдықтармен гальваникалық элемент түзеді, онда мырыш - анод, ал тұнған қалдықтар - катод болады. Гальваникалық элемент жұмысы нәтижесінде мырыш ериді, ал катодтық бөлікте цементтелетін қоспалар бөлінеді.

Цементация кезінде металл алғаш рет ерітіндімен жанасқан кезде, катиондардың ерітіндіге өту бағыты бастапқыда  $Me^{z+}$  катионының потенциалы  $\mu_{Me^{z+}}$  мен  $Me^0$  металл потенциалына  $\mu_{Me^0}$  байланысты болады, ол сәйкесінше катиондардың гидратациялану және кристалл торынан бөлініп шығу энергиясына тәуелді.

Құрамында мырыш бар «Казцинк» ЖШС Риддер металлургиялық комплексінің гидратты кек қалдықтарын өндеуде экологиялық таза, барлық санитарлық-гигиеналық нормаларға сай автоклавты сілтісіздендіру әдісі қолданылды.

«Казцинк» ЖШС Риддер металлургиялық комплексінің гидратты кек құрамында едәуір мөлшерде мырыш, сонымен қатар басқа да металдар қоспалары, мысалы мыс, кадмий темір т.б. бар. Кектің химиялық құрамы кестеде келтірілген.

#### Гидратты кектің сандық химиялық құрамы

сынама	Анықталатын элемент пен қосылыстардың массалық үлесі, %								
	Pb	SiO <sub>2</sub>	S <sub>общ</sub>	Cd	Cu	Fe	Zn	As	Sn
кек	3,32	6,16	11,35	0,07	0,57	4,51	21,84	0,14	0,002
сынама	Анықталатын элемент пен қосылыстардың массалық үлесі, %								
	Sb	Te	Se	Ba	Co	Ni	Mo	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
кек	0,37	0,018	0,007	0,20	0,001	0,003	<0,01	3,16	

Технологияны жобалау кезінде мырышты күкірт қышқылымен автоклавты сілтісіздендірудің оптималды технологиялық жағдайы анықталды (95,4%).

Алынған ерітіндіні темірден, кремнийден, мышьяктан, сурьмадан гидролиттік тазаладық. Аталған қоспаларды тұндыру үшін ерітіндінің рН-ын 4,5 деңгейінде ұстадық. Гидролиттік тазалау кезінде темірдің 99,27% кекке тұнды, темірмен қатар мышьяк

(99,94%) пен сурьма (91,4%) гидролизі жүріп, ерітінді осы металдардан тазартылды. Кремний қышқылының коагуляциясы жүрді (кремнийден тазалау 99,01%). Кекке темірмен қоса 29,52% мыс, 12,46% кадмий өтті.

Гидролиттік тазалаудан соң, ерітіндіні мырыш тозаңымен цементациялап мыс, кадмий, никель, кобальттан тазаладық.

Бірінші сатыда ерітінді мыс пен кадмийден тазартылды.

Есептеулер нәтижесінде кобальттың жылдамдық константасының орташа шамасы - 0,0406 мин<sup>-1</sup> анықталды;

Кобальтты тұндыруды жылдамдату үшін ерітіндіге қосымша мыс сульфатын қосу керек, оптималды мөлшері 100 мг/л.

Цементация активаторы ретінде қолданылатын мыс тотияйынының ертіндісін бірінші сатыда түзілген мысты-кадмийлі кектен алуға болады.

#### Әдебиеттер

1. Набойченко С.С. Автоклавное сернокислотное выщелачивание цинковых концентратов / С.С. Набойченко, К.И. Болатбаев // Цветные металлы, 1987. – С. 23–25.
2. Жунусова Г.Ж. Очистка от примесей меди и кадмия сульфатных растворов цинка от автоклавного выщелачивания цинксодержащих отходов / Г.Ж. Жунусова, О.А. Кальянова, Б.Т. Алтайбаев и др. // Сб. докл. VIII Междунар. науч.-практ. конф. «Приоритетные научные направления: от теории к практике», 20 дек. 2013. – Новосибирск, 2013. – С. 129–136.
3. Жунусова Г.Ж. Цементация меди, кадмия, кобальта и никеля из цинксодержащих сульфатных растворов от автоклавного выщелачивания цинксодержащих отходов / Г.Ж. Жунусова, О.А. Кальянова, Б.Т. Алтайбаев и др. // Сб. докл. V Междунар. науч.-практ. конф. «Наука и общество», 25–26 нояб. 2013. – Лондон, 2013.
4. Снурников А.П. Гидрометаллургия цинка. – М.: Metallurgia, 1981. – 384 с.
5. Шиврин Г.Н. Metallurgia свинца и цинка. – М.: Metallurgia, 1982. – 190 с.
6. Уткин Н.И. Цветная металлургия. Технология отрасли. – М.: Metallurgia, 2001. – 450 с.
7. Зайцев В.Я. Metallurgia свинца и цинка / В.Я. Зайцев, Е.М. Маргулис. – М.: Metallurgia, 1985. – 263 с.
8. Марченко Н.В. Metallurgia тяжелых цветных металлов [Электр. рес.]: электрон. учеб. пособие / Н.В. Марченко, Е.П. Вершинина, Э.М. Гильдебрандт. – Электрон. дан. (6 Мб). – Красноярск: ИПК СФУ, 2009.
9. Тихонов В.С. Тяжёлые цветные металлы и сплавы: Справ. – М.: ЦНИИЭИЦМ, 1999. – Т. 1. – 349 с.
10. Снурников А.Г. Комплексное использование сырья в цветной металлургии. – М.: Metallurgia, 1998. – 272 с.
11. Кечин В.А. Цинковые сплавы / В.А. Кечин, Е.Я. Люблинский. – М.: Metallurgia, 1986. – 247 с.

Получено 15.12.2016



УДК 620.2

**Б.Н. Азаматов**Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск**А.Е. Тусупжанов, Б.Д. Захитов**

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

**ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКРЫТИЙ Fe-Cr-Ni и Fe-Mn  
НА ПОДЛОЖКЕ ИЗ АМГ-6**

Сплавы АМг имеют более высокие механические свойства. В качестве основного легирующего элемента содержат магний (от 2 до 6,8%) и марганец (от 0,15 до 0,8%) для разных марок. Структура сплавов состоит из зерен твердого раствора магния в алюминии. Дополнительное легирование ванадием и особенно титана совместно с бериллием (АМг-6: 0,02-0,1% титана и 0,0001-0,005% бериллия) значительно повышает прочность. Так, например в отожженном состоянии предел прочности сплава АМг-6 - 32кГ/мм<sup>2</sup> [1].

Сплав АМг-6, относящийся к системе Al-Mg, обладающий повышенной коррозионной стойкостью в различных средах и хорошей свариваемостью, имеет достаточно высокие пластические и удельные прочностные характеристики, что предопределило его применение в авиастроении, судостроении, автомобилестроении, а также в ракетостроении [2-3]. Несмотря на довольно значительное увеличение растворимости магния в алюминии при повышении температуры, упрочнение при закалке сплава АМг-6 весьма незначительно, поэтому такой сплав, как и другие магналии, относят к термически неупрочняемым [4-5].

В настоящее время АМг-6 сплавы рассматриваются как перспективные конструкционные материалы для гражданского авиастроения, ввиду их высокой прочности, пластичности, а также хорошей свариваемости и высокой коррозионной стойкости [6].

Обычно в процессе многочисленных опытов подбирают оптимальные обжатия для каждого прохода при соответствующей суммарной деформации, позволяющие получать относительно ровную поверхность под плакирующим слоем сплава АМг-6. Например, при суммарном обжатии в 50% количество проходов достигает 15-26, и частное обжатие в последних проходах составляет не более 2%. С увеличением толщины покрытия алюминиевого сплава при одном и том же суммарном обжатии количество проходов значительно увеличивается. Средние удельные давления, возникающие при выбранных режимах, позволяют вести прокатку листов шириной до 1400 мм и более на существующем оборудовании [7].

Цель научной работы - это получение покрытия на подложке из сплава АМг-6, которая улучшает эксплуатационные характеристики, а также исследование структуры и механических свойств.

В результате реализации проекта будут получены покрытия, улучшающие поверхностные эксплуатационные характеристики сплава АМг-6, исследована микроструктура и фазовое состояние сплава с покрытием. Проведены испытания покрытия на износостойкость и микротвердость. А также сформулированы предложения по использованию сплава АМг-6 с покрытием в производстве.

В качестве подложки для напыления был выбран сплав АМг-6 промышленного изготовления.

Химический состав: основа - Al - 91,1-93,68%, Fe - 0,4%, Si - 0,4%, Mn - 0,5-0,8%, Ti - 0,02-0,1%, Cu - 0,1%, Mg - 5,8-6,8%, Zn - 0,2%.

В настоящей работе в качестве основных методов исследования были использованы:  
- механические испытания образцов на микротвердость, износостойкость, исследование микроструктуры, исследование коррозионной стойкости образцов, испытания их на одноосное растяжение при комнатных и повышенных температурах с измерением условного предела текучести, прочности и пластичности;

- изучение структуры с помощью световой и электронной микроскопии, рентгенодифрактометрический фазовый анализ, а также микроанализ химического состава образцов на растровом электронном микроскопе.

С целью увеличения эксплуатационных характеристик на подложке из сплава АМг-6 нами получены покрытия на основе Fe-Cr-Ni и Fe-Mn. Покрытия получали терморезистивным методом на универсальном вакуумном посту ВУП-5. Толщина покрытий не превышает 10 мкм. В дальнейшем, для увеличения адгезионных характеристик данные образцы были подвергнуты термической обработке при температурах 200, 300 и 400 °С в течение часа. Во время термической обработки в рабочей части поддерживался вакуум форвакуумным насосом. Термическая обработка образцов проводилась со скоростью нагрева 2 градуса в минуту и 8 градуса в минуту (т. е. быстрый и медленный нагрев).

Образцы после термической обработки были подвергнуты испытаниям на микротвердость (рис. 1). Микротвердость исходного сплава АМг-6 была равна  $H_{\mu}=1013$  МПа, проведение отжига образца с покрытием из Fe-Cr-Ni в течение часа при 200 °С увеличивается на 358 МПа и достигает значения  $H_{\mu}=1371$  МПа. Дальнейшее повышение температуры отжига приводит к уменьшению микротвердости. А при медленном нагреве образцов значительного увеличения микротвердости не наблюдается (рис. 1, б).

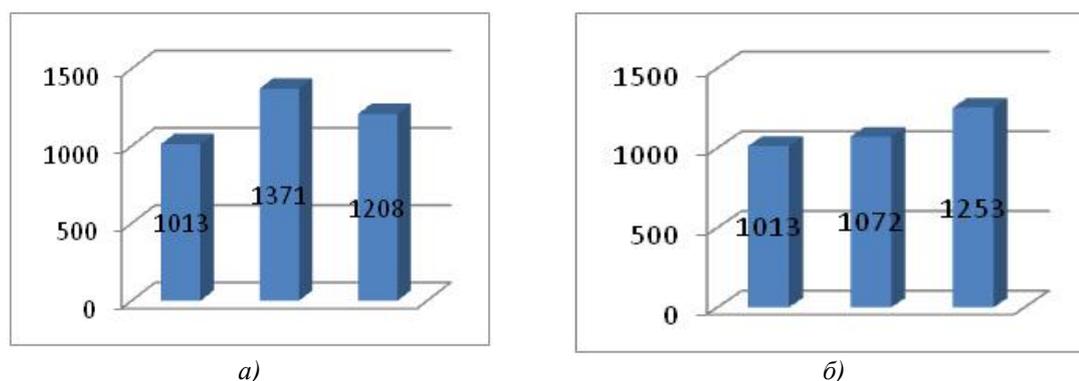


Рисунок 1 - Микротвердость образцов АМг-6 с покрытием из Fe-Cr-Ni и Fe-Mn:  
а - быстрый нагрев; б - медленный нагрев

Образцы с покрытием из Fe-Mn на подложке из сплава АМг-6: наибольшее увеличение микротвердости наблюдалось у образца после термической обработки при 300 °С (1 ч), значение которой было равно  $H_{\mu}=1208$  МПа, что на 195 МПа больше, чем у исходного образца. Микротвердость образцов с быстрым нагревом в зависимости от температуры отжига меняются скачкообразно и при 400 °С понижается до значения  $H_{\mu}=1105$  МПа. А у образцов с медленным нагревом изменяется плавно и при 400 °С достигает значения  $H_{\mu}=1253$  МПа. Поскольку при медленном нагреве расходуется больше энергоресурсов, и

показатель микротвердости выше быстрого нагрева только на 51 Мпа, и это увеличение лежит в пределах погрешности, то нами для дальнейшего исследования был выбран образец с покрытием из Fe-Mn и отжигом при 300 °С в течение часа. Образец с наибольшим значением микротвердости был испытан на износостойкость (табл. 1, 2).

Таблица 1

*Условия проведения испытаний на износ при медленном нагреве*

	Общее число оборотов	Диаметр круга вращения индентора, мм	Диаметр шара (индентора), мм	Нагрузка, мН	Среда
АМг-6+Fe-Cr-Ni+отжиг при 200 °С (1 ч)	200	4	3	310	Воздух
АМг-6+Fe-Mn+отжиг при 200 °С (1 ч)	200	4	3	310	Воздух

Таблица 2

*Характеристики износостойкости сплава АМг-6 с покрытием Fe-Cr-Ni, Fe-Mn*

	Диаметр бороздки дср, мм	Объем материала V, мм <sup>3</sup>	Длина пути шара L, мм	Интенсивность износа I, мм <sup>2</sup>	Интенсивность износа I, м <sup>2</sup>	Износостойкость, м <sup>-2</sup>
Исходный АМг-6	0,76966	11,74·10 <sup>-3</sup>	1256	9,34·10 <sup>-6</sup>	9,34·10 <sup>-12</sup>	1,06·10 <sup>11</sup>
АМг-6+Fe-Cr-Ni+отжиг при 200 °С (1 ч)	0,30818	0,29·10 <sup>-3</sup>	1256	2,36·10 <sup>-7</sup>	2,36·10 <sup>-13</sup>	4,24·10 <sup>12</sup>
АМг-6+Fe-Mn+отжиг при 200 °С (1 ч)	0,36282	0,57·10 <sup>-3</sup>	1256	4,53·10 <sup>-7</sup>	4,53·10 <sup>-13</sup>	2,2·10 <sup>12</sup>

В дальнейшем нами проведены испытания полученных покрытий на износостойкость (табл. 1.) Испытание на износостойкость проводили на трибомашине MicroTribo с использованием индентора из сплава WC (табл. 1). Испытания на износостойкость проводили в соответствии с ASTMg99. При проведении испытаний на износостойкость в качестве индентора использовали шар диаметром 3 мм из карбида вольфрама (табл. 1). Шар диаметром 3 мм вращался по поверхности образца, описывая круг диаметром 4 мм, под нагрузкой в 319 мН. Износостойкость исходного сплава была на уровне 1,06·10<sup>11</sup> м<sup>-2</sup>, а у образца с покрытием из Fe-Cr-Ni+отжиг при 200 °С (1 ч) - 4,24·10<sup>12</sup>. При этом износостойкость образца Fe-Mn+отжиг при 200 °С (1 ч) была равна 2,2·10<sup>12</sup> м<sup>-2</sup>, что чуть ниже, чем у образцов с покрытием Fe-Cr-Ni. Таким образом, самый высокий показатель износостойкости был у образца с покрытием из Fe-Cr-Ni+отжиг при 200 °С (1 ч).

Образец с лучшими показателями микротвердости и износостойкости был исследован на изменения микроструктуры и химического состава на растровом электронном микроскопе (рис. 2). Структура границы образца с покрытием из Fe-Mn четкая, заметны трещины в покрытии, что, по нашему мнению, будет плохо сказываться на эксплуатационных характеристиках. Микроструктурные снимки границы раздела покрытия Fe-Cr-Ni с подложкой показывают более ровную границу раздела (рис. 2,а). Микроструктура покрытия имеет зеренную структуру с размерами частиц порядка 3 мкм.

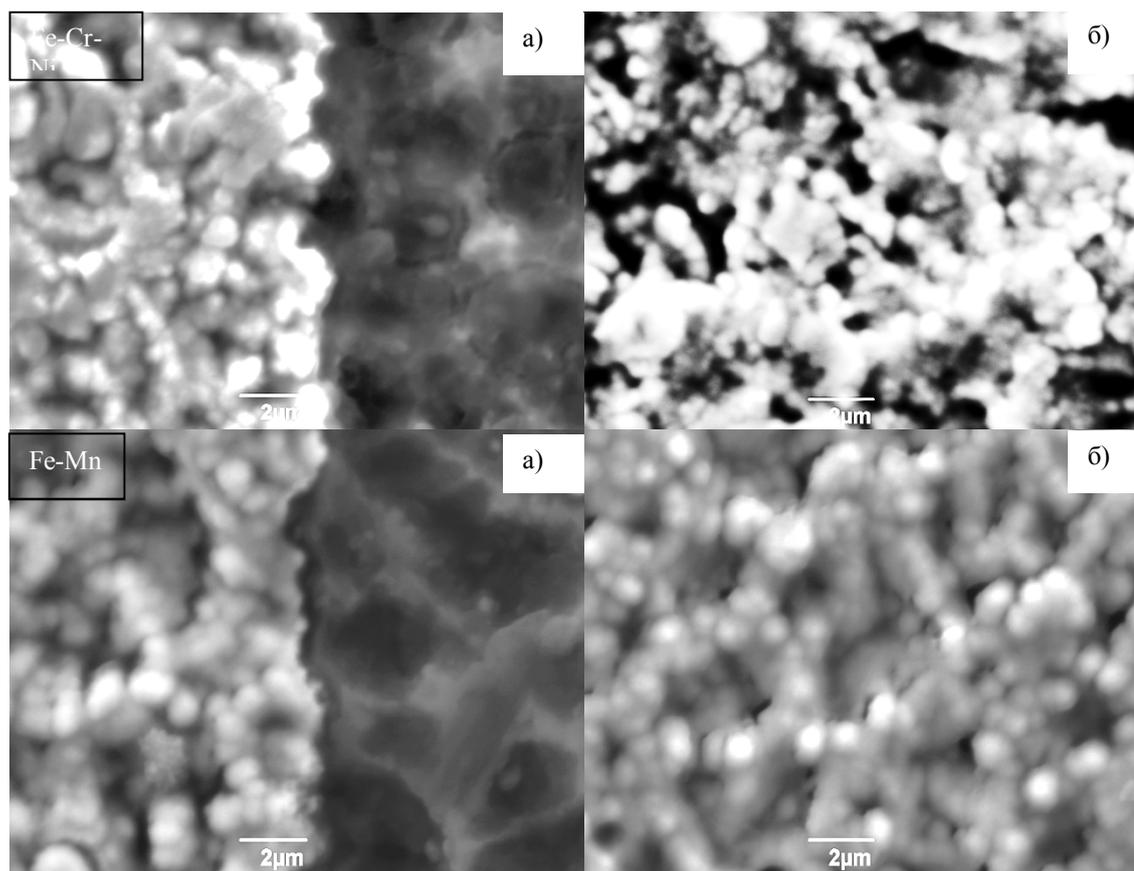


Рисунок 2 - Исследование микроструктуры образца с покрытием из Fe-Cr-Ni и Fe-Mn:  
а) граница раздела: слева – покрытие; справа – подложка; б) структура покрытия

Рентгенографический анализ исследуемых образцов показал следующие результаты. На рис. 3 изображена дифрактограмма рентгенофазового анализа исходного состояния сплава АМг-6 и посленапыленного Fe-Cr-Ni и Fe-Mn (в течение часа сделан отжиг при температуре 200 °С, 300 °С). По линии дифрактограммы можно определить, что у исходного сплава имеется гранецентрированная кубическая решетка. Из линий дифрактограммы напыленного Fe-Cr-Ni видно, что диффузия алюминия из матричного сплава с покрытием слабая и содержит в своей основе хром и никель. Результаты дифрактограммы напыленного Fe-Mn: температура обработки металла с покрытием ниже, чем температура изменения фазы, поэтому фазовый обмен полностью не пройден. Исходя из вышесказанного можно предположить, что в дальнейшем необходимо использовать повышение температуры обработки напыления для увеличения диффузии и адгезии напыляемых слоев.

Исследование изменения химического состава по линии показывает, что основу покрытия составляет железо, а марганец содержится в незначительном количестве. Эти данные подтверждают точечные исследования химического состава. Содержание железа в составе покрытия колеблется в пределах 81,27÷82,47, а марганца - от 0,89 до 4,35. В приграничной зоне содержание элементов покрытия уменьшается и увеличивается содержание элементов подложки. А также обнаружено присутствие ядер кремния, которые в основном сосредоточены в подложке (рис. 4).

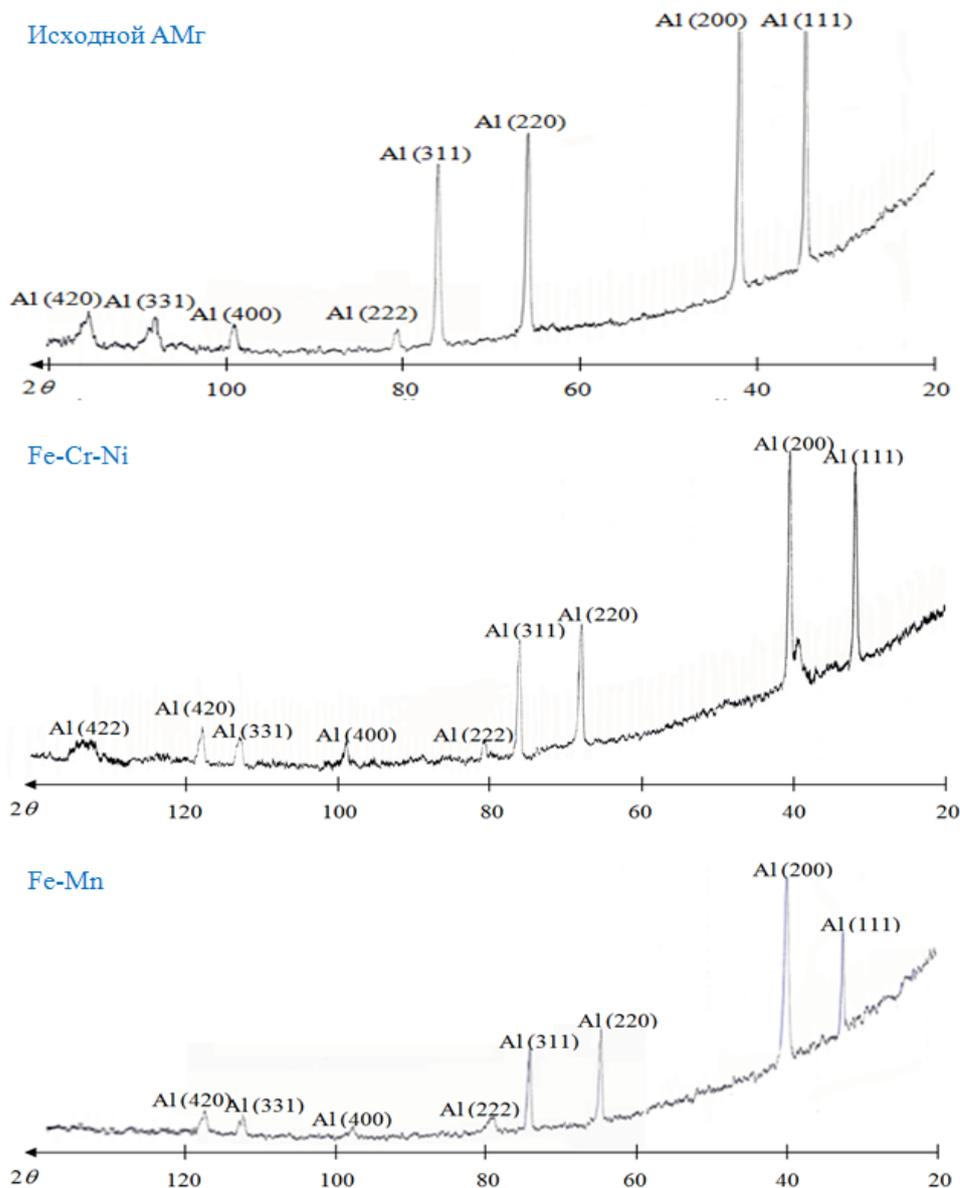


Рисунок 3 - Дифрактограмма сплава алюминий АМг-6 и после напыления Fe-Cr-Ni и Fe-Mn

Точечное исследование химического состава при помощи ЭДС-приставки показывает, что содержанием железа в покрытии находится в интервале  $63,53 \div 75,83\%$ . Хром в покрытии содержится в пределах от 13,35 до 14,69, а содержание никеля - от 7,59 до 9,12. Что характерно, содержание железа, хрома и никеля уменьшается ближе к границе раздела покрытие-подложка. Картирование поверхности также показывает четкую границу раздела между подложкой и покрытием. Также видно, что в покрытии в небольших количествах содержится Ti. А кислород более равномерно распределен по поверхности образца, чем у образца с покрытием из Fe-Ni-Cr, но со стороны покрытия его содержание больше (рис. 5).

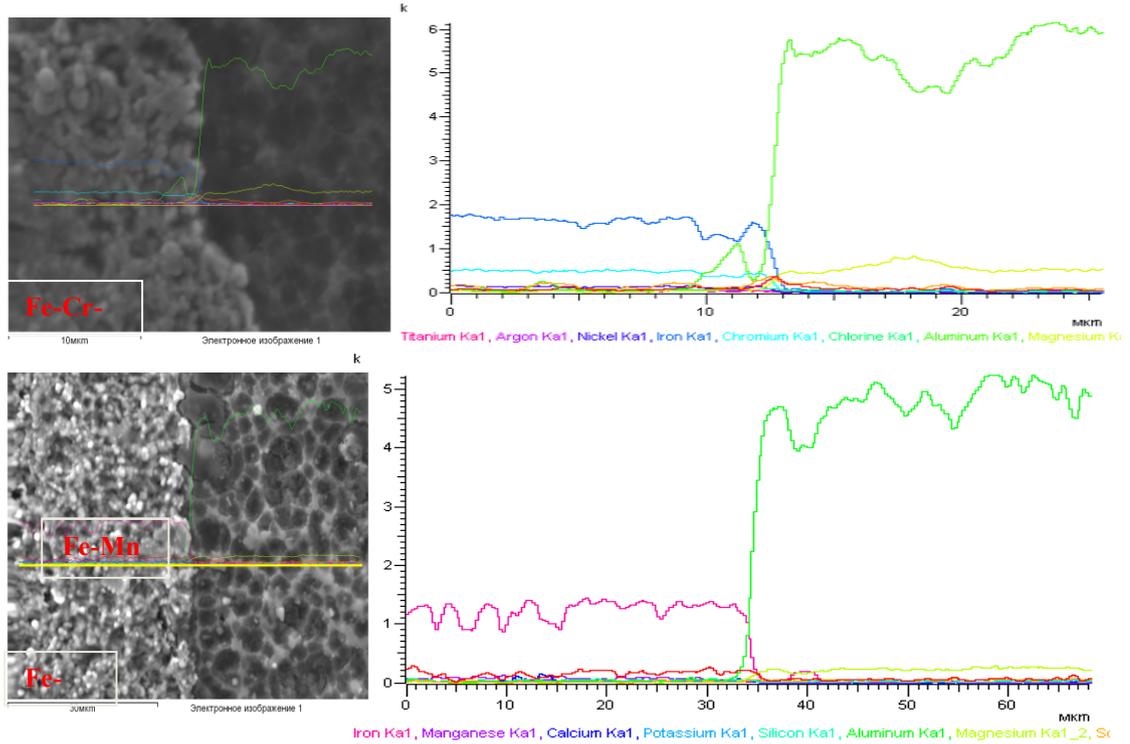


Рисунок 4 - Линейный анализ химического состава поверхности образца с покрытием из Fe-Cr-Ni и Fe-Mn

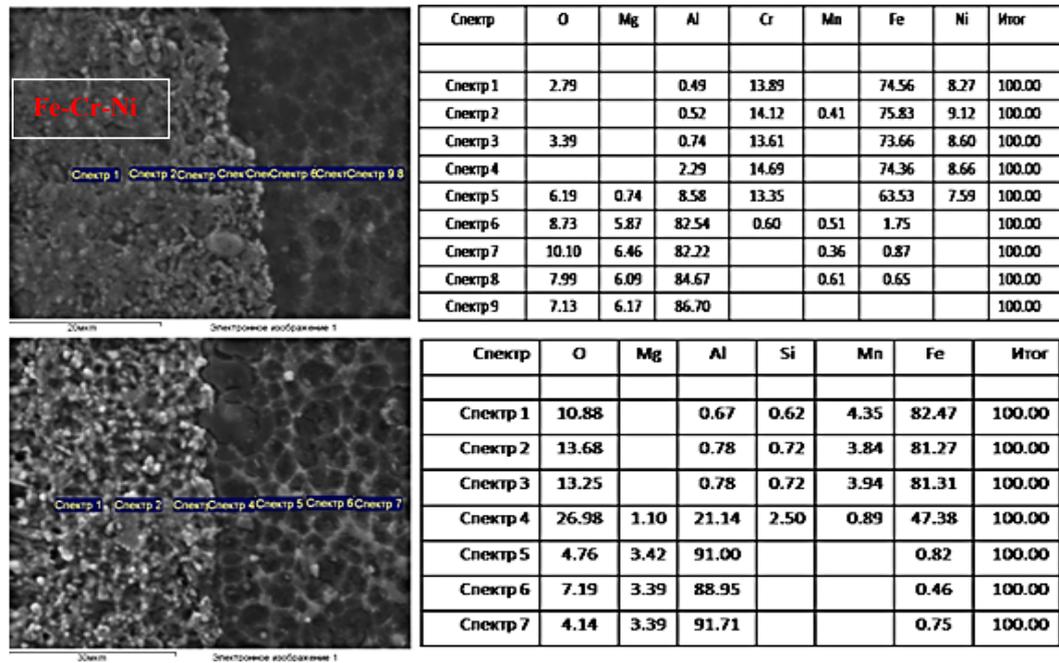


Рисунок 5 - Точечный анализ химического состава поверхности образца с покрытием Fe-Cr-Ni и Fe-Mn

Нами были проведены предварительные коррозионные исследования (табл. 3) для построения зависимостей тока от потенциала и тока от времени. На следующем этапе исследований планируется произвести детальный анализ полученных кривых измерений для оценки весовой потери массы при коррозии покрытий в растворе серной кислоты. Кроме того, планируется решить задачу выбора оптимального защитного покрытия, которое позволит уменьшить скорость коррозии материала относительно исходного состояния на начальной стадии испытаний.

Таблица 3

*Коррозионные испытания*

№	Покрытия	S (м <sup>2</sup> )	T (час)	m <sub>0</sub> (кг)	m <sub>1</sub> (кг)	K
1	АМг+Fe-Cr-Ni (200 °С)	90·10 <sup>-6</sup>	0,01	1,0632	1,0615	3,15·10 <sup>-4</sup>
2	АМг+Fe-Mn (300 °С)	56·10 <sup>-6</sup>	0,01	0,8034	0,8033	0,3·10 <sup>-4</sup>

Отличительной особенностью такой поверхности является низкая шероховатость подслоя АМг-6, на который в дальнейшем осаждались пленки различных сплавов. Например, слой Fe-Cr-Ni на матрице сплава АМг-6 - одинаковый по толщине на любом участке покрытия, поскольку по истечении времени исследований покрытие имеет практически равномерную желто-серую окраску. Считаем, что причина наличия областей локального поражения поверхности кроется в структуре подслоя АМг-6.

Нами получены два вида покрытия на сплаве АМг-6. На основе проведенных исследований по изучению свойств покрытия можно сделать следующие выводы:

1. Микротвердость исходного сплава АМг-6 равна  $H_u=1013$  МПа. После проведения термической обработки образцов с покрытием из Fe-Cr-Ni и Fe-Mn наибольший показатель микротвердости был у образца с покрытием из Fe-Cr-Ni+отжиг при температуре 200 °С (1 ч),  $H_u=1371$  МПа, что выше микротвердости исходного образца на 26%.

2. Износостойкость исходного образца без покрытия была на уровне  $1,06 \cdot 10^{11}$  м<sup>-2</sup>. Самый высокий показатель износостойкости у образцов с покрытием был достигнут после следующей обработки: покрытие из Fe-Cr-Ni+отжиг при 200 °С (1 ч) -  $4,24 \cdot 10^{12}$  м<sup>-2</sup>. Этот результат выше исходного на 96%.

Исследования химического состава покрытия на основе сплава АМг-6 из Fe-Cr-Ni и Fe-Mn показали следующие результаты:

1. В составе Fe-Cr-Ni покрытия имеется: Fe - 74,56%, Cr - 13,89%, Ni - 8,27%, O - 2,79%.

2. В составе Fe-Mn покрытия имеется: Fe - 82,47%, O - 10,88%, Mn - 4,35%, Si - 0,62.

3. Проведены испытания на коррозионную стойкость образцов с покрытием из Fe-Cr-Ni и Fe-Mn. Наилучший показатель коррозионной стойкости был у покрытия из Fe-Mn+отжиг при 300 °С (1 ч), который достиг  $K=0,3 \cdot 10^{-4}$ , что в 10 раз лучше, чем у образца с покрытием из Fe-Cr-Ni.

## Список литературы

1. Воронов С.М. Магниево деформируемые сплавы // ВНИТОМАП1. - Машгиз, 1951.
2. Абраимов Н.В. Авиационное материаловедение и технология обработки металлов / Н.В. Абраимов, Ю.С. Елисеев, В.В. Крымов; Под ред. Н.В. Абраимова. - М.: Высш. шк., 1998. - 444 с.
3. Алиева С.Г. Промышленные алюминиевые сплавы: справ. изд. / С.Г. Алиева, М.Б. Альтман, С.М. Амбарцумян и др. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Металлургия, 1984. - 528 с.

4. Новиков И.И. Металловедение: В 2 т.: Основы металловедения / И.И. Новиков, В.С. Золоторевский, В.К. Портной и др.; Под ред. В.С. Золоторевского. – М.: Издательский дом МИСИС, 2009. – Т. 1. – 496 с.
5. Колачев Б.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов / Б.А. Колачев, В.И. Елагин, В.А. Ливанов. – М.: МИСИС, 1999. – 416 с.
6. Филатов Ю.А. Деформируемые сплавы на основе системы Al-Mg-Sc // МИТОМ. – 1996. – № 6. – С. 33-36.
7. [http://metallischekiy-portal.ru/marki\\_metallov/alu/AMg6](http://metallischekiy-portal.ru/marki_metallov/alu/AMg6).

Получено 11.10.2016

УДК 621.18

**Е.В. Запасный**

ЗАО «Белоцерковская ТЭЦ», г. Киев

**Д.А. Асанов, В.В. Запасный, С.В. Галкин, Н.И. Черепанов**

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

**ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ КОТЛОВ  
С ЦИРКУЛИРУЮЩИМ КИПЯЩИМ СЛОЕМ ВЗАМЕН УСТАРЕВШИХ  
С ФАКЕЛЬНЫМ СЖИГАНИЕМ УГЛЯ**

В настоящее время в Республике Казахстан на угольных ТЭС в основном используются пылеугольные топки с факельным методом сжигания угля. Данная технология достаточно хорошо отработана на ТЭЦ г. Усть-Каменогорска (ТОО «AES Усть-Каменогорская ТЭЦ» и ТОО «АЭС Согринская ТЭЦ»), которые достигли передовых экологических показателей в Казахстане среди угольных ТЭС. Тем не менее, технические нормативы эмиссий в атмосферу ТЭЦ г. Усть-Каменогорска превышают европейские значения в 2-10 раз. В связи с принятием концепции по переводу национальной экономики на «зеленые» рельсы развития [1], требуется вести поиск более перспективных путей развития отечественной теплоэнергетики.

На ТОО «AES Усть-Каменогорская ТЭЦ» установлены следующие котлоагрегаты высокого давления: четыре котла БКЗ-320-140-Ф каждый производительностью по пару 320 т/ч; один котел ТПЕ-430А (Е-500) паропроизводительностью 500 т/ч. Установленная мощность ТОО «AES Усть-Каменогорская ТЭЦ» составляет: тепловая – 1115,4 МВт/ч, электрическая – 241,5 МВт. Котлы БКЗ 320-140-Ф и ТПЕ-430А имеют следующие конструктивные характеристики: котел однобарабанный, с естественной циркуляцией, П-образной компоновки, сжигание угля – камерное, в пылевидном состоянии. Котлоагрегаты БКЗ-320-140-Ф введены в эксплуатацию в 1953-1970 годы, а ТПЕ-430А (Е-500) - в 1991 г. В котлах осуществляется факельное сжигание углей казахстанских месторождений: Семипалатинского «Каражыра» и Майкубенского. Их расход составляет 1485 тыс. т/год. Очистка дымовых газов на ТЭЦ осуществляется в батарейных эмульгаторах с эффективностью по золе 99,1% и по SO<sub>2</sub> – 15%. Показатели выбросов вредных веществ с дымовыми газами в атмосферу приведены в табл. 1.

Сравнение концентраций выбросов вредных веществ с дымовыми газами от котлоагрегатов предприятия ТОО «AES УК ТЭЦ» с техническими удельными нормативами эмиссий для действующих котельных установок в Республике Казахстан [2] показало, что они их не превышают. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 1

*Выбросы вредных веществ от котлоагрегатов ТОО «АЭС УК ТЭЦ»*

Наименование вещества	Выбросы, т/год
Оксиды азота	4 327,445
Диоксид серы	8 688,724
Оксид углерода	170,669
Пыль золы	2 146,868
Итого по предприятию:	15 333,706

Таблица 2

*Сравнение выбросов вредных веществ на ТОО «АЭС УК ТЭЦ» с техническими нормативами (для действующих котельных установок)*

Загрязняющее вещество	Массовая концентрация вредных веществ в сухих дымовых газах при нормальных условиях и $\alpha = 1,4$			
	Котлы БКЗ-320-140		Котел ТПЕ-430А (Е-500)	
	фактические значения, мг/м <sup>3</sup> (н.у.)	технический регламент, мг/м <sup>3</sup> (н.у.)	фактические значения, мг/м <sup>3</sup> (н.у.)	технический регламент, мг/м <sup>3</sup> (н.у.)
Оксиды азота	504	600 * 680**	744	600* 850**
Диоксид серы	818	2000	780	2000
Пыль золы	283	700-900***	260	600-1200***
Оксид углерода	12	400	0	400
Примечания: * - для бурого угля; ** - для каменного угля; *** - в зависимости от зольности угля				

На ТОО «АЭС Согринская ТЭЦ» в эксплуатации находятся три котла типа БКЗ-160-100Фб. Их основные конструктивные характеристики: котел однобарабанный, с естественной циркуляцией, П-образной компоновки, сжигание топлива камерное, в пылевидном состоянии. Котлы введены в эксплуатацию с 1961 по 1987 годы. Установленная мощность ТОО «АЭС Согринская ТЭЦ» составляет: электрическая – 75 МВт; тепловая – 269,8 МВт/ч. Годовой расход угля составляет 345,8 тыс. т. Величины валовых выбросов вредных веществ в атмосферу от котлоагрегатов предприятия ТОО «АЭС СТЭЦ» представлены в табл. 3.

Таблица 3

*Выбросы вредных веществ от котлоагрегатов ТОО «АЭС СТЭЦ»*

Наименование вещества	Выбросы, т/год
Оксиды азота	815,0
Диоксид серы	1486,923
Оксид углерода	3,496
Пыль золы	418,875
Итого по предприятию:	2724,292

Сравнение концентраций выбросов вредных веществ с дымовыми газами котлоагрегатов предприятия ТОО «АЭС СТЭЦ» с техническими удельными нормативами эмиссий, предусмотренными техническим регламентом для действующих котельных установок, приведено в табл. 4.

Таблица 4

*Сравнение выбросов вредных веществ на ТОО «АЭС СТЭЦ» с техническими нормативами (для реконструируемых котельных установок)*

Загрязняющее вещество	Массовая концентрация вредных веществ в сухих дымовых газах при нормальных условиях и $\alpha = 1,4$	
	фактические значения, мг/м <sup>3</sup> (н.у.)	технический регламент, мг/м <sup>3</sup> (н.у.)
Оксиды азота	471	535
Диоксид серы	859	2500
Пыль золы	242	670-870
Оксид углерода	2	400

Из представленных выше сведений следует, что концентрации загрязняющих веществ в дымовых газах котлов ТОО «АЭС УК ТЭЦ» и ТОО «АЭС СТЭЦ» соответствуют требованиям казахстанского технического регламента для котельных установок ТЭС [2]. Это было достигнуто благодаря планомерному внедрению доступных технологий снижения выбросов загрязняющих веществ. Снижение выбросов в атмосферу оксидов азота на ТЭЦ г. Усть-Каменогорска производится технологическими методами [3]. Была внедрена система подачи угольной пыли высокой концентрации под давлением с увеличением ее концентрации с традиционной 0,3-0,9 кг на кг первичного воздуха до 15-20 кг/кг. Это позволило уменьшить выбросы оксидов азота с 0,6-0,8 до 0,43-0,5 г/м<sup>3</sup> (н.у.). Очистка дымовых газов на ТЭЦ от котлов раньше производилась в скрубберах «Вентури», с эффективностью по золе 98% и по SO<sub>2</sub> – 3,1%. После их замены на батарейные эмульгаторы II поколения эффективность очистки повысилась до 99,1% и 15% соответственно.

В аспекте перехода Республики Казахстан в число 30 наиболее конкурентоспособных стран мира к 2050 году необходимо достичь мировых стандартов по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу от ТЭС. Однако, несмотря на внедрение целого ряда режимных и конструктивных мероприятий на эксплуатируемых котлоагрегатах, достичь данных показателей не представляется возможным, так как они не соответствуют передовым промышленным технологиям, по которым разработаны новые стандарты. Значения предельных концентраций загрязняющих веществ в дымовых газах для угольных котельных установок в соответствии с директивой Евросоюза представлены в табл. 5 [4].

Таблица 5

*Значения предельных концентраций загрязняющих веществ в дымовых газах для котельных установок по Директиве 2010/75/ЕС*

Наименование загрязняющего вещества	Предельная концентрация (мг/м <sup>3</sup> ) при тепловой мощности котельной установки, МВт	
	100-300	> 300
Диоксид серы	250	200
Оксиды азота	200	200
Твердые частицы	25	20

Итак, используемые в г. Усть-Каменогорске пылеугольные котлоагрегаты не оснащены системами серо- и азотоочистки, строительство которых в условиях плотной компоновки ТЭЦ затруднительно, а в ряде случаев невозможно. Строительство новых систем серо- и азотоочистки для выработавших свой ресурс энергоблоков нецелесообразно, и

необходимо заменить их на энергоэффективные и маневренные, сжигающие местные угли с обеспечением экологических характеристик, удовлетворяющих нормативам, без строительства дорогостоящих систем серо- и азотоочистки. Для достижения указанных выше требований в результате поиска экологически чистых технологий сжигания различного качества твердых топлив рекомендуется технология сжигания угля в циркулирующем кипящем слое (ЦКС) при атмосферном давлении. В настоящее время фирма «B&W» («Бабкок и Вилкокс», США) разработала и активно внедряет на рынках США, Бразилии, Индии, Турции и ряда других стран четвертое поколение котлов с кипящим слоем ЦКС «B&W» [5]. Запроектированные Харьковским ЦКБ «Энергопрогресс» (по лицензии компании «B&W») и изготовленные ОАО «Харьковский котельно-механический завод» котлоагрегаты с ЦКС поставляются в страны СНГ.

Испытания по сжиганию угля марки АШ зольностью до 40% на опытно-промышленной установке по технологии ЦКС «B&W» (табл. 6) показали, что ее эффективность в диапазоне нагрузок от 50 до 100% достаточно высокая: потери с механическим недожогом составляют не более 4%, выбросы оксидов азота соответствуют стандартам ЕС, имеется возможность подачи в топку известняка для снижения выбросов диоксида серы.

Таблица 6

*Результаты испытаний на установке ЦКС («Babcock & Wilcox»)*

Параметр	Режим полной нагрузки	
	Испытание 1	Испытание 2
Состав угля, %:		
- влага	3,68	
- летучие	5,38	
- связанный углерод	49,84	
- зола	41,1	
- сера	2,68	
Высшая теплотворная способность, МДж/кг	20,476	
Температура в нижней части топки, °С	879,4	882,8
Избыточный воздух, %	24	38
Соотношение первичного воздуха к общему воздуху, кг/кг	0,308	0,295
Эффективность сжигания углерода, %	96,5	96,1
Эффективность нейтрализации серы известняком, %	88	88
Выбросы, г/м <sup>3</sup> (н.у.):		
- CO	0,26	0,29
- SO <sub>2</sub>	1,0	0,96
- NO <sub>x</sub>	0,34	0,25

Отказ от громоздких металлоемких выносных циклонов, требующих качественного обслуживания при эксплуатации, дает технологии «B&W» значительные преимущества по сравнению с другими технологиями ЦКС по габаритам установки и простоте обслуживания. Наличие в контуре котла двухступенчатой системы очистки твердых частиц в швеллеровом сепараторе и батарейном циклоне обеспечивает высокую эффективность использования твердого топлива. Котлы ЦКС B&W работают при сравнительно высоких плотностях твердых частиц в верхней части топки, по сравнению с некоторыми другими установками ЦКС. Это обеспечивает высокую интенсивность реакции газ – частицы при сжигании, хорошее связывание серы и высокую интенсивность теплопередачи между слоем и поверхностями нагрева топочной камеры.

Уголь и известняк подаются питателями в нижнюю часть топочной камеры (в первичную зону). Количество точек вводов угля и известняка зависят от производительности котла и особенностей используемых топлив. Частицы из батарейного циклона пневмоподачей или по аэрожелобам возвращаются также в нижнюю часть топки. Топочная камера оборудуется установками дренажа слоя через окна в подовом экране с последующим охлаждением частиц.

Котел оборудуется канальными горелками для нагрева воздуха при пусках и надслоевыми горелками, работающими на природном газе или мазуте, которые используются для дальнейшего подогрева слоя и розжига основного топлива. Колпачки, подающие воздух, расположены в поду топки и предназначены для равномерного распределения первичного воздуха. Остальная часть воздуха подается в систему дожигания через специальные сопла с целью обеспечения ступенчатого сжигания. Для защиты труб от эрозии и обеспечения заданной температуры слоя все поверхности нижней части топки футерованы специальным составом. Внутри топочной камеры при необходимости размещаются испарительные и перегревательные панели пароводяного тракта котла.

Одна из основных идей, реализуемых в котлах с ЦКС, состоит в том, что температура кипящего слоя оказывается невысокой – на уровне 820-930 °С. При таких температурах образование термических окислов азота значительно снижается. Заметим, что в факельных пылеугольных топках температура горения достигает 2000 °С, обуславливая интенсивное окисление атмосферного азота [6]. Снижение выбросов в атмосферу оксидов азота (NO<sub>x</sub>) достигается в результате низкотемпературного сжигания топлива, равномерного распределения уровня температур в топочном пространстве и ступенчатой подачи воздуха, что позволяет получить величину концентрации NO<sub>x</sub> в дымовых газах не более 200 мг/м<sup>3</sup> (н.у.).

Добавка в топку вместе с углем дешевого сорбента – известняка при совместном их сжигании с оптимальной температурой 850-870 °С приводит к внутритопочному связыванию оксидов серы (SO<sub>2</sub>) с эффективностью до 95%. Поглощение SO<sub>2</sub> за счет известняка в топке происходит с образованием сульфата кальция, который вместе со шлаком и золой выводится из кипящего слоя в бункер котла.

«Babcock&Wilcox» уже внедрил на ТЭС 27 котлов ЦКС, работающих на каменных и бурых углях, отходах углеобогащения, древесных отходах, коксовых остатках. Успешная эксплуатация котлов ЦКС обуславливается в основном устройством топки ЦКС и технологией сжигания. Большая часть твердых частиц в котлах ЦКС В&W, рециркулирует внутри топки. Только незначительная часть твердых частиц улавливается в батарейном циклоне, расположенном за конвективной шахтой котла, и частично возвращается в нижнюю часть топки. Внутритопочная и внешняя рециркуляция частиц обеспечивают интенсивное их перемешивание, увеличение времени нахождения частиц в топке, более полное сжигание топлива и использование известняка.

Совместно с применением современных высокоэффективных электрофильтров или рукавных фильтров энергоблоки с котлами ЦКС обеспечивают экологические показатели, удовлетворяющие мировым стандартам по выбросам вредных веществ в атмосферу.

Преимущества использования предприятиями котлов ЦКС по технологии «Babcock & Wilcox»:

1. Применение технологии ЦКС на электростанциях и котельных позволит эффективно сжигать с высокой экономичностью широкий выбор твердого топлива с низкими требованиями к его качеству, организовать надежную работу котельного оборудования при достаточно гибкой организации регулирования топочного процесса.

2. Установка швеллеркового сепаратора прямо на выходе из топки обеспечивает наибольшую, по сравнению с другими технологиями, внутритопочную циркуляцию сжигаемого топлива с повышением теплообмена в верхней ее части. При этом степень связывания оксидов серы с вводимым в топку известняком больше, чем при использовании других технологий ЦКС.

3. Обеспечивается надежная работа котла в диапазоне нагрузок 30-100% в виду малых скоростей дымовых газов, не обуславливающих износ швеллеркового сепаратора частицами пыли золы.

4. Котел ВР-ЦКС «B&W» имеет минимальное количество внутренней футеровки за счет применения швеллеркового сепаратора и батарейного циклона для улавливания твердых частиц. Именно это отличие от других технологий ЦКС с выносными горячими и охлаждаемыми циклонами, встроенными циклонами (типа компакт), обеспечивает высокий коэффициент использования поверхностей нагрева котла и наиболее короткое время его пуска и остановки. Например, котел ЦКС ст. № 4 Старобешевской ТЭС (технология Лурги) из холодного состояния пускается в течение 26 часов, а котел ВР-ЦКС «B&W» пускается в течение 10 часов.

5. Двухступенчатая система улавливания пыли позволяет иметь высокую степень улавливания твердых частиц в швеллерковом сепараторе ударного типа и батарейном циклоне без громоздкого и сложного внешнего контура циркуляции твердых частиц. Это обеспечивает снижение нагрузки на электрофильтр или рукавный фильтр и возможность изготавливать их с меньшими габаритами или получить более высокую эффективность очистки дымовых газов от твердых частиц при сохранении размеров.

6. В отличие от других общепризнанных коммерческих технологий ЦКС, котлы ВР-ЦКС «B&W» отличаются наименьшими габаритами, что позволяет выполнить их установку в существующих стационарных ячейках при перевооружении действующих ТЭС.

7. Снижение стоимости строительства технологии ЦКС «B&W» за счет исключения дорогостоящих узлов азото- и сероочистки с обеспечением снижения выбросов окислов азота до  $200 \text{ мг/м}^3$  за счет низкотемпературного сжигания топлива и связывания серы известняком до 90-95% (до  $200 \text{ мг/м}^3$ ).

8. Стоимость проектируемого для Белоцерковской ТЭЦ (Украина) котла ЦКС производительностью 500 т/ч с электрофильтром составляет около 88 млн USD, т.е. 260 USD/кВт. Такая стоимость является весьма приемлемой, т.к. в настоящее время наиболее дешевые котлы с ЦКС производят в Китае с удельными капитальными затратами на все оборудование около 300-350 USD/кВт, в Польше – 420 USD/кВт [7]. Котлы ЦКС производства «B&W» имеют меньшую стоимость в сравнении с альтернативами других компаний (ALSTOM, Foster Wheeler и т.д.) из-за конструктивных особенностей, связанных, в первую очередь, с меньшей металлоемкостью.

Применение котлоагрегатов типа ВР-ЦКС по технологии «B&W» позволяет эффективно использовать различные угли, в том числе рядовые, отходы углеобогащения и биотопливо. Данная технология обеспечивает наиболее высокие показатели по эффективности выгорания топлива, при этом достигаются высокие показатели по связыванию окислов серы в топке и низкое образование оксидов азота. Конструкция котлоагрегата надежна, проста в эксплуатации, требует минимального обслуживания. Для условий Казахстана удельные капитальные затраты в 260-300 USD/кВт являются наиболее привлекательными по сравнению с другими производителями, следовательно, более реализуемы.

## Список литературы

1. Указ Президента Республики Казахстан. Концепция по переходу Республики Казахстан к «Зеленой экономике»; Утв. 30 мая 2013 года, № 577. – Астана, 2013. – 52 с.
2. Постановление Правительства Республики Казахстан с изменениями и дополнениями от 21.07.2010 г. Технический регламент «Требования к эмиссиям в окружающую среду при сжигании различных видов топлива в котельных установках тепловых электрических станций»; Утв. 14 декабря 2007 года, № 1232.
3. Галкин С.В. Современные технологии снижения выбросов оксидов азота на ТЭЦ / С.В. Галкин, Д.А. Асанов // Вестник КАСУ. – 2013. – № 6. – С. 39-45.
4. Директива 2010/75/ЕС «О промышленных выбросах» (о комплексном предупреждении и контроле загрязнений).
5. Технология котлов циркулирующего кипящего слоя по лицензии компании Babcock & Wilcox. – Филиал Харьковского ЦКБ «Энергопрогресс». – Харьков, 2012 // [http://www.niss.gov.ua/public/File/2012\\_table/Pri10\\_25\\_12\\_2012.pdf](http://www.niss.gov.ua/public/File/2012_table/Pri10_25_12_2012.pdf).
6. Трухний А.Д. Основы современной энергетики: в 2-х т. – Т. 1. – Современная теплоэнергетика. – М.: Изд-во МЭИ, 2008. – 470 с.
7. Рябов Г.В. Технология ЦКС имеет хорошую перспективу // [http://www.ng.ru/ng\\_energiya/2007-06-27/13\\_tech.html](http://www.ng.ru/ng_energiya/2007-06-27/13_tech.html).

Получено 15.12.2016

УДК 629.331.083:004.41

**С.Ж. Кабикенов**

Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда

**А.А. Макенов, А.А. Давыдов**

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

**РЕШЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ СРЕДСТВ ОБСЛУЖИВАНИЯ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ**

В целях повышения уровня экономического развития республики необходимо обеспечить интенсивное ускорение общественного производства и эффективную реализацию существующего технического потенциала. При этом особое внимание данная проблема приобретает в условиях значительных капитальных вложений, дефицита трудовых ресурсов и напряженности современной топливно-энергетической ситуации.

Издержки народного хозяйства Республики Казахстан от автомобильного транспорта вдвое превышают суммарные издержки от всех других видов транспорта.

Одним из основных факторов, которые обуславливают высокий уровень технической готовности подвижного состава и эффективности выполнения транспортной работы, является состояние производственно-технической базы транспортных предприятий. Средства обслуживания представляют собой объекты оснащенных технологическим оборудованием рабочих постов транспортных предприятий.

Современный уровень развития автомобильного транспорта республики характеризуется существенным отставанием производственно-технической базы транспортных предприятий от темпов роста парка автотранспортных средств. Например, удельный вес производственно-технической базы в общей стоимости производственных фондов по Республике Казахстан составляет 32%, что ниже нормативных требований. Обеспеченность производственными площадями для технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей составляет 45%. Следует отметить, что износ основных фондов составляет более 65% от их общей стоимости. При этом доля активной части основных фондов (средств механизации) не превышает 8-10%.

Система технического обслуживания и ремонта автомобилей представляет комплексную интегрированную систему взаимосвязанных подсистем, которые отличаются характером и продолжительностью выполняемых работ с целью поддержания подвижного состава в исправном состоянии при минимальных затратах. Недостаточная пропускная способность средств обслуживания и ремонта автомобилей обуславливает большие простои автомобилей, что, в свою очередь, сказывается на эффективности использования подвижного состава автомобильного транспорта. Следовательно, в настоящее время задача оптимизации средств обслуживания и ремонта автомобилей является актуальной задачей. Для ее решения предлагается использовать закономерности систем массового обслуживания и имитационное моделирование.

Для применения имитационного моделирования при проектировании (техническом перевооружении или реконструкции) сервисного предприятия автомобильного транспорта разработана программа «Оптимизация средств обслуживания автомобильного транспорта». Данная программа обеспечивает моделирование работы сервисного предприятия в течение рабочего дня, рассчитывает численные показатели функционирования предприятия (вероятность безотказной работы, среднее число занятых постов обслуживания, средняя длина очереди, среднее время ожидания заявки в очереди, суммарное время обслуживания автомобиля и др.). На основе полученных данных вычисляются экономические показатели функционирования сервисного предприятия в течение года [1-3].

Для разработки программы «Оптимизация средств обслуживания автомобильного транспорта» нами выбран язык программирования Delphi, основу которого составляет язык Object Pascal (объектно-ориентированное расширение стандартного языка Pascal) в силу следующих причин [4]:

1. Delphi обеспечивает визуальное (а, следовательно, и скоростное) построение приложений из программных прототипов.

2. Объектно-ориентированная модель компонент.

3. Система Delphi обладает вполне развитыми возможностями СУБД.

В плане создания приложений различного назначения, в том числе приложений базы данных (БД), возможности Delphi не уступают возможностям специализированных СУБД, а зачастую и превосходят их.

Программирование на языке Delphi позволило нам создать программу с использованием баз данных с возможностью генерации отчетов в виде HTML-страниц, а также подготовить дистрибутив для максимального упрощения установки пользователем и распространения данного продукта.

Для инсталляции программы «Оптимизация средств обслуживания транспортной техники» необходимо запустить файл Setup.exe с диска Optimization, после чего появится окно приветствия и приглашения к установке программы. Далее следует стандартный диалог, который помогает установить программу на компьютер пользователя.

Задачей оптимизации средств обслуживания автомобилей методом статистического моделирования является определение числовых характеристик функционирования сервисного предприятия за один рабочий день. При этом варьируются число постов обслуживания  $n$  и число мест ожидания  $m$ . Параметры  $n$  и  $m$  являются одними из исходных данных, которые используются при решении транспортной задачи.

В качестве исходных данных принимаем, что в сервисное предприятие поступает простейший пуассоновский поток требований с плотностью  $\omega$  (авт./час). Считается, что время обслуживания автомобилей распределено по показательному закону и составляет в среднем  $\bar{t}_{обсл.}$  (час/авт.).

Величины  $\omega$  и  $\bar{t}_{обсл.}$  также задаются или определяются путем обработки статистических данных в реальных условиях эксплуатации.

Продолжительность работы сервисного предприятия в течение рабочего дня  $T_{сум}$  (час) также учитывается в исходных данных решения транспортной задачи.

В качестве исходных данных программы оптимизации средств обслуживания автомобилей используются:

- 1) количество дней работы сервисного предприятия в году;
- 2) стоимость 1 Гкал тепла;
- 3) продолжительность рабочей смены;
- 4) средняя температура внутри помещения;
- 5) тариф за 1 кВт·ч электроэнергии;
- 6) часовая тарифная ставка ремонтного рабочего;
- 7) среднее количество рабочих;
- 8) годовой фонд рабочего времени;
- 9) стоимость строительства 1 м<sup>3</sup> одноэтажного здания;
- 10) высота помещения сервисного предприятия;
- 11) площадь, занимаемая транспортом в плане;
- 12) коэффициент плотности расстановки постов;
- 13) стоимость 1 часа простоя транспорта в очереди;
- 14) стоимость 1 часа обслуживания транспорта в сервисном предприятии;
- 15) смета затрат на приобретение и монтаж технологического оборудования сервисного предприятия.

Все исходные данные заносятся в поля главной формы программы (рис. 1). После этого в меню «Смета» необходимо выбрать пункт «Открыть». При этом открывается база данных технологического оборудования сервисного предприятия (рис. 2), в окне которой при необходимости можно отредактировать, добавить или удалить необходимые наименования и количество оборудования [3, 5]. Все вышеперечисленные операции можно выполнить с помощью навигатора, который расположен в нижней части окна.

При заполнении базы данных необходимо обратить внимание на поля «Монтируемое» и «Коэффициент использования». Если оборудование является монтируемым и требует дополнительных затрат на его монтаж, то во всплывающем меню поля «Монтируемое» необходимо выбрать пункт «Да», иначе - «Нет». Поле «Коэффициент использования» необходимо для расчета потребного количества оборудования одной номенклатуры. Например, если коэффициент использования технологического оборудования равен 1, то данное оборудование используется на каждом посту и его потребное количество равно количеству постов предприятия, если 0,5, то необходимо обеспечить наличие одного экземпляра технологического оборудования на 2 поста и т.д. Для выбора технологического оборудования для использования его при проектировании, реконструкции или техническом перевооружении сервисного предприятия необходимо во всплывающем меню поля «Используется» выбрать «Да». По умолчанию выбирается значение «Нет».

Для базы данных технологического оборудования имеется возможность генерации двух видов отчета: 1) по всей базе данных технологического оборудования; 2) по оборудованию, которое используется в проектируемом (реконструируемом) сервисном предприятии.

После выполнения необходимых операций с базой данных и выбора оборудования, которое будет использоваться в сервисном предприятии, необходимо нажать на кнопку «Завершить». Окно сметы будет закрыто, и все изменения будут сохранены в базе данных.

После занесения всех исходных данных в соответствующие поля и редактирования сметы затрат на приобретение и монтаж оборудования необходимо в меню «Файл» выбрать пункт «Создать массивы» либо нажать на кнопку «Создать» на главной форме программы.

При этом с помощью генератора случайных чисел будет создан «статистический материал» в виде массивов времени поступления заявок на обслуживание и времени обслуживания каждой заявки в сервисном предприятии. Статистический материал будет зависеть только от плотности поступления заявок  $\omega$  и среднего времени обслуживания  $\bar{t}_{обсл.}$ . На главной форме будет отражено количество заявок, поступивших в систему в течение рабочего дня. После того, как статистический материал будет создан, необходимо в меню «Файл» выбрать пункт «Рассчитать» либо нажать на кнопку «Рассчитать» на главной форме программы. После чего будут рассчитаны и занесены в базу данных все численные показатели функционирования сервисного предприятия.

В процессе выполнения процедуры, обрабатывающей действие пользователя «Выбор пункта «Рассчитать» меню «Файл» или нажатие на кнопку «Рассчитать», создается 5 массивов данных.

*Массив 1.* Количество элементов массива равно количеству заявок, поступающих на сервисное предприятие в течение рабочего дня. Элементы массива имеют логический тип, учитывают нахождение заявки в процессе обработки и принимают значение True, если заявка принимается системой и начинает обслуживаться.

*Массив 2.* Количество элементов массива равно количеству заявок, поступающих на сервисное предприятие в течение рабочего дня. Элементы массива имеют логический тип, учитывают отказ заявок в обслуживании и принимают значение True, если заявка получает отказ.

*Массив 3.* Количество элементов массива равно сумме количества постов обслуживания и мест ожидания в сервисное предприятие. Элементы массива имеют логический тип, учитывают нахождение системы в определенном состоянии.

*Массив 4.* Количество элементов массива равно сумме количества постов обслуживания и мест ожидания в сервисное предприятие. Элементы массива имеют вещественный тип. В элементах массива ведется подсчет времени нахождения системы в каждом состоянии.

*Массив 5.* Количество элементов массива равно количеству заявок, поступающих на сервисное предприятие в течение рабочего дня. Элементы массива имеют вещественный вид. В элементах массива ведется подсчет времени обслуживания каждой заявки.

После создания массивов происходит присвоение переменным целочисленного и вещественного типов значений свойства Text соответствующих однострочных редакторов Edit.

Далее запускается цикл, который имитирует посекундное функционирование сервисного предприятия. При этом переменная  $t$  меняет свое значение от 0 до  $T_{сум}$  (в секундах). При совпадении значений элемента массива  $arrPоток$  со значением переменной  $t$  запускается процедура  $Pрием$ , имитирующая прием заявки на обслуживание. При этом в зависимости от состояния системы происходит: прием заявки на обслуживание, постановка заявки в очередь, отказ заявке в обслуживании.

При этом соответствующие элементы 5 вышеперечисленных массивов принимают соответствующие значения, а также происходит подсчет количества отказов.

**Оптимизация средств обслуживания автомобильного транспорта**  
 файл Счета Результаты Помощь

---

Исходные данные статистического моделирования

Число постов обслуживания, n  Плотность поступления требований в систему, авт/час

Число мест ожидания, m  Среднее время обслуживания автомобилей, час/авт

Продолжительность работы мастерской в течение рабочего дня, час

---

Исходные данные оптимизации экономическим методом

Количество дней работы мастерской в году, дней  Создать массивы времени поступления заявок в систему и их выполнения

Стоимость 1 кВт.ч, тенге  Количество заявок, поступивших в систему в течение рабочего дня

Продолжительность рабочей смены, час  Продолжительность обслуживания в системе в течение рабочего дня

Средняя температура внутри помещения, С

Тариф за 1 кВт.ч электроэнергии

Часовая тарифная ставка рабочего, тенге/час

I разряда

II разряда

III разряда

Среднее количество рабочих

I разряда

II разряда

III разряда

Годовой фонд рабочего времени, час

Стоимость строительства 1 м3 одноэтажного здания, тенге

Высота помещения мастерской, м

Площадь, занимаемая автомобилем в плане, м2

Коэффициент плотности расстановки постов (6-7 при одностороннем расположении постов, 4-5 при двухстороннем расположении постов)

Стоимость 1 часа простоя автомобиля в очереди, тенге

---

Генерация случайных чисел

Создать массивы времени поступления заявок в систему и их выполнения

Количество заявок, поступивших в систему в течение рабочего дня

---

Результаты расчета

n	m	N заявок	P отказа	M[K]	M[S]	t ожидания	t суммарное	\$ цдельные
1	4	63	0,7619	0,994	3,2222	4,703	9,203	10371
2	4	63	0,7619	1,8818	3,0358	5,371	9,871	11283
3	4	63	0,5873	2,8482	2,25	2,81	7,31	5534
4	4	63	0,1587	3,6998	1,6669	1,469	5,969	1870
5	4	63	0,1429	4,6988	1,6512	1,612	6,112	2086
6	4	63	0,1746	5,5309	1,5788	1,653	6,153	2481
7	4	63	0,1587	6,232	1,481	1,74	6,24	2709
8	4	63	0,1111	6,8306	1,127	1,424	5,924	2694
9	4	63	0,3492	7,4494	1,4888	2,283	6,783	4748
1	4	69	0,8261	0,9912	3,8478	6,893	11,393	17930
2	4	69	0,3333	1,9809	2,9161	1,81	6,31	2342
3	4	69	0,2609	2,9579	2,6608	1,805	6,305	2239
4	4	69	0,4928	3,89	2,795	3,059	7,559	4938
5	4	69	0,3043	4,9167	2,6229	2,461	6,961	3275
6	4	69	0,2899	5,6501	2,0555	2,254	6,754	3364
7	4	69	0,2029	6,4191	1,7926	1,983	6,483	3052
1	4	67	0,5224	0,998	3,3646	2,317	6,817	3833
2	4	67	0,4925	1,9686	3,271	2,605	7,105	3888

Рисунок 1 - Основная форма программы «Оптимизация средств обслуживания автомобильного транспорта»

Используется		Наименование оборудования		Длина, мм	Ширина, мм	Мощность, кВт	Монтируемое	К. использ.	Цена
			Моечное оборудование						
			Моечное оборудование						
Да	Да	Установка для мойки деталей, модель 196M		600	500	1,5	Да	0,1	1020000
Да	Да	Установка для мойки мелких деталей, модель M-312M		500	450	1	Нет	0,5	302500
Нет	Нет	Установка для мойки двигателей автомобилей (с подогревом воды), модель M-203		450	450	1,5	Да	0,1	112500
Нет	Нет	Установка для мойки авто-агрегатов, модель M-216		700	500	2,2	Нет	0,1	2260000
			Маслосменное оборудование						
Да	Да	Фильтрционный модуль (маслоработодитель), модель ФМ		550	650	1,5	Да	0,5	57500
Да	Да	Установка маслораздаточная без счетчика, модель С-227		350	330	1,5	Да	0,5	76500
Нет	Нет	Колодка маслораздаточная с дистанц. управлением с погружной насосной установкой		400	350	1,5	Да	0,2	556500
Да	Да	Нагнетатель смазки с электроприводом (бак 40 л), С-231M		380	300	1,5	Да	0,5	164250
Нет	Нет	Нагнетатель смазки многоступенчатой с электроприводом, модель С-104M		450	400	2,2	Да	0,1	281250
Да	Да	Приемник (воронка) телескопический для обработки масел, модель С-507		1600	100		Да	1	8500
			Компрессоры и подготовка воздуха						
Да	Да	Компрессор пр-ть 0,26 м3/мин, давл 10 атм, рес. 0,05 м3, 1,5 кет, 220 в, модель АВ-50/246		550	350	1,5	Нет	0,5	63750
Нет	Нет	Компрессор пр-ть 0,24 м3/мин, давл 10 атм, рес. 0,1 м3, 1,5 кет, 220 в, модель АВ-100/245		550	400	1,5	Нет	0,2	69500
Нет	Нет	Компрессор пр-ть 0,33 м3/мин, давл 10 атм, рес. 0,05 м3, 2,2 кет, 380 в, модель АВ-50		600	400	2,2	Нет	0,2	80500
Нет	Нет	Компрессор пр-ть 0,51 м3/мин, давл 10 атм, рес. 0,05 м3, 3 кет, 380 в, модель АВ-50/51		650	400	3	Нет	0,2	94500
Нет	Нет	Компрессор пр-ть 0,55 м3/мин, давл 10 атм, рес. 0,2 м3, 4 кет, 380 в, модель АВ-200/4		650	420	4	Нет	0,2	155000
			Подъемно-транспортное оборудование						
Нет	Нет	Подъемник эл.мех, передвиж./г/п 1,0 тн, 220в, модель ПП-1		1300	1650	1,5	Нет	1	146500
Нет	Нет	Подъемник эл.мех, передвиж, г/п 1,0 тн, 380в, модель ПП-1-01		1300	1650	1,5	Нет	1	118500
Нет	Нет	Подъемник гидр.мех с ручным приводом канальный г/п 3,0 тн, модель ПНК-1		2200	1650		Да	1	146500
Нет	Нет	Подъемник гидравлич. с ручн. приводом канавн, г/п 3,0 тн, раздв 930-1250 мм, модель		1250	930		Да	1	166250
Нет	Нет	Подъемник эл.мех.мех.кый движт г/п 3,3 тн h=1,88 м, модель ПР-3		1500	1250	2,2	Да	1	328500
Нет	Нет	Подъемник эл.мех.кый движт г/п 3,3 тн, h=1,9м (двухмоторный), модель ППД-3		1500	1250	2,2	Да	1	328500
Нет	Нет	Подставка тел.кая для подъемника П-97 (2 тн) (комплект 4 шт), модель ПТ-334		300	300		Нет	1	76700
Нет	Нет	Подъемник эл.мех.кый движт г/п 3,3 тн(с напол.рамой) h=1,86 м, модель ПР-3-01		1500	1250	2,2	Да	1	346000
Да	Да	Подъемник эл.мех.кый движт г/п 3,3 тн(подкатной) h=1,8м, модель ПП-3		1500	1250	2,2	Нет	1	441750
Да	Да	Домкрат подкатной гидр. г/п 2,0тн, высота подъема 480 мм, модель ПГД-2		1200	430		Нет	0,7	40000
Нет	Нет	Стойка гидр для монтажа и демонтажа агрегатов г/п 300 кг, модель СТ-1		450	300		Нет	0,7	58200
Да	Да	Кран подвесной ГОСТ 7890-73, грузоподъемность 2 т				2,2	Да	0,7	138000
Нет	Нет	Домкрат гидравлический г/п 5,0тн, модель ДГ-12-5		2000	280		Нет	0,7	15000
			Шинномонтаж/балансировка						

Рисунок 2 - База данных технологического оборудования сервисного предприятия

Вне зависимости от совпадения значений элементов массива  $arrPotok$  со значением переменной  $t$  запускается процедура *Proverka*, которая проверяет завершение обслуживания заявки и, в случае возникновения данного события, выполняет следующие действия: вывод заявки из системы; нахождения заявки, стоящей в очереди на обслуживание; постановки заявки на обслуживание.

После завершения цикла в процедуре происходит расчет всех числовых характеристик функционирования сервисного предприятия в течение рабочего дня.

Далее вызывается процедура *Smeta*, которая выполняет расчет затрат на приобретение и монтаж оборудования, а также подсчитывает суммарную мощность (кВт) оборудования, питающегося от электрической сети.

После завершения процедуры *Smeta* выполняется расчет экономических показателей функционирования сервисного предприятия в течение года и занесение их в базу данных результатов расчета.

В данной программе для доступа к базам данных нами использован механизм BDE (Borland Database Engine - процессор баз данных фирмы Borland), предоставляющий развитый интерфейс API для взаимодействия с базами данных. BDE представляет собой совокупность динамических библиотек и драйверов, которые обеспечивают доступ к данным. Процессор BDE устанавливается на компьютер при общей установке программы «Оптимизация средств обслуживания автомобильного транспорта».

Приложение через BDE передает запрос к базе данных, а обратно получает необходимые данные. В качестве таблиц баз данных были использованы таблицы Paradox 7, так как они являются достаточно развитыми и удобными для создания БД. Можно отметить следующие их достоинства: большое количество типов полей для представления данных различных типов; поддержка целостности данных; организация проверки вводимых данных; поддержка парольной защиты таблицы.

Необходимо отметить интуитивно-понятный интерфейс программы и высокую точность расчетов и имитации работы сервисного предприятия.

В дальнейшем программа может быть усовершенствована путем добавления в программный код новых процедур для учета факторов, не принятых во внимание ранее и влияющих на работу сервисного предприятия и, соответственно, на конечные результаты.

Разработанное программное обеспечение позволяет существенно сократить время решения актуальной транспортной задачи.

#### Список литературы

1. Ибатов М.К. Эксплуатация автомобилей / М.К. Ибатов, С.Ж. Кабикенов, А.А. Несветеев: Учеб. пособие. - Астана: Фолиант, 2010. - 336 с.
2. Лукин В.П. Анализ факторов, влияющих на пропускную способность постов технического обслуживания и текущего ремонта / В.П. Лукин, С.Р. Назриев: Учеб. пособие / МАДИ. - М., 1988. - 55 с.
3. Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей: Учеб. для вузов / Е.С. Кузнецов, В.П. Воронов, А.П. Болдин и др.; Под ред. Е.С. Кузнецова. - 3-е изд. - М.: Транспорт, 1991. - 413 с.
4. Хавьер Пашеку. Программирование в Borland Delphi 2006 для профессионалов. Delphi for .NET Developer's Guide. - М: Вильямс, 2006. - 944 с.
5. Технологическое оборудование для технического обслуживания и ремонта легковых автомобилей: Справ. - М.: Транспорт, 1988. - 176 с.

Получено 8.11.2016

---

---

УДК 621.01; 539.3; 539.62

### К.З. Сартаев

Екибастузский инженерно-технический институт им. К.И. Сатпаева, г. Екибастуз

### С.Ж. Карипбаев, Е.Л. Нуспеков

Академия гражданской авиации, г. Алматы

### К.К. Толубаева

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

### Г.Ш. Сартаева

Академия гражданской авиации, г. Алматы

#### КВАЗИСТАТИЧЕСКОЕ НДС ОДНОСЕКЦИОННОГО ПЛОСКО-РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА

В настоящее время в промышленности находят применение в основном плоские рычажные механизмы II и III классов по классификации Ассура-Артоболевского, состоящие из различного числа звеньев с вращательными и поступательными кинематическими парами и предназначенные преобразовывать движение одного звена в плоское или пространственное движение других звеньев, выполняющих определенные функции. Благодаря наличию в рычажных механизмах только низших пар, они могут передавать значительные усилия при высоком коэффициенте полезного действия.

Плоские рычажные механизмы, благодаря своим структурным особенностям, обладают широкими динамическими возможностями. В работе [1] исследуется кинематика, а аналитические методы анализа положений, скоростей и ускорений, а также кинетостатический анализ плоских рычажных механизмов, представляющих собой многоконтурные кинематические цепи со многими степенями свободы, представлены в работе [2]. В данной работе исследуется квазистатика плоско-рычажного механизма III класса с многофункциональной возможностью.

*Цель исследования.* Аналитическое и численное исследование, а также анализ квазистатики плоско-рычажного механизма с одной степенью свободы и шарнирным, поступательным соединением звеньев.

*Исходные данные.* Задано вращение звена OA (рис. 1) с постоянной угловой скоростью  $\omega_1 z = \pi / (2\tau)$ , где  $\tau$  – время оборота этого звена. Заданы также внешние силы  $G, G_1, P$ , где  $P = P_0 \sin(\omega_1 z t)$  – переменная сила, приложенная в точке C. Колесо б движется по горизонтальной прямой без скольжения, и к его центру C шарнирно прикреплен шатун LC.

*Примечание:*

- все звенья (1, ..., 7) считать невесомыми;
- трением в шарнирах и точках контакта тел можно пренебречь;
- переменные вводятся с шагом по времени  $\Delta t$ ;
- $\tau = 0,24$  с;  $\omega_1 z = 6,54$  с<sup>-1</sup>;  $\Delta t = 0,016$  с;  $G = 2$  кН;  $G_1 = 1$  кН;  $P = 2 \sin(\omega_1 z t)$  кН;
- $R_1 = 0,21$  м;  $R_2 = 1,21$  м;  $R_3 = BD = 0,91$  м;  $R_4' = BE = 2ED = 0,81$  м;  $R_5'' = ED = 0,405$  м;
- $R_4 = 0,71$  м;  $R_5 = 0,35$  м;  $R_6 = 1,2R_1 = 0,25$  м;  $R_7 = 1,01$  м;
- $\varphi_1(0) = 0$  рад;  $\varphi_2(0) = 2,47$  рад;  $\varphi_3'(0) = 0,92$  рад;  $\varphi_4''(0) = 5,7$  рад;
- $\varphi_5(0) = 0,46$  рад;  $\varphi_6'(0) = 3,6$  рад;  $\varphi_7(0) = 5,62$  рад;  $\varphi_8(0) = 0,56$  рад. (1)
- здесь  $R_i$  – длины i-го звена ( $i = 1, \dots, 7$ ). Под длиной звена для колеса понимается его радиус  $R_6$ ;  $\varphi_i(0)$  – начальные углы поворота звеньев.

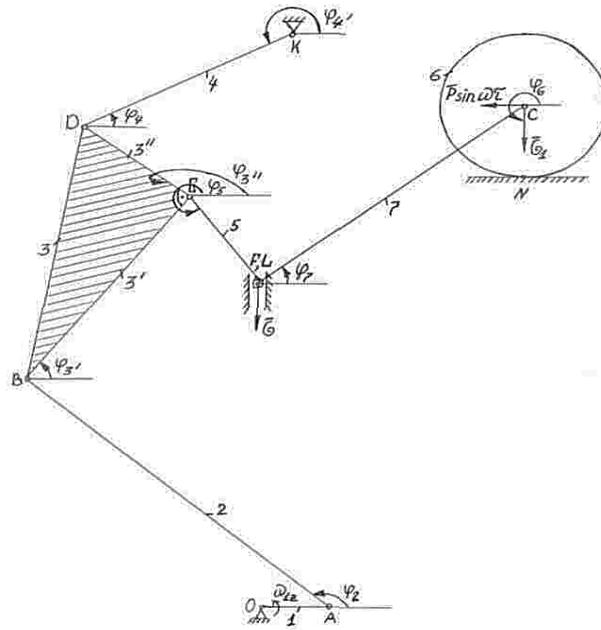


Рисунок 1 - Плоско-рычажной механизм с одной степенью свободы

Силовой расчет механизма с применением ЭВМ. Существует несколько равновесных положений плоско-рычажного механизма в плоскости при действии на них произвольной плоской системы сил (рис. 2).

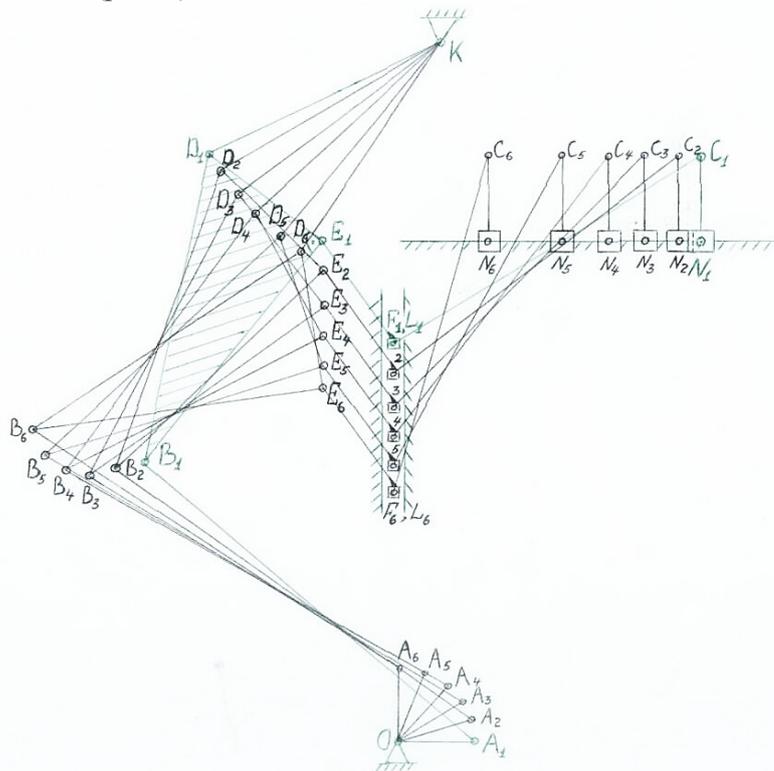


Рисунок 2 – Квазистатические положения плоско-рычажного механизма

Составим уравнение квазистатики, проведем силовой расчет плоско-рычажного механизма, находящегося в равновесии под действием заданных сил и наложенных связей. Определим реакции опор в кинематических парах для каждого малого момента времени при полном цикле движения ведущего звена. По полученным размерам и по исходным данным мы можем определить положения для любого момента времени и построить траекторию любой точки механизма (рис. 2).

Освободим систему от связей и обозначим реакции (рис. 3). Выберем оси неподвижной декартовой системы координат  $OXY$ . Составим уравнения равновесия произвольной плоской системы сил для каждого тела по первой форме и решим полученные уравнения относительно неизвестных. Их всего 18:

$$(\vec{X}_O, \vec{Y}_O, \vec{X}_A, \vec{Y}_A, \vec{X}_B, \vec{Y}_B, \vec{X}_D, \vec{Y}_D, \vec{X}_E, \vec{Y}_E, \vec{X}_F, \vec{Y}_F, \vec{X}_K, \vec{Y}_K, \vec{X}_C, \vec{Y}_C, \vec{R}, \vec{R}_K).$$

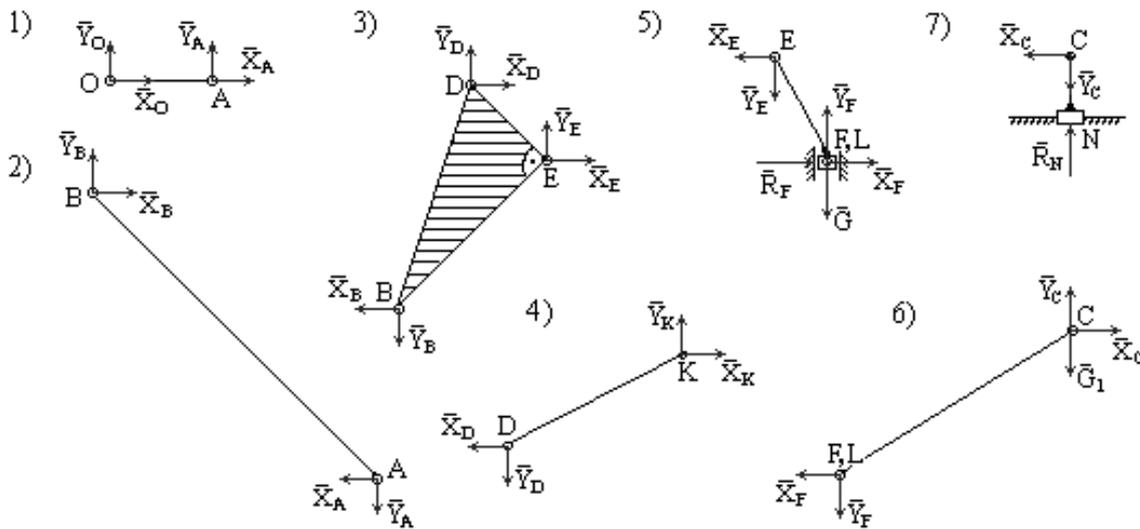


Рисунок 3 – Реакции в кинематических парах плоско-рычажного механизма

Решая совместно системы линейных алгебраических уравнений (3.1)-(3.7), определим неизвестные реакции в кинематических парах. Для этого полученная система линейных алгебраических уравнений приводится к стандартной матричной форме:

$$AX=B, \quad (2)$$

где  $A$  - матрица коэффициентов;  $X$ ,  $B$  - матрицы-столбцы неизвестных и свободных членов. Матрица  $A$  (в программе одномерный массив  $A$ ) и столбец  $B$  (одномерный массив  $B$ ) содержат не только константы, но и переменные коэффициенты, зависящие от времени. Разработана программа вычисления реакции в кинематических парах шагом по времени для полного цикла движения ведущего звена.

*Силовой анализ.* Силовой анализ плоско-рычажного механизма заключается в проведении квазистатического расчета, т.е. определении реакции в кинематических парах для каждого равновесного состояния при каждом шаге по времени. Решение системы линейных алгебраических уравнений находится методом Гаусса [3]. Внешними силами являются сосредоточенные силы  $\vec{G}, \vec{G}_1, \vec{F}$  в точках  $F$  и  $L, C, N$ . Причем силы  $\vec{G}, \vec{G}_1$  являются постоянными, а  $\vec{F}$  - переменной, зависящей от времени.

Анализ решения показывает, что внешние силы почти не оказывают влияние на кинематические пары  $O, A, B$ . Самые большие реакции появляются в парах  $D, E, K$  и они равны между собой

$$R_{D\max} = R_{E\max} = R_{K\max} = 3 \text{ кН} . \quad (3)$$

Максимальные полные реакции в кинематических парах  $A$  и  $C$  таковы:

$$K_{F\max} = 0,75, R_{C\max} = 1,0 \text{ кН} . \quad (4)$$

Величины составляющих, а также полных реакций приведены на рис. 4.

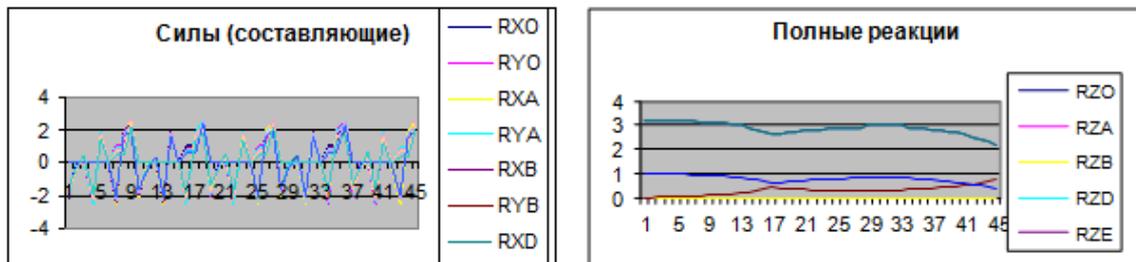


Рисунок 4 - Составляющие полные реакции в кинематических парах плоско-рычажного механизма

Основные соотношения квазистатического напряженно-деформированного состояния плоско-рычажного механизма с деформируемыми звеньями. Под действием внешних усилий каждая точка звеньев плоско-рычажного механизма деформируется. В каждой произвольной точке поперечного сечения плоского расчетного стержневого элемента появляются три составляющих перемещения: две составляющие линейного перемещения  $u_\xi, v_\eta$  в направлении главных локальных осей  $O_1\xi, O_1\eta$  системы координат  $O_1\xi\eta$  и одна составляющая угла поворота  $\varphi_\xi$  соответствующего сечения вокруг одной оси.

МКЭ дает возможность строить разрешающую систему уравнений на основе рассмотрения каждого отдельного конечного элемента [3-5]:

$$[K]\{U\} = \{F\}, \quad (5)$$

где  $[K] = [K_{rs}]$ ,  $(r, s = 1, 2, \dots, 6N)$  - квадратная матрица порядка  $6N \times 6N$ , называется матрицей жесткости системы;  $\{U\}^T$  - вектор перемещений в глобальной системе координат (ГСК);  $\{F\}$  - вектор внешних сил.

Для определения узловых перемещений получаем систему линейных уравнений, для решения которой могут быть применены различные методы. Решением системы определяются узловые перемещения плоско-рычажного механизма в ГСК и далее по найденному вектору перемещения определяются напряжения и деформации в любой точке любого элемента в локальной системе координат (ЛСК). В настоящее время разработаны эффективные методы решения систем линейных уравнений, например итерационные методы - Якоби, Гаусса-Зейделя [3, 5] и др.

В методе Якоби итерационный процесс реализует формулы [5]:

$$K_{ii}U_i^{(n+1)} = \sum_{\substack{r=1 \\ r \neq i}}^N K_{ir}U_r^{(n)} + F_i, \quad i = 1, \dots, N. \quad (6)$$

Если в формуле (6) для метода Якоби считать элемент  $K_{ir}$  блоком матрицы жесткости, то тем самым будет определен блочный метод Якоби.

Полезной модификацией метода Якоби, позволяющей увеличить скорость сходимости, является итерационный метод Гаусса-Зейделя, суть которого заключается в нижеследующем [5]:

-  $n$ -е уравнение системы  $N$  уравнений может быть записано в виде

$$\sum_{i=1}^{n-1} K_{ni} U_i + K_{nn} U_n + \sum_{i=n+1}^N K_{ni} U_i = F_n; \quad (7)$$

- из этого уравнения можно найти

$$U_n = K_{nn}^{-1} \left\{ F_n - \sum_{i=1}^{n-1} K_{ni} U_i - \sum_{i=n+1}^N K_{ni} U_i \right\}; \quad (8)$$

- если процесс итераций таков, что в правой части используются последние приближения  $\delta_i$ , то для  $m$ -й итерации имеем

$$U_n^m = K_{nn}^{-1} \left\{ F_n - \sum_{i=1}^{n-1} K_{ni} U_i^m - \sum_{i=n+1}^N K_{ni} U_i^{m-1} \right\}. \quad (9)$$

Итерационный процесс Гаусса-Зейделя начинается с некоторого начального приближения. Основная идея модификации состоит в том, чтобы при вычислении очередного  $m$ -го приближения к неизвестному  $U_n^m$  при  $n > 1$  использовать уже найденные  $m$ -е приближения к неизвестным  $U_1^m, \dots, U_{n-1}^m$ , а не  $(m-1)$ -е приближения, как в методе Якоби. За счет этого достигается ускорение итерационного процесса. Итерационный метод Гаусса-Зейделя легко программируется.

Для описания конечно-элементной модели плоско-рычажного механизма (рис. 1) разбиваем их на естественные прямолинейные стержневые элементы, соединенные в узлах. Узлы плоско-рычажного механизма имеют нумерацию в ГСК, которая служит для их идентификации в перечне узлов. Элементы имеют свои номера – начальный и конечный, с помощью которых в свою очередь производится их идентификация.

Силами и моментами трения в кинематических парах пренебрегают. Каждому элементу плоско-рычажного механизма присваивается набор упругих постоянных материала, характеризующих их физические свойства: модуль упругости, коэффициент Пуассона, плотность материала.

Считаем, что звенья плоско-рычажного механизма изготовлены из стальных стержней с поперечным сечением. Заданы форма и размеры поперечного сечения. Размерами и конструкцией узлов пренебрегают.

Плоско-рычажный механизм состоит из различных кинематических пар. Элементы и узлы нумеруются. Координаты  $X, Y, Z$  узлов расчетной модели определены в ГСК, жестко соединенной неподвижным звеном.

После определения искомым узловых перемещений в ГСК через них можно найти перемещения  $(u_\xi, v_\eta, \varphi_\zeta)$  в любой точке элементов.

Далее, по найденному вектору узлового перемещения для пространственного призматического стержня плоско-рычажного механизма в любом сечении определяются внутренние силовые факторы и напряжения в ЛСК.

Все полученные выше формулы систематизированы в последовательный алгоритм. По этому алгоритму реализована программа для исследования квазистатического НДС для упругого плоско-рычажного механизма. Моделирование проводится на компьютерах, программа для исследования НДС упруго-деформируемого плоско-рычажного механизма реализована на профессиональной версии языка Fortran 90 MP с математической библиотекой IMSL фирмы Visual Numerics, Inc на персональных компьютерах серии IBM PC.

*Краткие выводы.* Получена линейная система линейных алгебраических уравнений равновесия плоско-рычажного механизма с учетом внешних постоянных и переменных по времени сосредоточенных сил, приложенных в кинематических парах, в матричной форме. Проводится силовой расчет механизма, численно определены неизвестные реакции в кинематических парах для каждого шага по времени при полном обороте ведущего звена. Основные алгоритмы доведены до программной реализации на языке высокого уровня, основные результаты приведены в виде числовых данных и графиков. Проведен квазистатический анализ механизма для любого момента времени и определены наиболее и наименее нагруженные кинематические пары исследуемого механизма.

Разработаны механико-математическая модель, алгоритмические и программные основы исследования квазистатического НДС упругого плоско-рычажного механизма с помощью МКЭ. Использование разработанных программных средств позволяет выявить наиболее нагруженные звенья, наихудшие положения плоско-рычажного механизма в плоскости, новые эффекты в закономерностях распределения напряжений, перемещений, усилий.

#### Список литературы

1. Джолдасбеков У.А. Аналитическая кинематика плоских рычажных механизмов высоких классов / У.А. Джолдасбеков, Ж.Ж. Байгунчев. – Алма-Ата, 1980. – 102 с.
2. Джолдасбеков У.А. Аналитическая кинематика и динамика плоских рычажных механизмов высоких классов с вращательными и поступательными кинематическими парами / У.А. Джолдасбеков, Ж.Ж. Байгунчев. – Алматы: Гылым, 1993. – 152 с.
3. Атапов В.П. Метод конечных элементов в статике, динамике и устойчивости пространственных тонкостенных подкрепленных конструкций. – АСВ, 2000. – 152 с.
4. Масанов Ж.К. Анализ сил и колебаний конструкций механизмов высоких классов пространственной топологии / Ж.К. Масанов, Е.С. Темирбеков, Е.А. Биртанов. – Деп. в КазГосИНТИ. – №6871-КА96. – Деп. от 12.04.96 г. – 254 с.
5. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир, 1975. – 541 с.
6. Шаньгин В.Ф. Программирование на языке ПАСКАЛЬ / В.Ф. Шаньгин, Л.М. Поддубная. – М.: Высшая школа, 1991.
7. Сборник научных программ на ФОРТРАНе. Матричная алгебра и линейная алгебра. – М., 1974. – Вып. 2.

Получено 15.12.2016

---

УДК 621.01; 539.3; 539.62

### **К.З. Сартаев**

Екибастузский инженерно-технический институт им. К.И. Сатпаева, г. Екибастуз

### **С.Ж. Карипбаев, Е.Л. Нуспеков**

Академия гражданской авиации, г. Алматы

### **К.К. Толубаева**

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

### **Ж.М. Мырзагельдиева**

Алматинский технологический университет, г. Алматы

#### УПРУГАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ОДНОСЕКЦИОННОГО МЕХАНИЗМА

При исследовании механизмов актуальность приобретают проблемы их напряженно-деформированного состояния (НДС) и устойчивости [1-4]. Поэтому проведение расчета и полной оценки квазистатического НДС, устойчивости механизмов с упругими звеньями на основе их конечно-элементной модели требует дальнейшего исследования.

Конечные элементы механизмов объединены в одну глобальную систему координат (ГСК), удовлетворяя условиям равновесия для всех узлов [4-6]:

$$[K]\{U\} = \{F\}, \quad (1)$$

где  $[K] = [K_{rs}]$ ,  $(r, s = 1, 2, \dots, 6n)$  - матрица жесткости системы (МЖС) порядка  $6n \times 6n$ ,  $n$  - общее количество узлов,  $\{U\}^T = (u_1, v_1, w_1, \varphi_{x1}, \varphi_{y1}, \varphi_{z1}, \dots, u_n, v_n, \dots, \varphi_{zn})$  - вектор перемещений в ГСК,  $\{F\}^T = (F_{x1}, F_{y1}, F_{z1}, \dots, F_{xn}, F_{yn}, F_{zn})$  - вектор внешних узловых сил.

Неизвестные  $\{U\}$  в уравнении (1) определяются наиболее эффективным и широко используемым итерационным методом для решения СЛАУ - методом Гаусса-Зейделя последовательной верхней релаксации (SQR-метод) [4-6].

После определения из уравнения (1) узловых перемещений в ГСК через них можно найти перемещения, внутренние силовые факторы и напряжения в любой точке элементов механизмов в локальной системе координат (ЛСК).

При выпучивании интенсивность внутренних продольных усилий считается в  $\lambda$  раз больше интенсивности внешних сил, действующих на ППМ [4-6]:

$$([K] + \lambda[C])\{U\} = \{F_{\Delta F}\} + \{F_{\Delta p}\}. \quad (2)$$

Здесь  $[C]$  - матрица устойчивости системы,  $\{F_{\Delta F}\}$ ,  $\{F_{\Delta p}\}$  - консервативные объемные и поверхностные узловые нагрузки.

Наименьшее значение  $\lambda$ , при котором система (2) имеет нетривиальное решение, является критическим параметром для заданных внешних нагрузок.

Система (2) приведена к стандартной задаче нахождения собственных значений и собственных векторов в виде

$$[H]\{U\} = \lambda\{U\}, \quad (3)$$

где  $[H] = [C]^{-1}[K]$ ;  $\{U\}$  - нормированные собственные векторы.

Для определения узловых перемещений от действия найденных критических сил могут быть применены различные методы решения. Решением системы (1) определяются узловые перемещения механизмов в ГСК и далее по найденному вектору перемещения определяются напряжения и деформации в любой точке любого элемента в ЛСК. В настоящее время разработаны эффективные методы решения систем линейных уравнений, например итерационные методы - Якоби, Гаусса-Зейделя [4-6] и др.

В методе Якоби итерационный процесс реализует следующие формулы [5]:

$$K_{ii}U_i^{(n+1)} = \sum_{\substack{r=1 \\ r \neq i}}^N K_{ir}U_r^{(n)} + F_i, \quad i = 1, \dots, N. \quad (4)$$

Если в формуле (4) для метода Якоби считать элемент  $K_{ir}$  блоком матрицы жесткости, то тем самым будет определен блочный метод Якоби.

Полезной модификацией метода Якоби, позволяющей увеличить скорость сходимости, является итерационный метод Гаусса-Зейделя, суть которого заключается в следующем [5]:

-  $n$  - е уравнение системы  $N$  уравнений может быть записано в виде

$$\sum_{i=1}^{n-1} K_{ni}U_i + K_{nn}U_n + \sum_{i=n+1}^N K_{ni}U_i = F_n; \quad (5)$$

- из этого уравнения можно найти

$$U_n = K_{nn}^{-1} \left\{ F_n - \sum_{i=1}^{n-1} K_{ni} U_i - \sum_{i=n+1}^N K_{ni} U_i \right\}; \quad (6)$$

- если процесс итераций таков, что в правой части используются последние приближения  $\delta_i$ , то для  $m$ -й итерации имеем

$$U_n^m = K_{nn}^{-1} \left\{ F_n - \sum_{i=1}^{n-1} K_{ni} U_i^m - \sum_{i=n+1}^N K_{ni} U_i^{m-1} \right\}. \quad (7)$$

Итерационный процесс Гаусса-Зейделя начинается с некоторого начального приближения. Основная идея модификации состоит в том, чтобы при вычислении очередного  $m$ -го приближения к неизвестному  $U_n^m$  при  $n > 1$  использовать уже найденные  $m$ -е приближения к неизвестным  $U_1^m, \dots, U_{n-1}^m$ , а не  $(m-1)$ -е приближения, как в методе Якоби. За счет этого достигается ускорение итерационного процесса. Итерационный метод Гаусса-Зейделя легко программируется.

Конечно-элементным подходом разработан алгоритм. Реализована прикладная программа для расчета на упругую устойчивость конкретных механизмов (крепь механизированная, односекционный механизм параллельной структуры), которая позволяет найти значения критических сил при нескольких квазистатических их положениях и определить прогибы, наиболее и наименее нагруженные элементы механизмов, а также анализировать квазистатическое НДС от действия найденных критических сил, установить законы распределения упругих перемещений, напряжений.

*Крепь механизированная* [7] – устройство для управления горным давлением, поддержания кровли в рабочем пространстве лавы и ограждения его от проникновения обрушающихся пород кровли (рис. 1).

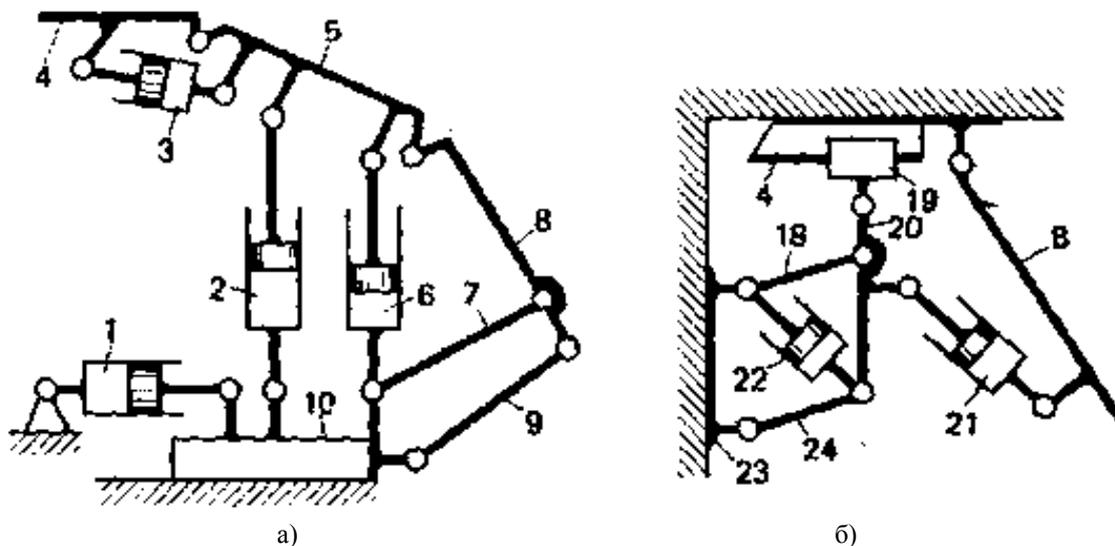


Рисунок 1 - Крепь механизированная

Крепь механизированную можно моделировать с помощью стержневых элементов с различными геометрическими и упругими характеристиками.

Расчет крепи механизированной с упругими элементами должен удовлетворять всем

требуемым условиям прочности, жесткости и ряду других дополнительных технико-экономических критериев. Такие расчеты могут возникнуть в процессе работы крепи механизированной, в частности в квазистатическом их положении при действии внешних воздействий. Задача сводится к нахождению напряжений  $\sigma_\xi, \tau_{\xi\eta}, \tau_{\xi\zeta}$ , деформаций  $\mathcal{E}_\xi, \mathcal{E}_{\xi\eta}, \mathcal{E}_{\xi\zeta}$ ,  $\mathcal{X}_\xi, \mathcal{X}_\eta, \mathcal{X}_\zeta$  и перемещений произвольных точек элемента крепи механизированной  $u_\xi, u_\eta, u_\zeta$  и углов поворота произвольных сечений элемента  $\varphi_\xi, \varphi_\eta, \varphi_\zeta$ . Для их определения необходимо располагать системой уравнений, связывающих искомые функции с заданными функциями и величинами.

Расчет крепи механизированной в целом, состоящей в основном из множества пространственных стержневых элементов, приводит к практической возможности их решения известными точными или приближенными математическими методами. Большой эффективностью обладает МКЭ, базирующийся на рассмотрении транспортных конструкций в виде совокупности отдельных конструктивных элементов, соединенных в конечном числе узловых точек.

Ключевая идея МКЭ при анализе поведения упругой крепи механизированной заключается в следующем: крепь механизированная в целом моделируется путем разбиения ее на конечные элементы (КЭ), в каждом из которых поведение объекта описывается с помощью отдельного набора выбранных функций, представляющих перемещения в указанных элементах; построение матриц жесткости элемента (МЖЭ) и объекта в целом и приведение местной нагрузки к узловой для каждого КЭ; построение канонических уравнений; решение канонических уравнений и определение значений компонентов НДС (перемещений, напряжений) элементов крепи механизированной.

Для описания конечно-элементной модели крепи механизированной разбиваем их на прямолинейные стержневые элементы, соединенные в узлах. Узлы крепи механизированной имеют нумерацию в ГСК, которая служит для их идентификации в перечне узлов. Элементы имеют свои номера – начальный и конечный, с помощью которых в свою очередь производится их идентификация. Каждому элементу крепи механизированной присваивается набор упругих постоянных материала, характеризующих их физические свойства: модуль упругости, коэффициент Пуассона, плотность материала.

Считаются, что звенья крепи механизированной изготовлены из стальных стержней с поперечным сечением. Заданы форма и размеры поперечного сечения. Размерами и конструкцией узлов пренебрегают.

Крепь механизированная состоит из различных кинематических пар. Элементы и узлы нумеруются. Координаты  $X, Y, Z$  узлов расчетной модели определены в ГСК, жестко соединенной неподвижным звеном.

При расчете статически неопределимых систем МКЭ в форме метода перемещений неизвестными являются перемещения узлов в ГСК, компонентами которых являются перемещения вдоль координатных осей  $OX, OY, OZ$  и углы поворота узловых сечений вокруг этих осей, а остальные параметры, характеризующие НДС крепи механизированной, определяются через найденные значения узловых перемещений.

Решением системы (1) определяются узловые перемещения крепи механизированной в ГСК и далее по найденному вектору перемещения определяются напряжения и деформации в любой точке любого элемента в ЛСК.

*Манипулятор параллельной структуры.* При следующих значениях длин звеньев манипулятора (рис. 2) [8] определяются координаты точек в ГСК  $XYZ$ , совпадающей при

$t = 0$  с системой  $x_1y_1z_1$ :  $l_1 = l_8 = l_{10} = 0,3 \text{ м}$ ,  $l_2 = l_5 = l_7 = l_{11} = l_1\sqrt{2} \text{ м}$ ,  $l_4 = l_6 = 2l_2 \text{ м}$ ,  $l_{c_1} = l_{c_2} = l_{c_3} = 2l_1 \text{ м}$ .

Каждому элементу рассматриваемого манипулятора присваивается набор упругих постоянных материала, характеризующих их физические свойства:

$$E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}, \quad \rho = 7900 \text{ кг/м}^3, \quad \nu = 0,25, \quad (8)$$

где  $E$  – модуль Юнга,  $\nu$  – коэффициент Пуассона,  $\rho$  – плотность материала.

Конкретные расчеты проводились для манипулятора (рис. 2) из стальных стержней круглого поперечного сечения диаметром 0,006 м. Форма и размеры поперечного сечения, упругие свойства материалов постоянны. Размерами и конструкцией узлов пренебрегают. Расчетная модель манипулятора состоит из 13 узлов и 15 элементов, включая верхнюю неподвижную платформу.

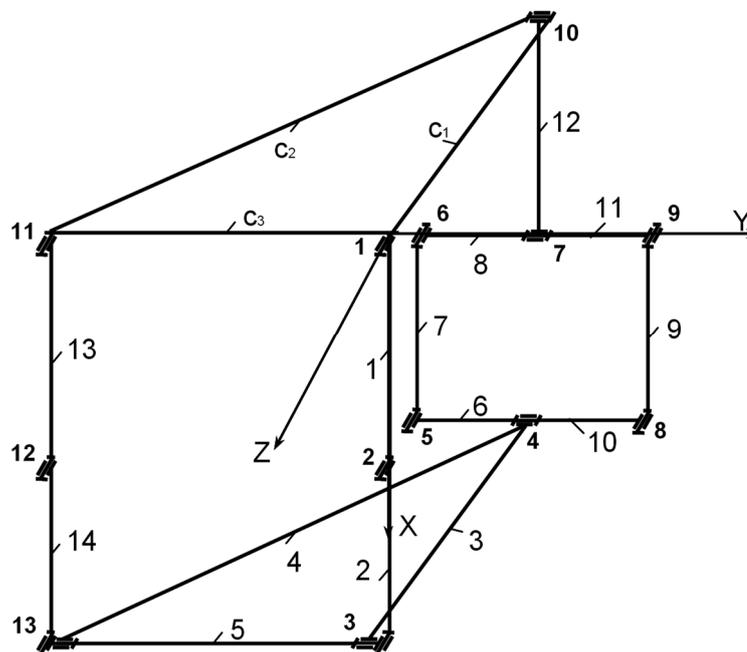


Рисунок 2 – Односекционный манипулятор параллельной структуры

Исследовано НДС манипулятора при различных вариантах приложения нагрузок и квазистатических положениях.

При приложении найденных критических сил в узлах 3, 7, 9 манипулятора наибольшие прогибы элементов показаны на рис. 3,а. При добавлении к  $w(l,3,j) \dots w(14,3,j)$  – прогибы элементов (первый индекс – номер элемента, второй – номер упругих перемещений, третий – номер положений ППМ);  $dl$  – шаг по длине элемента;  $k$  – число малых отрезков по длине элемента  $l$  вышеуказанным силам горизонтальной критической силы, совпадающей с направлением оси  $OZ$ , на рис. 3,б показаны максимальные прогибы звеньев в квазистатическом положении манипулятора. На этих графиках по горизонтали приведено число шагов по длине звеньев (шаг равен отношению длины звеньев к числу шагов), а по вертикали – прогибы.

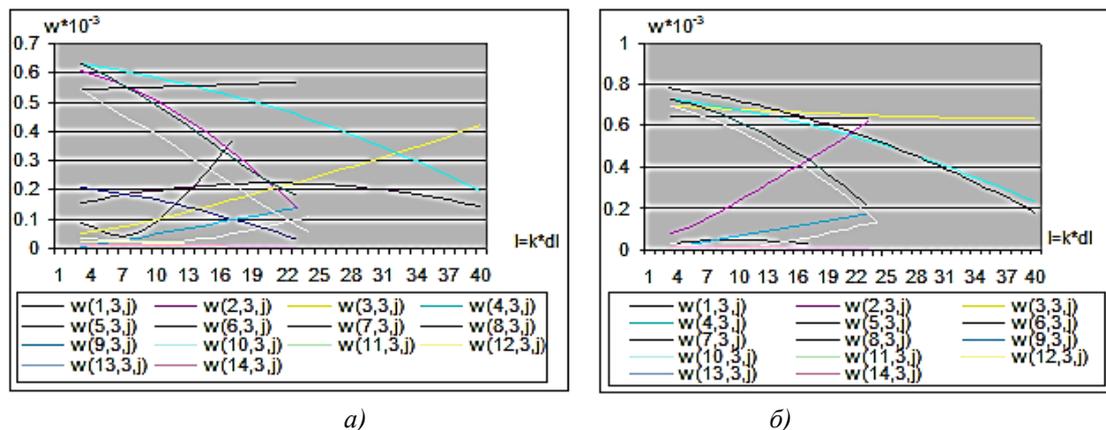


Рисунок 3 – Прогибы элементов манипулятора

*Краткие выводы.* Все полученные выше формулы систематизированы в последовательный алгоритм. По этому алгоритму реализована программа для решения задач упругой устойчивости, квазистатического НДС механизмов с упругими и геометрическими характеристиками, подверженных различным статическим и динамическим нагрузкам (крепь механизированная, манипулятор параллельной структуры). Моделирование проводится на компьютерах, и программа для исследования НДС механизмов реализована на профессиональной версии языка Fortran 90 MP с математической библиотекой IMSL фирмы Visual Numerics, Inc на персональных компьютерах серии IBM PC. Они позволяют произвести полный количественный анализ критических сил, закономерностей распределения перемещений, напряжений в точках любых пространственных двухузловых стержневых расчетных элементов изучаемых объектов при известном кинематическом анализе.

## Список литературы

1. Хван Д.В. Устойчивость цилиндрических стержней при сжатии с кручением. - Воронежский гос. тех. ун-т. - Техника машиностроения, 2000. - № 1. - С.78-79.
2. Агапов В.П. Метод конечных элементов в статике, динамике и устойчивости пространственных тонкостенных подкрепленных конструкций. - «АСВ», 2000. - 152 с.
3. Масанов Ж.К. Анализ сил и колебаний конструкций механизмов высоких классов пространственной топологии / Ж.К. Масанов, Е.С. Темирбеков, Е.А. Биртанов. - Деп. в КазГосИНТИ. - №6871-КА96. - Деп. от 12.04.1996. - 254 с.
4. Еременко С.Ю. Методы конечных элементов в механике деформируемых тел. - Ч.: Изд-во «Основа» при Харьковском ун-те, 1991. - 272 с.
5. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. - М.: Мир, 1975. - 541 с.
6. Мяченков В.И. Расчеты машиностроительных конструкций методом конечных элементов: Справ. / В.И. Мяченков и др. - М.: Машиностроение, 1989. - 520 с.
7. Крайнев А.Ф. Словарь-справочник по механизмам. - М.: Машиностроение, 1987. - 560 с.
8. Liu X., Tang X., Wang J. Singularity Analysis of a Parallel Manipulator with Revolute Actuators // Proceedings of the 11th World IFToMM Congress. 1-4 April, -2004, pp. 1977-1981, Tianjin, China.

Получено 15.12.2016



ЭОЖ 66.074

**А.М. Азимов, К.Т. Жантасов, М.И. Сатаев, А.Е. Ортаев**

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

**Т.А. Калдыкозов**

«3-Энергоорталық» акционерлік қоғамы, Шымкент қ.

**НИТРАТ, КАРБОНАТ ЖӘНЕ СУЛЬФАТ ТҰЗДАРЫМЕН ЛАСТАНҒАН ПОЛИМЕРЛІК МЕМБРАНАЛАРДЫ  
1% ТҰЗ ҚЫШҚЫЛЫМЕН ХИМИЯЛЫҚ ЖАНДАНДЫРУ (РЕГЕНЕРАЦИЯЛАУ)**

Әлемде халық шаруашылығының түрлі салаларында суды тұзсыздандырудың мембраналық (кері осмостық) технологиясы кеңінен енгізілген. Кері осмостық технологияны пайдалану реагенттер қолданысының біршама шектелуін және тұзданған ақаба сулар шығарылымының кемуін қамтамасыз етеді [1].

Бірқатар кәсіпорындарда кері осмостық қондырғыларды өнеркәсіптік пайдалану мембраналардың ауыр металл қосылыстарымен ластануға барынша сезімтал екендігін көрсетті. Мембраналардың ластануы жұмыста іс жүзінде суды тұзсыздандырудың иониттік сызбалары көрініс бермейтін өңделетін судағы коррозия өнімдерінің мөлшері кезінде болады. Бұл кезде кері осмостық қондырғылар жұмысының технологиялық көрсеткіштерінің төмендеуі жылдам – бірнеше тәуліктен, бірнеше айға дейінгі кезеңде орын алады.

Кері осмостық қондырғылардың тұрақты жұмысын қамтамасыз ету, олардың жұмыс істеу ресурсын ұзарту үшін келесі техникалық шешімдер қолданылады: ретентат камераларында суды қышқылдау, патрондық сүзгілерде суды терең сүзу, мембраналық модульдерге алдын ала тазаланған немесе жұмсартылған суды беру, мембраналарды тазалаудың физика-химиялық әдістері, мембраналар арасында турбуленттегіш торларды пайдалану және мембраналарды химиялық тазарту.

Көрсетілген шешімдердің барлығы іс жүзінде кемшіліктерге ие. Түсетін (құйылатын) су қысымы есебінен қондырғылар өнімділігін арттыруға ұмтылу ретентат ұяшықтарынан мембраналардың асқын қысылуын, өңделетін су ағыны таралуының бұзылуын және мембраналар ластануын тудырады. Ретентат мөлшерін 3 М рН-қа дейін қышқылдау реагенттер шығынын ұлғайтып, ретентаттың өңделу шарттарын қиындатады.

Кері осмостық аппараттарға жұмсартылған суды беру мембраналардың темір қосылыстарымен ластану мәселесін іс жүзінде шешпейді. Дегенмен мембраналық қондырғыларды осылай қосу кері осмостың негізгі артықшылықтарының бірін – тұзданған ақаба сулар мөлшерінің кемуін іс жүзінде жоққа шығарып, сонымен қатар сүзгілерді жандандыруға (регенерациялауға) кететін қышқыл қолданысының төмендеуін қамтамасыз ете алмайды.

Іс-тәжірибеде жартылай өткізгіш мембраналар бетін тазалау мен олардың қасиеттерін қалпына келтіру үшін түрлі реагент ерітінділерімен мембраналарды өңдеу және аппараттарды шаюдан тұратын химиялық әдістер кең қолданыс тапқан. Мұндай әдістердің тиімділігі реагентті дұрыс таңдаумен түсіндіріледі. Аппаратты шаюға арналған затты таңдау кезінде жойылуы тиіс ластану құрылымы мен құрамын білу, сонымен қатар осы зат ерітінділеріндегі мембраналар тұрақтылығын есепке алу қажет.

Мембраналарды химиялық шаю кезінде қолданылатын негізгі технологиялық шешімдер 1-кестеде көрсетілген [2].

1-кесте

## Мембраналарды химиялық тазалау

Мембраналардың ластану типтері	Химиялық тазартқыш	Тазалау тиімділігі
Бейорганикалық тұздар: кальций карбонаты мен сульфаты (керметтік тұздары)	Тұз қышқылының 0,5%-дық ерітіндісі (pH<2,3). Фосфор қышқылының 0,5%-дық ерітіндісі (pH<2,3). Лимон қышқылының 2,0%-дық ерітіндісі.	Өте жақсы Қанағаттанарлық Қанағаттанарлық
Ауыр металл (темір мен марганец) гидроксидтері	Фосфор қышқылының 0,5%-дық ерітіндісі (pH<2,3). Натрий гидросульфатының 1,0%-дық ерітіндісі.	Жақсы Жақсы
Бейорганикалық коллоидтар (сазбалшық)	Натрий гидроксидінің 0,1%-дық ерітіндісі, 30°C (pH>11). Натрий додецилсульфатының 0,025%-дық ерітіндісі. Натрий гидроксидінің 0,1%-дық ерітіндісі, 30°C (pH>11)	Жақсы Жақсы Жақсы
Биологиялық ластанулар	Натрий гидроксидінің 0,1%-дық ерітіндісі, 30°C (pH>11). Этилендиамин сірке қышқылының натрийлік тұзының 1,0%-дық ерітіндісі (ЭДСҚ Na <sub>2</sub> ). Натрий гидроксидінің 0,1%-дық ерітіндісі, 30°C.	Өте жақсы Құрамында бейорганикалық бөлшектер болған кезде өте жақсы
Органикалық ластағыштар	Натрий додецилсульфатының 0,025%-дық ерітіндісі. Натрий гидроксидінің 0,1%-дық ерітіндісі, 30°C (pH>11). Натрий трифосфатының 0,1%-дық ерітіндісі. ЭДСҚ Na <sub>2</sub> 1%-дық ерітіндісі	Жақсы Жақсы Жақсы Жақсы
Кремний қышқылы	Натрий гидроксидінің 0,1%-дық ерітіндісі, 30°C (pH>11). ЭДСҚ Na <sub>2</sub> 1,0%-дық ерітіндісі және натрий гидроксидінің 0,1%-дық ерітіндісі, 30°C.	Қанағаттанарлық Қанағаттанарлық

Кері осмостық аппараттарды ұзақ пайдалану кезінде ретентат контурындағы рН шамасы > 4 болуы тиіс. Аппараттың жұмыс ресурсы барысындағы 2,3-4,0 рН-қа ие жуғыш ерітінді әсерінің максималды уақыты 100 сағаттан аспауы тиіс. 11,0-11,9 рН-қа ие жуғыш ерітінділерді қолдану кезіндегі мембраналарға ерітінді әсерінің максималды уақыты кері осмостық элементтерді пайдаланудың бүкіл кезеңінде 500 сағатпен шектеледі [2].

Кері осмостық аппараттардағы мембраналар бетінде қатпарлардың жинақталуына ұқсас үдерістер бар.

Кері осмостық аппараттардағы ретентат контурындағы реакцияның кальций-карбонаттық тепе-теңдігі:



CO<sub>2</sub> газына қатысты мембраналардың селективті болмауы салдарынан оң жаққа қарай ығысады. Бұл кальций карбонатына қатысты ерітіндінің асқын қанығуына, мембраналар бетіне оның қатпарлануына, сонымен қатар ретентат контурындағы ерітінді рН-ының ұлғаюына алып келеді. Соңғысы мембраналар бетінде металл (темір, марганец, алюминий және басқалар) гидроксидтерінің қатпарлануын тудырады.

«Энергоорталық-3» АҚ-дағы шикі суды (ұнғымалар коллекторы) тәжірибелік-өнеркәсіптік сынаудың талдау нәтижелері 2-кестеде ұсынылған келесі тұз иондарын анықтады.

2-кесте

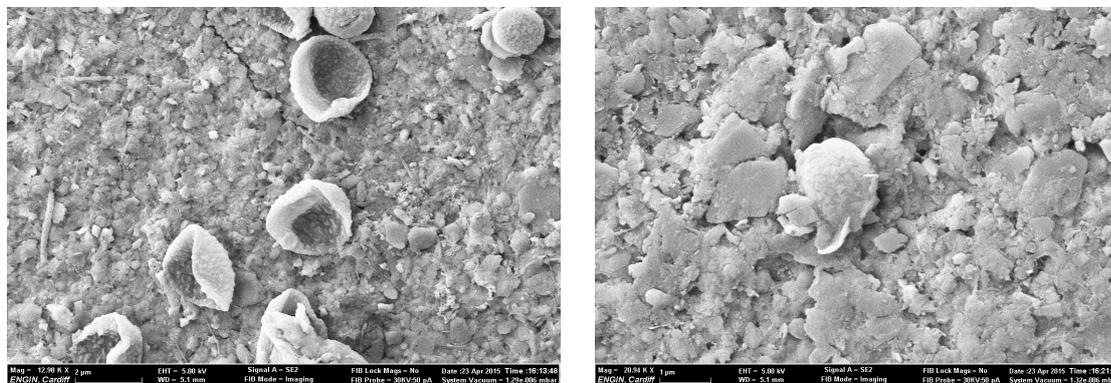
АНИОНДАР			КАТИОНДАР		
	Мг-экв/л	Мг/л		Мг-экв/л	Мг/л
HCO <sub>3</sub>	4,8	292,89	Ca	4,5	90,18
Cl	0,56	20	Mg	2,0	24,32
SO <sub>4</sub>	1,87	90	Na	0,76	17,48
NO <sub>2</sub>	-	-	К <sub>жалпы</sub>	8,5	-
NO <sub>3</sub>	0,03	2,4	pH	7,5	-
Щ <sub>жалпы</sub>	4,9	-	Fe	-	0,074
Гуматтар	0,1	-	СИ	-	0,005
SiO <sub>2</sub>	0,55	16,5	Қалқымалы	-	0,2
PO <sub>4</sub>	0,025	2,4	-	-	-
C/C	-	410,2	-	-	-
Тотығушылық	-	0,32	-	-	-
CO <sub>2</sub>	-	6,6	-	-	-

Мембраналық қондырғылардың жұмысы кезінде мембраналар бетінде аз ерігіш тұздар мен микробөлшектің түзілген қатпарлар арқылы ластануымен түсіндіретін олардың өнімділігі мен селективтілігінің біртіндеп төмендеуі байқалады [3-5]. Мембраналар бетіндегі тығыз тұнбалар сүзу бетін кеміте отырып, мембраналар өнімділігін төмендетіп, жартылай өткізгіш мембранаға өңделетін су берілісіне кедергі келтіретін барьер тудырады. Мембрана беттері ластанған кезде аппараттағы қысым жоғарылап, шекаралық қабат қалыңдығы тұнба қалыңдығына ұлғаятындықтан, концентрациялық поляризация қарқындап дамиды. Кері осмотық аппараттарда түзілген ластанулар құрамына металдық құбыр жолдарының, арматура мен басқа да қондырғы элементтерінің коррозиялану өнімдері де (темір, мыс, никель және т.с.с. қосылыстары) кіреді.

Жартылай өткізгіш мембрана ластағыштарының түзілу жылдамдығы мен сипаты көбінесе аппараттағы гидродинамикалық шарттармен анықталады. Ерітінді көлеміндегі концентрациямен салыстырғанда мембраналар бетінің маңында барлық ион концентрацияларының ұлғаюы аз ерігіш қосылыстар мен ерітінділердің асқын қанығу үдерісін жеделдетеді. Аппараттың ластануы ағындық камерадағы ертіндінің таралу біркелкілігіне, соның салдарынан жартылай өткізгіш мембраналардың тұз ұстауына әсер етеді. Қондырғы конструкциясының жетілдірілмеуі және оны дайындау кезіндегі технологиялық ауытқулардың себебінен ағындық канал (арна) бойымен сұйық қозғалысындағы әркелкілік жартылай өткізгіш мембраналар мен олардың өткізгіштігінің қарқынды түрде ластануын тудыруы мүмкін. Ағындардың әркелкі таралуының туындау типтерінің бірі - өте тар (мысалы 2 мм) каналдағы тіпті мардымсыз (шамамен 0,01 мм) қиыстықтың мембрана бойында ағынның ауқымды қайта таралуын тудыратындығы. Кідірістік аймақ түзіліп, ол тұнбалардың шөгуі үшін қолайлы жағдай жасайды. Шекті жағдайда ағынның

кайта таралуының ауқымды болғаны соншалық, кідірістік аймақтан түсетін сүзіндінің (филтраттың) тұздық мөлшері өңделетін судың тұздық мөлшерімен теңеседі.

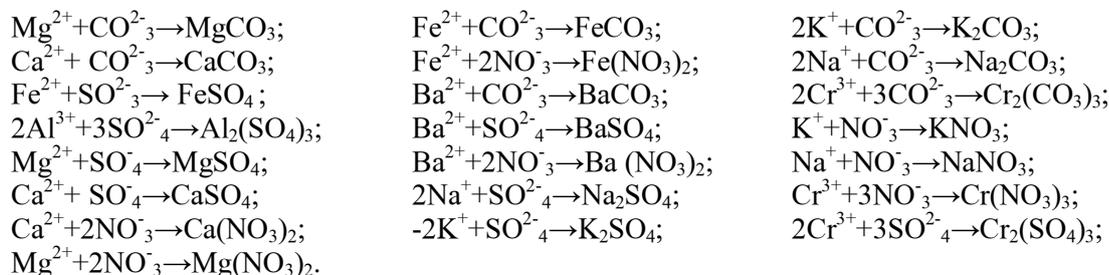
«Энергоорталық-3» ЖШС-індегі тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтардан кейін растрлық электрондық микроскопта (РЭМ) ПА мембраналар бетіндегі концентраттың мөлшері мен элементтік құрамының орналасуы зерттелді (1-сурет).



1-сурет - ПА мембраналар бетіндегі концентраттың элементтік құрамының орналасуы

Тұзсызданушы су ағынының әрқелкі таралуының екінші типі – сүзгі-престік аппараттардың параллель жалғасқан камералары немесе аппараттары шығынындағы айырмашылық. Бұл әрқелкіліктің себебі аппарат конструкциясының ақауларынан немесе тұзсыздандыру аппаратын дайындау мен реттеу кемшіліктерінен болуы мүмкін.

Ағындық арнаның (каналдың) ластануы кейбір жағдайларда кері осмотық аппараттың істен шығуына алып келуі мүмкін. Осылайша, аппараттардың ластануы соңғы кезекте, мембраналар бетінде төмендегі тұздарды түзе отырып, аппараттардың пайдалы өнімділігінің төмендеуі мен пермеат сапасының нашарлауын тудыру арқылы кері осмоспен судың тұзсыздануы кезінде жүретін үдерістер мен барлық элементтерге іс жүзінде әсер етеді:



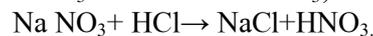
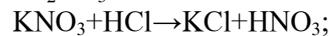
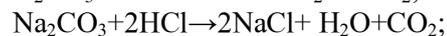
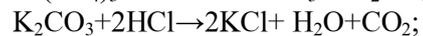
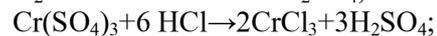
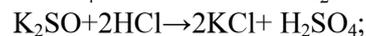
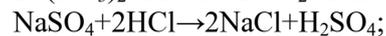
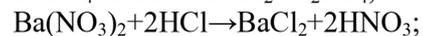
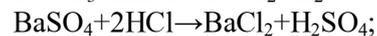
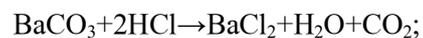
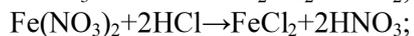
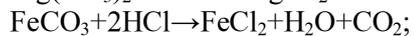
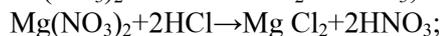
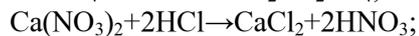
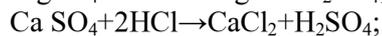
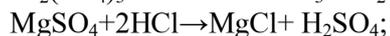
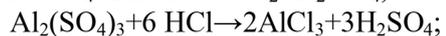
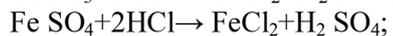
Қысыммен сүзу кезінде деформация салдарынан мембрана құрылымының өзгеруі де, сондай-ақ су молекулаларымен мембраналардың жекелеген кеуектерінің бітелуі де орын алады. Қысым әсерінен мембраналардың деформациялануымен байланысты (мембрана құрылымының, полимерлік матрица аққыштығының өзгерісі, мембрана қалыңдығының кемуі және т.б.) барлық үдерістер жиынтығы мембраналар крипі деген атауға ие болды. Крип кезінде гидравликалық кедергі өсетіндіктен, белгілі бір шамада бұл үдеріс мембраналар селективтілігінің кемуімен жүзеге асады. Дегенмен крип өнімділік құлдырауы кезінде қатты көрініс береді.

Ацетатцеллюлозалық мембраналар үшін температураның жоғарылауымен алдымен өткізгіштік сұйық тұтқырлығына кері пропорционалды түрде артады. Кейін өткізгіштік кеміп, шамамен 85 °С температура кезінде нөлге тенеледі. Бұл эффектін, жекелей алғанда, 50 °С-тан жоғары температура кезіндегі жұмыстан кейін мембраналар қасиеттерінің қайтымсыз өзгерістерімен дәлелденетін көрсетілген температура кезінде аяқталатын полимердің құрылымдану үдерісіндегі кеуектердің тек отыруымен және толықтай созылуымен түсіндіруге болады. Ацетатцеллюлозалық мембраналар селективтілігі температура жоғарылауымен алдымен артып, кейін шамамен тұрақты болады.

Табиғи суларды деминералдау кезінде кері осмостық аппараттарды, негізінен, 50 г/л асатын өңделетін суды минералдауда (кері осмостық аппараттардағы концентрлеу есебімен) қолданбайды, ал судың рН-ы 5,5-8,5 шамасында (оны алдын ала қышқылдау кезінде) қалады. Іс жүзінде мұндай ерітінділерде өнеркәсіпте шығарылатын барлық кері осмостық мембраналар химиялық тұрғыдан тұрақты болып табылады. Біздің еліміздегі ең кең тарағандары – рН мәні 5-8 болатын суды тұзсыздандыру кезінде тұрақты түрде жұмыс істей алатын ацетилцеллюлозалық мембраналар. Біршама қышқылдық ортада ацетилцеллюлоза гидролизге, ал сілтілік ортада – сабындануға ұшырайды. Ароматты полиамидтік мембраналар қышқылдық және сілтілік орталарға барынша тұрақты келеді. Олар ұзақ уақыт бойы 2-11 рН мәндері аралығында өздерінің қасиеттерін өзгертпей жұмыс жасай алады. Ацетилцеллюлозалық мембраналардың ацетон, диметилформамид және басқалар секілді полярлы органикалық еріткіштер ортасына тұрақсыз екендігін есепке алу қажет. Ароматты полиамидтік мембраналар біртегізде тұздарды ауқымды концентрлеу кезінде суды тұзсыздандыруға мүмкіндік береді.

Мембраналық сүзгінің бастапқы өнімділігін қалпына келтіру үшін жинақталған ластануларды жою мақсатында арнайы қышқылдық және сілтілік реагенттермен мембраналық сүзгілердің жылына бірнеше рет химиялық регенерациясы (шайылуы) жүргізілуі тиіс.

Мембраналық сүзгілерді шаю үшін қарапайым суды, Трилон Б ертіндісін (хелаттүзгіш реагентті), лимон қышқылын немесе 1%-дық тұз қышқылын қолдануға болады. Мембраналық сүзгінің регенерациялану (шайылу) жиілігі бастапқы судың ластану дәрежесімен анықталады. Полиамидтік мембрана беттерін регенерациялау үшін біз 1%-дық тұз қышқылын пайдаланып, төмендегі реакцияларды алдық:



Тұщыландырғыш станцияларды пайдаланудағы көпжылдық тәжірибе келесілерді көрсетті: суды тұщыландыру алдында оны дайындаудың технологиялық сызбалары мен режимдерін дұрыс таңдау кезінде кері осмостық аппараттар 5 жылдан астам жұмыс істеуге қабілетті. Көптеген жылдар бойы қондырғылардың сенімді жұмысына тек пайдалану талаптарының барлық жиынтығын сақтау кезінде ғана қол жеткізуге болатындығын білген жөн.

Мембраналар регенерациялары бойынша операциялар арасындағы бұрыс таңдалған аралықтар кезінде олардың тиімділігі төмендеп, мұндағы мембрана сипаттамаларының өзгерістері қайтымсыз түрде жүреді. Регенерацияаралық кезеңнің ұзақтығы бастапқы су құрамына және кері осмос алдында оны дайындау технологияларына тәуелді. Егер тұзсыздандырғыш аппараттар жұмысының тұрақтылығы олардың айына кем дегенде бір рет кезеңдік шайылуы кезінде жүрсе, онда судың дайындалу сапасы жақсы деп саналады.

*Қорытындылар:*

1. Кері осмостық аппараттардағы қатпарлардың түзілу шарттарының аналогиясы негізделді.
2. Қатпарланудан мембрана беттерінің кезең бойынша жандануын қолдану кері осмостық қондырғы жұмысының тұрақты көрсеткіштерінің сақталуын қамтамасыз етеді.
3. Химиялық реагенттерді қолдану арқылы мембраналарды жандандыру технологиялары анықталды.

Әдебиеттер тізімі

1. Высоцкий С.П. Особенности процессов обессоливания воды с использованием мембранных технологий / С.П. Высоцкий, М.В. Коновальчик // Вода и водоочист технологии. - 2009. - № 6-7 (36-37). - С. 29-35.
2. Permasep. Reverse Osmosis products. «Permasep» products Engineering Manual. Du Pont, 1992.
3. Эйзенберг Д. Структура и свойства воды / Д. Эйзенберг, В. Кауцман. - Л.: Гидрометео-издат, 1975. - 280 с.
4. Робинсон Р. Растворы электролитов / Р. Робинсон, Р. Стоке. - М.: Мир, 1963. - 646 с.
5. Лилич Л.С. Растворы как химические системы / Л.С. Лилич, М.К. Хрипун. - СПб.: Изд-во СПбГУ, 1994. - 215 с.

Получено 7.11.2016

---

УДК 004.5

**Е.М. Байбурин, Ж.З. Жантасова, А.Б. Нугуманова, А.Р. Сыздыкпаева**  
Восточно-Казахстанский государственный университет им. С. Аманжолова,  
г. Усть-Каменогорск

**ОБ ОДНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА КЕЙСОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНФОРМАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ  
НА ОСНОВЕ ПОСТАНОВКИ СМАРТ-ЦЕЛЕЙ**

В настоящее время методика постановки смарт-целей активно используется в педагогике для повышения мотивации студентов и их вовлеченности в учебный процесс. Суть методики заключается в проектировании целей, которые являются строго специфическими (S), измеримыми (M), достижимыми (A), реалистическими (R) и ограниченными по времени (T). С помощью смарт-целей очень удобно проектировать процесс обучения IT-дисциплин на основе следующего простого и эффективного шаблона (см. табл.).

*Шаблон для установки смарт-целей*

- S** Научиться решать задачу <Название задачи>  
**M** Считая критерием успешности решения <Список критериев и их значений>  
**A** Используя набор методов <Список доступных методов>  
**R** Для предметной области <Название предметной области>  
**T** К заданному сроку <Дата>

Например, при обучении методам информационного поиска преподаватель может сформулировать цель обучения с помощью быстрого заполнения шаблона следующим образом: «Научиться решать задачу извлечения ключевых слов из текстов, считая критерием успешности решения точность извлечения не менее 60%, используя метод Хи-квадрат, для предметной области Геология, к 16 июня».

На наш взгляд, одним из наиболее продуктивных методов достижения целей обучения, сформулированных в такой «умной» (смарт) манере, является метод кейсов. Анализ литературы по требованиям, предъявляемым к выпускникам специальностей по направлению ИТ, выявил следующее: от выпускников требуется «наличие профессиональных навыков в решении проблем, командной работе, управлении проектами, в соблюдении профессиональной этики» [1]. Все перечисленное мотивирует педагогов к использованию кейс-ориентированных и проблемно-ориентированных обучающих методик.

Обучение на основе кейсов (case study) – это педагогическая технология, которая используется «для формирования углубленного, многогранного понимания сложной проблемы в контексте реальной жизни» [2]. Благодаря своей практической направленности, технология может охватывать любые реальные задачи и способствовать более эффективному формированию профессиональных компетенций студентов.

Релевантность метода кейсов методике постановки смарт-целей трудно переоценить. Во-первых, по определению кейсы всегда конкретны (специфичность), основаны на реальной ситуации (реалистичность) и ограничены по времени (ограниченность). Во-вторых, при использовании кейсов главная задача педагога заключается в том, чтобы так скомпоновать учебный материал, чтобы студент смог решить кейс (достижимость) и оценить свое решение (измеримость).

В данной статье представлена программная платформа, обеспечивающая реализацию технологии обучения на основе рассмотрения кейсов и постановки смарт-целей. Предлагаемая платформа состоит из пяти модулей по числу компонентов смарт-цели (рис. 1).

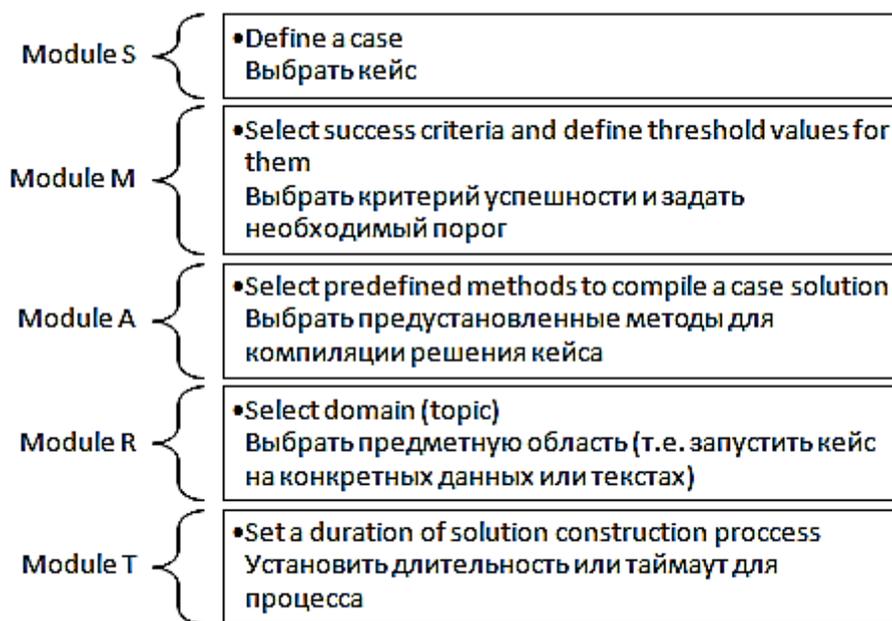


Рисунок 1 - Архитектура предлагаемой платформы

Первый модуль (S) позволяет определять исследование конкретной ситуации (введите заголовок, введите описание случая, загрузите видео и аудио материалы и т.д.). Второй модуль (M) позволяет выбирать критерии, которые можно будет измерить в случае успешности рассмотренной ситуации. Третий модуль (A) позволяет выбирать ряд определенных методов (сервисов), которые будут использоваться, чтобы решить ситуацию. Дальше модуль (R) позволяет выбрать области рассматриваемой ситуации. И последний модуль (T) позволяет устанавливать ограниченность во времени для поиска успешного решения.

Выбор критериев означает, что один или несколько индикаторов могут быть выбраны из выпадающего списка. В области Text Mining есть три основных индикатора: точность, отзыв и F-мера. Однако педагог может добавлять новые индикаторы к списку и связывать их с определенными методами и случаями. Список индикаторов, связанных с кейс-ситуациями для конструкции онтологии, показан на рис. 2.

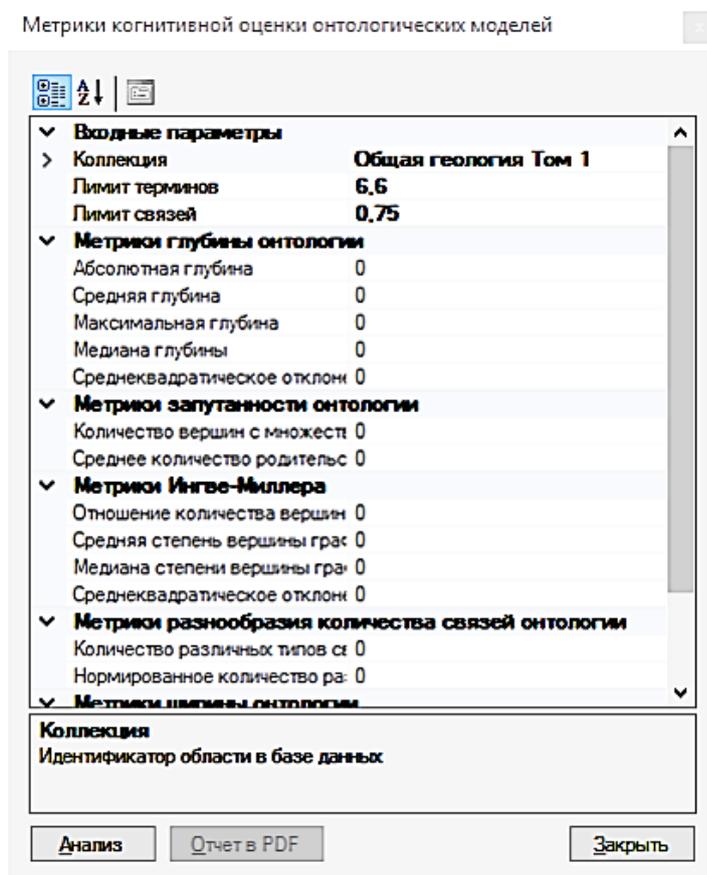


Рисунок 2 - Выбор индикаторов

Определенные методы реализованы как модули (сервисы), которые могут быть скомпилированы вместе для решения кейса. Например, полный набор определенных методов может состоять из таких модулей как лемматизация, токенизация, исключение стоп-слов, построение матрицы документы-на-термины и других аналогичных сервисов. Выбрать или отклонить любой метод при построении решения кейса - является прерогативой студента. Соединение модулей в общее решение показано на рис. 3.

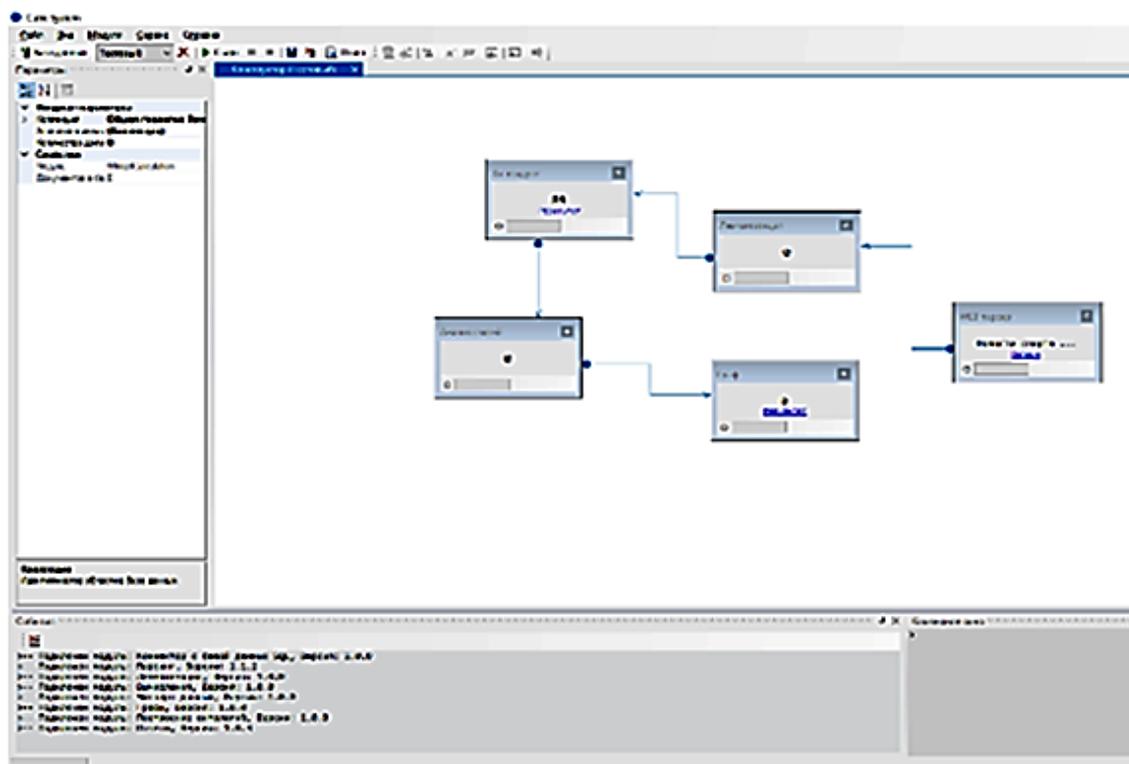


Рисунок 3 - Соединение модулей в решении

Предметные области (домены) организованы как готовые коллекции (наборы) данных. В области Data Mining существует множество коллекций данных, которые называют «золотым стандартом». Например, в области классификации данных - это коллекция ирисов Фишера, которая содержит данные о 150 экземплярах ириса, по 50 экземпляров из трёх разных видов. Выбор предметной области в нашем случае означает, что кейсы будут рассматриваться на текстах определенной тематики. Модуль выбора предметной области показан на рис. 4.

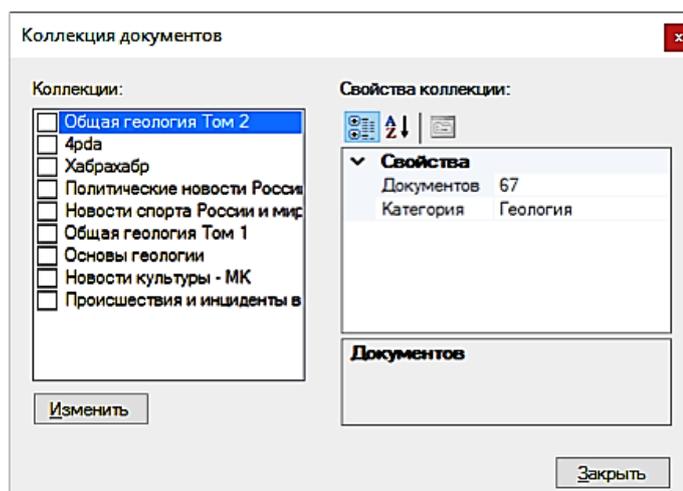


Рисунок 4 - Модуль выбора области

Экспериментальная версия предлагаемой платформы реализована в форме веб-приложения. Это приложение было предложено протестировать студентам очной формы обучения специальности «Информатика» для реализации своих экспериментов в процессе разработки курсового проекта. Результаты двух исследований конкретного случая показаны на рис. 5, 6.

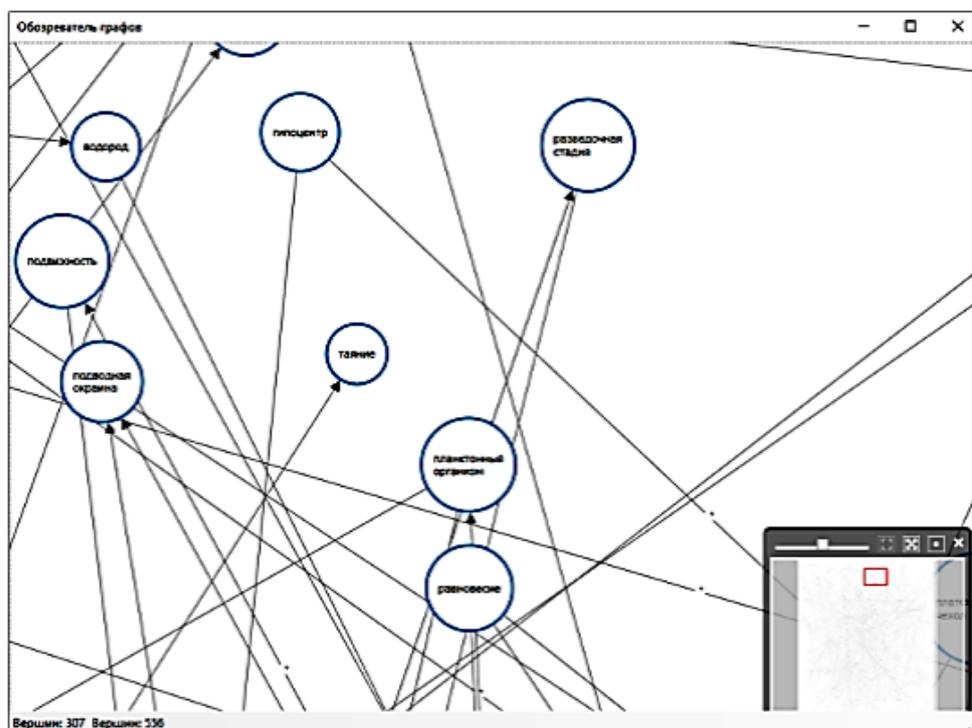


Рисунок 5 - Результат кейс-ситуации по построению структуры онтологии

Результат вычисления

Результат вычислений:

Слово	Часть речи	A	B	C
порода	сущ	70	1	19
поверенность	сущ	68	1	21
горный	прил	62	2	27
геологический	прил	54	0	35
образовывающийся	гл	54	0	35
земной	прил	57	3	32
внешний	прил	60	8	29
температура	сущ	49	0	40
процесс	сущ	73	23	16
значительный	прил	57	7	32
кора	сущ	46	0	43
экзогенный	прил	46	0	43
динамик	сущ	52	4	37
образовывать	гл	52	4	37
океан	сущ	44	1	45
крутой	прил	59	13	30
масса	сущ	48	4	41

Настройки:

Входные параметры  
 Фильтр: 6,6  
 Часть речи: Все  
 Информация  
 Кол-во терминов: 1055

Кол-во терминов  
 Кол-во терминов

Экспортировать      Закрыть

Рисунок 6 - Результат кейс-ситуации извлечения ключевых слов

В данной статье рассмотрена задача компьютерной поддержки изучения обработки естественного языка кейс-методом. Предлагаемая платформа должна стать эффективным инструментом, помогающим:

– педагогам: грамотно и быстро формулировать цели и задачи обучения, организовать процесс обучения в соответствии с поставленными целями в форме интерактивных кейсов, инкапсулирующих в своем составе не только необходимые учебные материалы, но и методы решения задач;

– студентам: лучше понять цели обучения и требования педагогов, получить онлайн доступ не только к статическим знаниям (учебным материалам), но и к активным (методам решения задач).

В перспективе работа будет развиваться в направлении интеграции предлагаемой платформы с учебными программами изучаемых курсов.

Список литературы

1. Jiang H., Ganoë C., Carroll J. M. Four requirements for digital case study libraries //Education and Information Technologies. – 2010. – Т. 15. – №. 3. – P. 219-236.
2. Crowe, S., Cresswell, K., Robertson, A., Huby, G., Avery, A., & Sheikh, A. (2011). The case study approach. BMC medical research methodology, 11(1), 1.

Получено 15.12.2016

---

UDC 669.779.052:553.322

**А.С. Байсанов**

Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, г. Караганда

**А.З. Исагулов, Г.Е. Сиргетаева**

Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда

**К. Лорен**

Университет Поля Сабатье, г. Тулуза

**THERMODYNAMIC-DIAGRAM ANALYSIS OF Fe-Mn-C-O  
FOUR-COMPONENT SYSTEM IN RESPECT TO BURNING PROCESSES**

In the practice of complex theoretical studies of multi-component systems there is known the so-called thermodynamic-diagram method of analysis [1] that simplifies significantly the studying of phase transformations peculiarities in complex systems by means of their division into thermodynamic stable elementary partial subsystems of the same measuring as the basic one. Thermodynamic-diagram analysis combines thermodynamic assessment of the components chemical interaction in the studied system with geometrical diagram. Such a combination, as it was shown in the studies of physical-and-chemical basics of producing refractories and ferroalloys [2-4], appears to be productive when interpreting chemical interactions in complex systems.

Involving this method to studying multi-component systems permits to define the final phase regions that are optimal for a concrete technology. Each revealed quasi-system has characteristic only for it laws of forming co-existing phases and their properties changing, besides, there is excluded the appearing of other phases. This permits to use this method in physical-and-chemical studies of the reducing burning of iron-manganese ores that is the decisive factor in

predicting the results of the reducing burning. Besides, starting from the features of each subsystem taking into account the initial state of the system, it is possible to perform a differentiated approach to selecting a method of reducing burning. That's why for the purpose of systematized study of the phase properties obtained as a result of burning, in the present article there are shown the basics of thermodynamic-diagram analysis of the Fe-Mn-C-O multi-component system and discussed its results in respect to coal-reducing processes in iron-manganese ores processing.

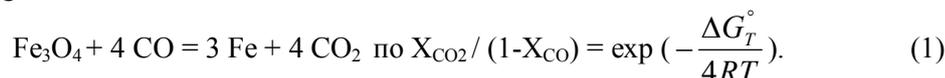
Below there is presented the use of the suggested method of physical-and-chemical analysis in respect to the Fe-Mn-C-O four-component system and its partial subsystems at temperatures 550, 750, 950 and 1150 °C, presenting an immediate interest for the technology of selective reducing burning of iron-manganese ores.

The Fe-Mn-C-O system is a basic one for considering reducing processes running in iron-manganese ores. In its structure there is the Fe-C-O three-component system that is of great practical value in technologies of a wide range pyro-metallurgical processes (blast furnace production, iron ores magnetizing burning, etc.). This system has been sufficiently studied in details. Thermodynamic-diagram analysis was carried out for the purpose of its topographic illustration separately and in the structure of the Fe-Mn-C-O four-component system.

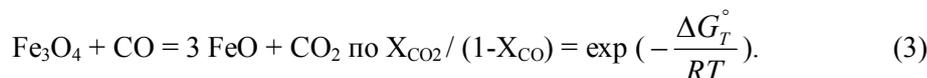
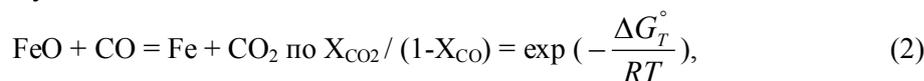
The Fe-C-O system division into stable phase regions from the position of thermodynamic-diagram analysis revealed a number of difficulties. This is connected with the presence of a great number of chemical reactions that refer to the type of uncompleted ones that in the studied temperature ranges are in dynamic equilibrium ( $\Delta G_T^\circ \approx 0$ , the equilibrium constant value is in the range of 0,01-100). Depending on the structure of the gaseous phase (ratios  $\text{CO}_2/\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2$ ) the mentioned reactions run to the side of forming the reaction or their oxidation products [5, 6].

Therefore as the basis there were taken the results obtained in work [7] in accordance with which on the C-O face there appears an additional benchmark E permitting to separate the regions of co-existence. In work [7] the point E responds to the constant structure  $\text{O}/\text{C}=1.6$ . In our case, when considering the Fe-C-O system at various temperatures there are selected additional benchmarks  $E^1$ ,  $E^2$  and  $E^3$  on the lines of iron oxides equilibrium with the gaseous phase  $\text{CO}-\text{CO}_2$  of different structure, that on the section  $\text{CO}-\text{CO}_2$  change their structure depending on the equilibrium constant of uncompleted reactions.

At temperature below 570 °C the points  $E^1$  and  $E^2$  merge at the point  $E_{550}$  which structure is defined according to the reaction:



At temperatures above 570 °C for the points  $E^1$  and  $E^2$  the structure changes according to the reactions, respectively:



That's why for each temperature to the point E there is used a corresponding temperature index:  $E_{550}$ ,  $E_{750}^{1-3}$ ,  $E_{950}^{1-3}$  and  $E_{1150}^{1-3}$ . The structures corresponding to the points E are calculated by the equilibrium constants of reactions (1-3) at the preset temperatures or by the equilibrium diagram of Fe-C-O [7] and are placed on the phase triangles at corresponding temperatures (Figures 1 and 2). The gaseous phase content at the point  $E^3$  is conditionally taken constant and is determined by the equilibrium constant from the reaction of the iron reducing from hematite.

In the Fe-C-O system triangulation it is necessary to take into account iron monoxide instability at temperatures below 570 °C. Therefore metal iron will co-exist (Figure 1) with magnetite and point  $E_{550}$ , located on the equilibrium line of reaction (1). It is known that, if all the equilibrium lines of reactions (1-3) and reactions of  $Fe_2O_3$  with CO are placed on the diagram in the coordinates «temperature-the equilibrium gaseous phase structure on CO-CO<sub>2</sub>», we will deal with the «famous fork».

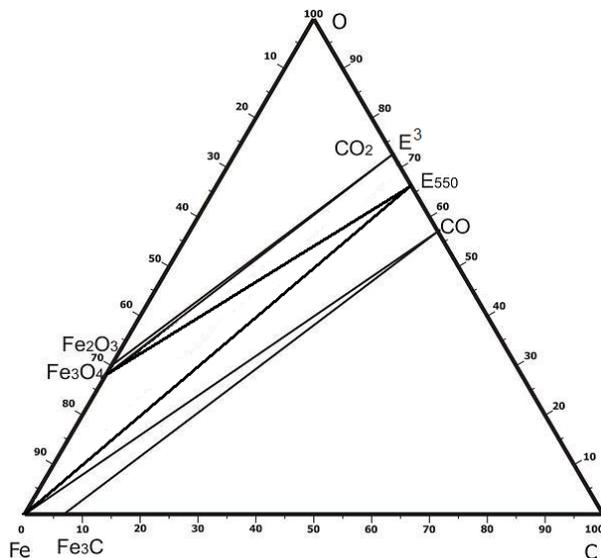


Figure 1 – Equilibrium co-existing phases in the Fe-C-O system at 550 °C

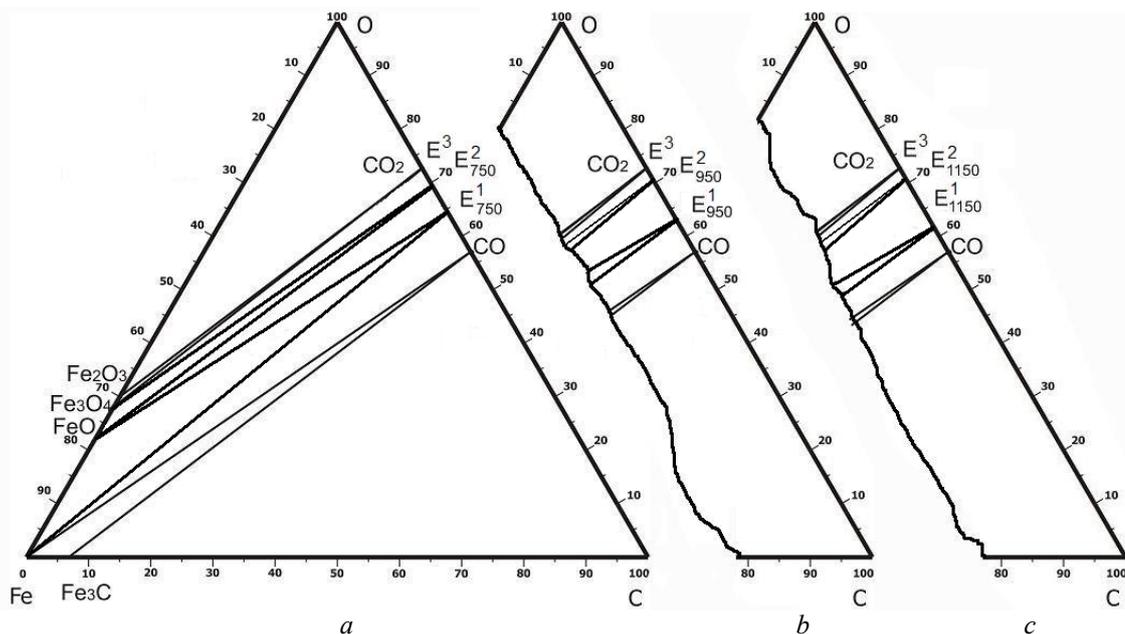


Figure 2 – Equilibrium co-existing phases in the Fe-C-O system:  
*a* – at 750 °C; *b* – at 950 °C; *c* – at 1150 °C

In the Mn-C-O system triangulation it is necessary to take into account the manganese higher oxides dissociation with temperature rising. So, for example, polianite that is stable at temperatures below 550 °C, dissociates at 550 °C. The same is valid in respect to kurnakite ( $\text{Mn}_2\text{O}_3$ ) that is unstable at the temperatures above 950 °C [8].

On the whole, the Fe-Mn-C-O system tetrahedration is carried out based on the abovementioned triangulation of its partial subsystems. At this the quartic system is divided into two parts by the Fe-MnO-C triangle. In the latter there appears a stable conoid MnO- $\text{Fe}_3\text{C}$  passing through the three-dimensional space of the system concentration simplex (Figures 3, *a, b*).

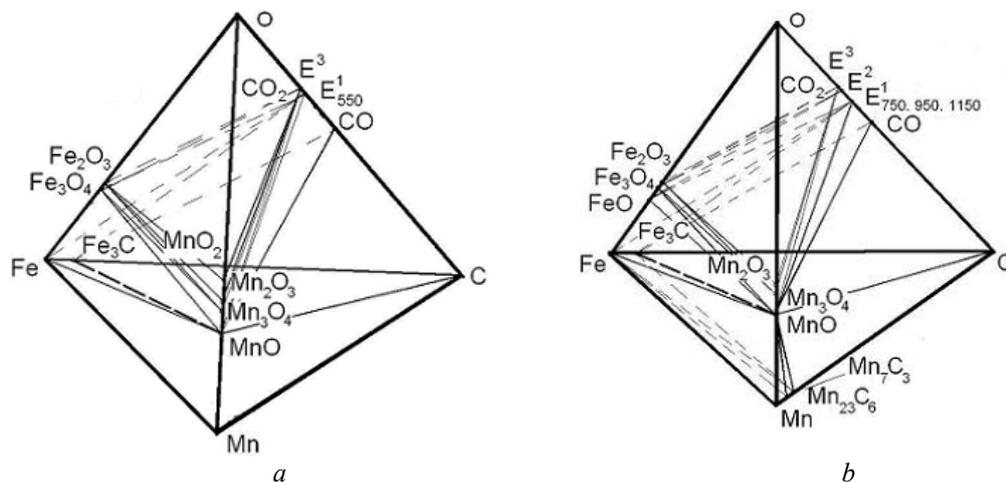


Figure 3 – General view of the Fe-Mn-C-O four-component system:  
*a* – at temperature below 550 °C; *b* – at temperatures above 550 °C

Using the information of magnetic properties of compounds being at the apexes of the separated phase regions (tetrahedrons), there are separated tetrahedrons in which manganese is presented by non-magnetic compounds and iron – by magnetic ones [9, 10]. As a result, for temperatures below 550 °C the optimal tetrahedrons are:  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ - $\text{Mn}_3\text{O}_4$ - $\text{E}^3$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ - $\text{Mn}_3\text{O}_4$ - $\text{E}^3$ - $\text{E}^{550}$ ,  $\text{MnO}$ - $\text{Mn}_3\text{O}_4$ - $\text{Fe}_3\text{O}_4$ - $\text{E}^{550}$ ,  $\text{MnO}$ - $\text{Fe}$ - $\text{Fe}_3\text{O}_4$ - $\text{E}^{550}$ ,  $\text{MnO}$ - $\text{Fe}$ - $\text{E}^{550}$ - $\text{CO}$ ,  $\text{MnO}$ - $\text{Fe}$ - $\text{Fe}_3\text{C}$ - $\text{CO}$ . For temperatures above 550 °C the optimal tetrahedrons are:  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ - $\text{Mn}_3\text{O}_4$ - $\text{E}^3$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ - $\text{Mn}_3\text{O}_4$ - $\text{E}^3$ - $\text{E}^{(750,950,1150)}$ ,  $\text{MnO}$ - $\text{Mn}_3\text{O}_4$ - $\text{Fe}_3\text{O}_4$ - $\text{E}^{(750,950,1150)}$ ,  $\text{MnO}$ - $\text{Fe}$ - $\text{CO}$ - $\text{E}^{(750,950,1150)}$ ,  $\text{MnO}$ - $\text{Fe}$ - $\text{CO}$ - $\text{Fe}_3\text{C}$  or  $\text{MnO}$ - $\text{Fe}_3\text{C}$ - $\text{C}$ - $\text{CO}$ .

For temperatures below 550 °C the optimal phase regions can be combined in the truncated pyramid  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ - $\text{Mn}_3\text{O}_4$ - $\text{E}^3$ - $\text{Fe}$ - $\text{C}$ - $\text{MnO}$  (Figure 4). Since in this phase region there are both magnetite and iron, for this temperature range there are suitable both metallizing and magnetizing burning. The practical relevance of both types of burning is defined by kinetic characteristics.

For temperatures above 550 °C there is separated a low-oxygen region combined in the tetrahedron  $\text{MnO}$ - $\text{Fe}$ - $\text{C}$ - $\text{E}^{(750,950,1150)}$ , corresponding to metallizing burning (Figure 5, *a*) and a separate tetrahedron  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ - $\text{MnO}$ - $\text{Mn}_3\text{O}_4$ - $\text{E}^2$ - $\text{E}^3$  corresponding to magnetizing burning (Figure 5, *b*).

Thus, TDA carried out in a wide range of temperatures showed that in the region of high temperatures in the four-component system there appears a wustite region. At this non-magnetic manganese oxides ( $\text{MnO}$ ,  $\text{Mn}_3\text{O}_4$ ) co-exist with non-magnetic iron oxide ( $\text{FeO}$ ) that does not permit to carry out selective division of co-existing oxides. It is necessary to note that practically all studies of magnetic burning technology of iron-manganese ores concentration carries out by Uralmekhanobr, Sibelktrostal, were carried out right in this unfavorable temperature region.

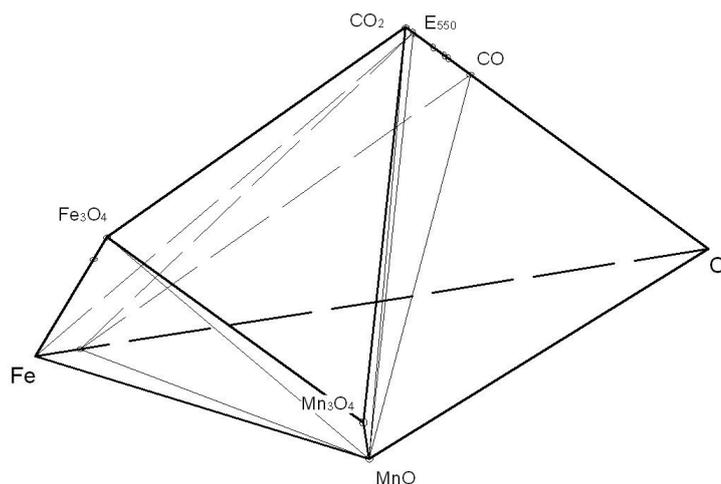


Figure 4 – Optimal phase region  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-Mn}_3\text{O}_4\text{-E}^3\text{-Fe-C-MnO}$  for temperatures below  $550\text{ }^\circ\text{C}$

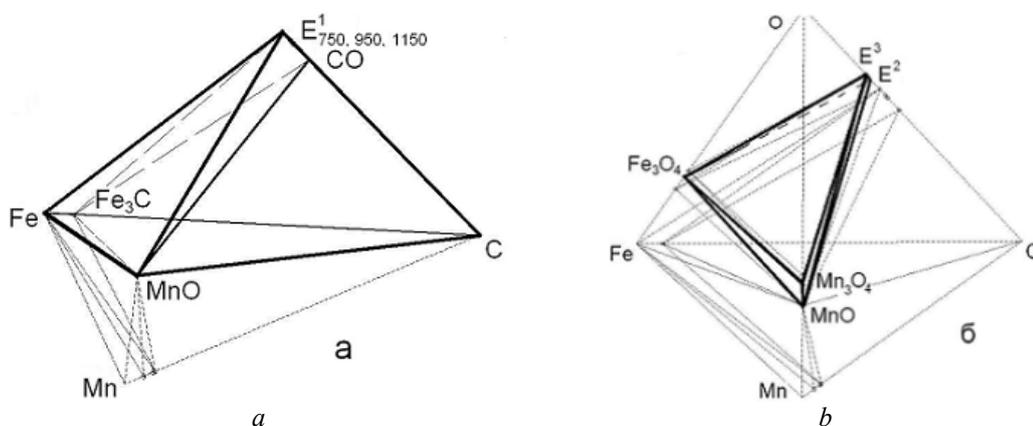


Figure 5 – Optimal phase regions for temperatures above  $550\text{ }^\circ\text{C}$ :

*a* – lo-oxygen region combined into tetrahedron  $\text{MnO-Fe-C-E}^1_{(750,950,1150)}$  corresponding to metallizing burning at temperatures above  $550\text{ }^\circ\text{C}$ ; *b* – high-oxygen region combined into tetrahedron  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-MnO-Mn}_3\text{O}_4\text{-E}^2\text{-E}^3$  corresponding to magnetizing burning at temperatures above  $550\text{ }^\circ\text{C}$

In the temperature region below  $550\text{ }^\circ\text{C}$  the forming of the wustite phase is impossible thermodynamically, therefore with non-magnetic manganese oxides at all extents of reducing there co-exist magnetic iron compounds (magnetic, carbide, metal iron), that predefines the efficiency of the selective magnetization process in low-temperature burning of iron-manganese ore.

Thermodynamic-diagram analysis of the Fe-Mn-C-O four-component system permitted to establish that for temperatures below  $550\text{ }^\circ\text{C}$  the optimal phase region is the truncated pyramid  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-Mn}_3\text{O}_4\text{-E}^3\text{-Fe-C-MnO}$ . Since in this region there is also magnetite and iron, for this temperature region there are suitable both metallizing and magnetizing types of burning. The expediency of using both types is defined by kinetic characteristics.

For temperatures above  $550\text{ }^\circ\text{C}$  the optimal region is  $\text{MnO-Fe-C-E}^1_{(750,950,1150)}$  corresponding to metallizing burning, as well as  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-MnO-Mn}_3\text{O}_4\text{-E}^2\text{-E}^3$  corresponding to magnetizing burning.

Summing up the presented analysis of the data in respect to the Fe-Mn-C-O system we can make a conclusion that there is a principal possibility to carry out magnetizing or metallizing burning so that manganese oxides go to the non-magnetic phase and iron-containing – to the fer-

romagnetic form (in the form of metallic iron, magnetite or maghemite) independent on the type of iron-manganese raw material.

But it should be taken into consideration that thermal processes of reducing are accompanied by forming solid solutions of iron and manganese oxides of various compositions, that complicates the process of the further reducing (due to forming diffusion obstacles) and worsens the results of magnetic separation. This is in conformity with the data of state diagrams for the system: hematite – kurnakite, wustite – manganite, magnetite – hausmannite. At this it is necessary to take into account that this conclusion is made only on the basis of state diagrams and thermodynamic data of the Fe-Mn-O system and does not take into consideration the kinetic factor responsible for the speed of forming compound solid solutions of iron and manganese oxides in the common Fe-Mn-O-C system.

So, in order to the results of magnetic separation can be suitable, it is necessary to obtain in the burnt ore magnetic iron-containing phases with obligatory excluding the forming of solid solutions with manganese oxides. First of all, it is necessary to form such temperature conditions under which these solid solutions do not form.

It was revealed that one of the prospective trends of burning magnetic selective division, in accordance with the TDA results, is the burning in the low-temperature region where there is manifested meta-stability of a non-magnetic iron oxide, i.e. wustite. In this region there do not form a wustite phase and with insignificant extents of reducing a magnetic iron oxide, i.e. magnetite co-exists with non-magnetic manganese oxides. With increasing the reducing extent in the system there appears metallic iron that co-exists with non-magnetic manganese oxides. The main positive characteristic of this temperature region is the fact that the processes of sintering and forming solid solutions of iron and manganese are but little probable.

It was shown that for the temperature range of 850...1100 °C, starting from the properties of mineral iron and manganese, the use of metallizing burning is also expedient. However, it is also connected with the abovementioned difficulties and requires all-sided physical-and-chemical studies. In particular, it is necessary to define kinetic characteristics (speed of reducing, order of reaction, activation energy) of the processes running in the Fe-Mn-O-C system, especially in its partial region FeO-MnO-Fe-C responsible for the processes at the final stage of burning.

It was established that alongside with kinetic difficulties arising in the FeO-MnO-Fe-C partial region at temperatures above the region of wustite meta-stability, there arises one more undesirable phenomenon, namely, stabilization of the wustite unstable lattice by manganese monoxide, as well as by void rock CaO, MgO и SiO<sub>2</sub> void rock with forming solid solutions and compounds of spinel type.

#### References

1. Berezhnoi A.S. Multi-component systems of oxides. - Kiev: Naukova dumka, 1970. - 544 p.
2. Toropov N.A., Barzakovski V.P., Lapin V.V., Kurtseva N.N. Diagrams of silicate systems state. Double systems. - L.: Nauka, 1969. - Iss. 1. - 823 p.
3. Berezhnoi A.S. / Proc. of All-Union Institute of refractories. - 1958. - v. 49, iss. 2. - p. 5-76.
4. Gabdullin T.G., Takenov T.D., Baisanov S.O., Buketov E.A. Physical-and-chemical properties of manganese slags. - Alma-Ata: Nauka, 1984. - 232 p.
5. Yessin O.A., Geld P.V. Physical chemistry of pyro-metallurgical processes. - P. 1. - Sverdlovsk, 1962.
6. Chufarov G.I., Men A.N., Zhuravlyova M.G., Balakirev V.F., Shchepetkin A.A. Thermodynamics of metal oxides reducing. - M.: Metallurgy, 1970. - 400 p.
7. Simbinov R.D., Malyshev V.P. Thermodynamic, stoichiometric and exegetic modeling of phase equilibriums. - Almaty: Gylm, 1999. - 100 p.
8. Kulikov I.S. Thermal dissociation of oxides. - M.: Metallurgy, 1966. - 251 p.
9. Tretyakov Yu.D. Ferrites thermodynamics. - L.: Chemistry, 1967. - 30.
10. Tretyakov Yu.D., Khomyakov K.G. Ferrites. - Minsk: P.h. of BSSR AS. - 1960. - 100 p.

## Список литературы

1. Бережной А.С. Многокомпонентные системы окислов. – Киев: Наукова думка, 1970. – 544 с.
2. Торопов Н.А. Диаграммы состояния силикатных систем. Двойные системы / Н.А. Торопов, В.П. Барзаковский, В.В. Лапин и др. – Л.: Наука, 1969. – Вып. 1. – 823 с.
3. Бережной А.С. // Тр. Всесоюзного института огнеупоров, 1958. – Т. 49. – Вып. 2. – С. 5-76.
4. Габдуллин Т.Г. Физико-химические свойства марганцевых шлаков / Т.Г. Габдуллин, Т.Д. Такенов, С.О. Байсанов и др. – Алма-Ата: Наука, 1984. – 232 с.
5. Есин О.А. Физическая химия пирометаллургических процессов / О.А. Есин, П.В. Гельд. – Свердловск, 1962. – Ч. 1.
6. Чуфаров Г.И. Термодинамика процессов восстановления окислов металлов / Г.И. Чуфаров, А.Н. Мень, М.Г. Журавлева и др. – М.: Metallurgia, 1970. – 400 с.
7. Симбинов Р.Д. Термодинамическое, стехиометрическое и эксергетическое моделирование фазовых равновесий / Р.Д. Симбинов, В.П. Малышев. – Алматы: Гылым, 1999. – 100 с.
8. Куликов И.С. Термическая диссоциация окислов. – М.: Metallurgia, 1966. – 251 с.
9. Третьяков Ю.Д. Термодинамика ферритов. – Ленинград: Изд-во «Химия», 1967. – 304 с.
10. Третьяков Ю.Д. Ферриты / Ю.Д. Третьяков, К.Г. Хомяков. – Минск: Изд. АН БССР. – 1960. – 100 с.

Получено 1.11.2016

---

УДК 681.518

**С.В. Григорьева**

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

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РАБОЧИМИ ПАРАМЕТРАМИ  
МОЩНЫХ СВЕТОДИОДОВ**

Последнее время во всем мире уделяется большое значение повышению энергоэффективности в системах как наружного, так и внутреннего освещения. В Республике Казахстан наблюдается резкое увеличение использования мощных светодиодов в системах освещения, а также внедрение систем управления освещением. Это заставляет разрабатывать новые конструктивные решения осветительных приборов и применять новые подходы при проектировании систем управления.

Надежная и долговечная работа светодиода существенно зависит от его рабочих параметров. Особую важную роль играет температура кристалла светодиода [1-3]. Его свойства изменяются с ростом температуры, поэтому поддержание температуры излучающей поверхности светодиода в заданных пределах в процессе эксплуатации является одним из важнейших условий его долговременной безотказной работы.

В данной статье реализована автоматизированная система управления рабочими параметрами мощных светодиодов с использованием микроконтроллера STM32. Был разработан алгоритм работы контроллера для поддержания требуемых рабочих параметров мощного белого светодиода. Программно-аппаратный комплекс служит для наблюдения и измерения физических величин и процессов, происходящих при работе светодиодных источников света. Комплекс позволяет записывать в память ПЭВМ значения физических величин и строить графики, впоследствии применяемые для дальнейшего анализа и вычислений. Общая наглядность и точность приборов демонстрирует работу в режиме реального времени. Одновременно происходит запись значений в архив для возможности анализа и детального рассмотрения процессов.

Для проведения натуральных исследований собрана экспериментальная установка (рис. 1). Блок 1 – световой модуль, представляет собой закрытый в коробе светодиод с датчиком освещенности. Блок 2 – блок управления, содержит контроллер и элементы питания для светодиода и пластины Пельтье. Связь между блоками осуществляется при помощи шины RS232. Блок управления имеет соединение с ПЭВМ через USB-порт. На управляющем компьютере установлена SCADA система TRACE MODE 6 и разработанное пользовательское приложение для управления контроллером, получения от него данных и занесения их в архив при помощи системы управления базами данных MS ACCESS.

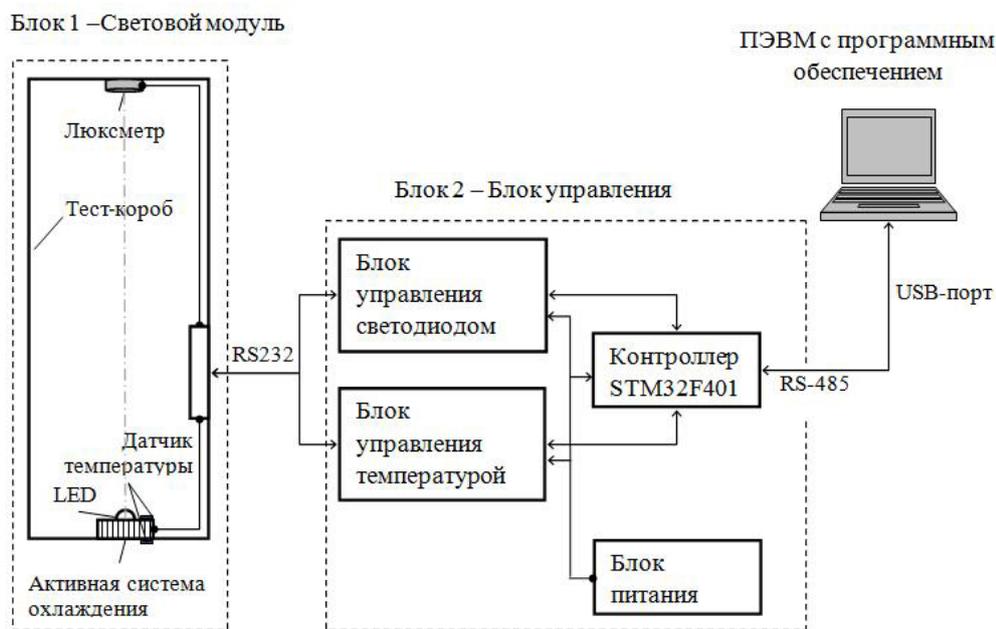


Рисунок 1 - Схема экспериментальной установки

Световой модуль конструктивно состоит из короба, в котором установлены: исследуемый светодиод; активная система охлаждения для поддержки необходимой температуры кристалла светодиода; система контроля освещенности; источник дополнительного освещения, моделирующий естественное освещение.

Тест-короб светонепроницаем и имеет матовый черный цвет, чтобы предотвратить отражение. Светодиод закреплен на алюминиевой пластине вместе с датчиком температуры для контроля температуры кристалла. Пластина через кремнийорганическую теплопроводную пасту при помощи пружинных зажимов крепится к одной стороне элемента Пельтье. К другой стороне элемента через кремнийорганическую теплопроводную пасту крепится радиатор с вентилятором для отведения или подведения тепла, в зависимости от функции нагрева или охлаждения соответственно. На радиаторе установлен датчик температуры для предотвращения перегрева элемента Пельтье.

Напротив светодиода, на его оси, расположен датчик освещенности – калиброванный люксметр, который измеряет суммарную освещенность от искусственного (исследуемого) и естественного источников освещения. В качестве моделирования естественного источника освещения используется дополнительный светодиод, установленный в коробе и управляемый от источника тока ИТ-300.

Микропроцессорный блок осуществляет считывание и обработку нормализованных сигналов с датчиков, выдачу управляющих сигналов на остальные узлы, обмен информацией с ПЭВМ и выполнение команд оператора. Возможна работа системы как под управлением компьютера, так и в автономном режиме. Для отображения информации о режимах работы в автономном режиме микропроцессорный блок имеет миниатюрный графический жидкокристаллический индикатор. Для управления температурой и током светодиода используются программные ПИД-регуляторы, для которых можно задать коэффициенты. При управлении освещенностью используется дополнительный программный ПИД-регулятор с жестко заданными настройками коэффициентов и который выдает задание для основного регулятора тока светодиода.

Блок питания предназначен для получения постоянного напряжения 12 В при токе до 8А из сетевого переменного напряжения ~220 В для питания всех узлов установки.

Модуль контроллера функционально состоит из основной платы на 32-битном микропроцессоре ARM Cortex M4 STM32F401, к которой подключены блок управления светодиодом и блок управления температурой. Блок управления светодиодом предназначен для стабилизации тока светодиода на основании управляющих сигналов от микропроцессорного блока. Кроме того, в данном блоке производится первичная обработка сигналов тока светодиода, падения напряжения на кристалле, светового потока и температуры светодиода. Блок управления температурой управляет температурой кристалла светодиода при помощи элемента Пельтье, контролирует температуру радиатора и управляет вентилятором притока воздуха. Регулирование производится изменением напряжения питания элемента Пельтье и сменой полярности питания для переключения режимов нагрев/охлаждение [4].

Основная плата контроллера получает данные от обоих блоков. На основе этих параметров она управляет регуляторами тока и температуры светодиода, отправляет данные в SCADA-систему для архивирования и дальнейшей обработки. Для подключения микропроцессорного блока к компьютеру используется конвертор интерфейсов USB – RS485.

Для управления системой было разработано программное обеспечение. Программный комплекс разработан в SCADA-системе Trace Mode 6.10.

Реализация связи с измерительным комплексом осуществляется с помощью протокола ModBus и режима передачи данных RTU (удаленное терминальное устройство). Данный протокол имеет высокую достоверность передачи данных, связанную с применением надежного метода контроля ошибок. Отсутствие необходимости в специальных интерфейсных контроллерах, простота программной реализации и принципов функционирования, высокая степень открытости протокола и совместимость с большим количеством оборудования – все это повлияло на наш выбор [5].

Программный комплекс позволяет передавать/считывать заданные физические величины в контроллер устройства, осуществлять математические расчеты.

После запуска приложения на дисплее появится рабочее окно программы (рис. 2). Данный экран является основной формой проекта, на который выведена следующая информация:

- принципиальная схема устройства (позиция 1);
- кнопки управления для перехода на экраны расчета соответствующих параметров: тока, мощности, освещенности и температуры (позиции 2 - 6);
- задаваемые коэффициенты ПИД-регулятора (позиция 7);
- считанные с устройства параметры: величины тока, температуры светодиода и элемента Пельтье, освещенность (позиция 8);
- опорное напряжение прибора (позиция 9);
- падение напряжения на светодиоде (позиция 10).



Рисунок 2 - Главное окно

Для установки рабочих параметров мощных белых светодиодов разработаны диалоговые окна, которые доступны через соответствующие функции:  $P = f(T^0)$  – зависимость мощности, потребляемой светодиодом, от его температуры;  $P = f(t)$  – функция мощности, потребляемой светодиодом по времени;  $P = f(E, t)$  – зависимость мощности, потребляемой светодиодом, от освещенности кристалла по времени;  $I = f(t)$  – функция тока, потребляемого светодиодом по времени;  $T = f(t)$  – функция температуры светодиода по времени.

Через диалоговое окно «Зависимость мощности, потребляемой светодиодом, от его температуры» (рис. 3) можно устанавливать параметры тока и температуры светодиода (позиция 3), а также включать/отключать активную систему охлаждения светодиода (позиция 5). Для передачи введенных параметров контроллеру необходимо нажать кнопку «Сохранить» (позиция 4).

На экран вынесены считанные с приборов текущие значения тока и температуры светодиода (позиция 1), а также графическое отображение изменения показаний относительно заданного. Стрелка слева отмечает текущее значение на приборе, а справа установленное значение, переданное контроллеру (позиция 2). Кнопка «Начать архивирование данных» (позиция 6) передает прибору команду о включении светодиода, и контроллер начинает выполнять регулирование тока светодиода согласно заданным значениям ПИД-регулятора, при этом одновременно происходит чтение показаний с датчиков и архивирование считанных параметров в базу данных. В реальном времени интерфейс переключается в рабочий режим, на котором отображаются протекающие процессы. На данном интерфейсе видно поведение температуры светодиода и мощности. Все полученные значения можно просмотреть в графическом виде на трендах (позиция 7).

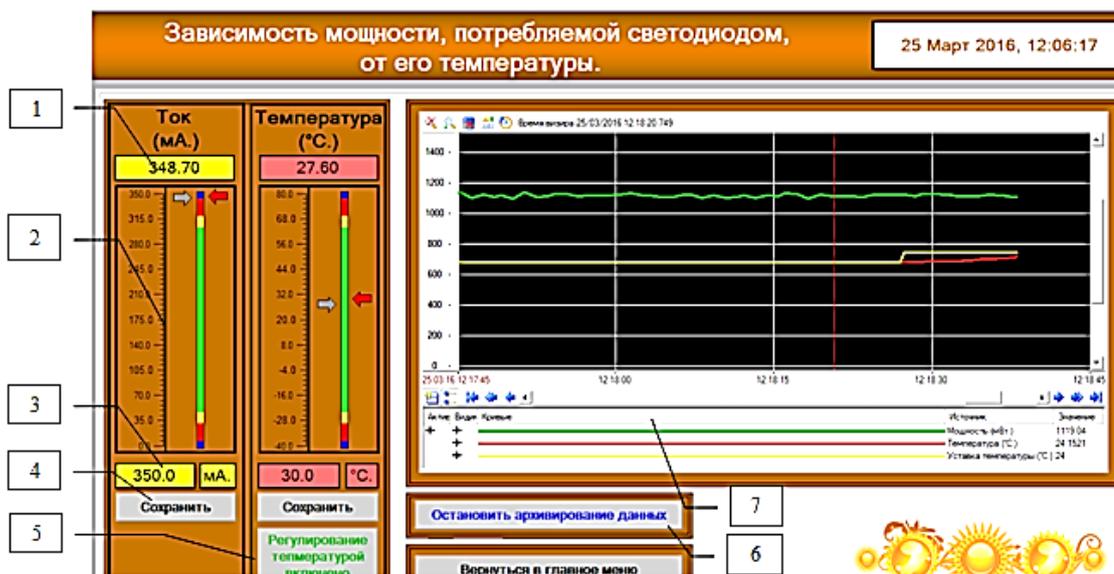


Рисунок 3 - Диалоговое окно «Зависимость мощности, потребляемой светодиодом, от его температуры»

Диалоговое окно «Зависимость мощности, потребляемой светодиодом, от освещенности кристалла, создаваемой внешним источником света» (рис. 4) включает функции регулировки и управления освещенностью и температурой светодиода. На данном интерфейсе видно поведение температуры, мощности и освещенности (мощность – линия 1, температура – линия 2, освещенность - линия 3).

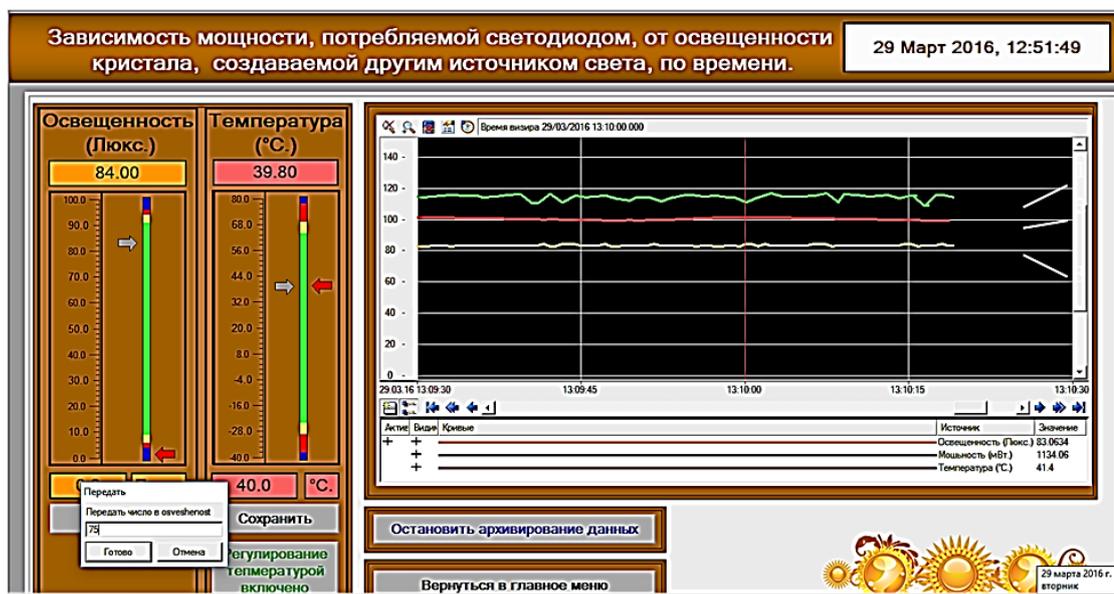


Рисунок 4 - Диалоговое окно «Зависимость мощности, потребляемой светодиодом, от освещенности кристалла»

Диалоговые окна функции тока и мощности, потребляемых светодиодом по времени, а также функции температуры светодиода могут быть использованы для регулировки соответствующих параметров, а также разработаны для изучения поведения каждого параметра в отдельности. Программное решение диалоговых окон для управления параметрами мощного белого светодиода выполнено в едином формате и имеет аналогичные функции.

При архивировании значений создается база данных текущих и установленных значений в формате таблиц MS ACCESS. Это позволяет оценить работу комплекса в целом и проследить изменения всех значений для последующих расчетов и анализа.

Данный программно-аппаратный комплекс позволяет устанавливать и поддерживать оптимальные параметры мощных белых светодиодов. Разработанный модуль может быть использован в реальных осветительных системах внутреннего светодиодного освещения.

#### Список литературы

1. Никифоров С. Температура в жизни и работе светодиодов // Компоненты и технологии. – 2005. – № 9. – С. 140-146.
2. Константинов В. Особенности эксплуатации светодиода как высокоэффективного и надежного светоизлучающего элемента / В. Константинов, Е. Вставская, А. Вставский и др. // Полупроводниковая светотехника. – 2011. – № 5. – С. 56-57.
3. Swietoniowski P., Binkowski T. The influence of temperature on optical and electrical parameters of medium and high power LEDs // Przegląd elektrotechniczny. – 2014. – № 11. – С. 200-203.
4. Grigoryeva S., Baklanov A., Titov D. The practical realization of robustness for LED lighting control systems// 11th International Forum on Strategic Technology. June 1-3, 2016, Novosibirsk, Russia, Part 2. – С. 52-57.
5. Денисенко В. Протоколы и сети ModBus и ModBusTCP // Современные технологии автоматизации. – 2010. – 4. – С. 90-94.

Получено 15.12.2016

---

УДК 004.82

**Г. Жомартқызы**

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

#### ЗНАНИЯ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ

Понятие управления знаниями организации определяются авторами в [1] как стратегия и процесс трансформации знаний.

В последние годы возрастает количество научных работ, посвящённых вопросу управления знаниями сообщества практиков и реализации отдельных процессов преобразования знаний. В действительности многие темы, связанные с управлением знаниями в малых и средних организациях, ещё не полностью изучены [2]. Учитывая важность эффективного управления знаниями в наукоёмких (знаниеёмких) организациях, необходимо подчеркнуть особую необходимость в дополнительных исследованиях на эту тему.

Управление знаниями способствует эффективному управлению бизнес-процессов (всех деловых операций) организации для повышения эффективности их деятельности и их инновационного потенциала, а также внесению своего вклада в развитие экономики в целом. Наконец, конкурентное преимущество наукоёмких организации в том, что они являются поставщиками первичных знаний для своих потребителей [3].

Знания и интеллектуальный капитал все чаще признаются в качестве основных источников конкурентных преимуществ в экономике, основанной на знаниях [4, 5]. По этой

причине знания являются одним из ключевых элементов для достижения успехов в деятельности организации с активным использованием знаний [6]. Основное внимание в наукоёмких организациях направлено на создание, передачу и развитие знаний, поэтому эффективное управление знаниями является вопросом выживания для подобных организаций [7, 8].

Управление знаниями влияет на социальный капитал; социальный капитал влияет на организационную деятельность, т.е. интеграция управления знаниями и социального капитала может улучшить деятельность и повысить инновационный потенциал организации [3, 5].

Понятие «управление знаниями» является достаточно новым, и пока не существует единого взгляда ни на определение данного понятия, ни на область его действия. На сегодняшний день отсутствуют апробированные методические рекомендации по формированию и развитию систем управления знаниями в вузах.

*Управление знаниями* представляет собой взаимосвязанную совокупность инструментов, техник и процессов для выявления, накопления, распределения, обмена, использования и оценки знаний организации, обеспечивающую необходимый уровень технологических, организационных, культурных и правовых условий для эффективного использования и развития интеллектуального потенциала организации.

Управление знаниями (УЗ) – это междисциплинарная область науки и практики, имеющая корни в информационных технологиях, библиотечном деле, экономике, теории организации, педагогике, психологии, социологии.

В [9] определение понятия «управления знаниями» сформулировано таким образом: управление знаниями - создание организационных, технологических и коммуникационных условий, при которых знания и информация будут способствовать решению стратегических и тактических задач организации.

Основными задачами управления знаниями являются:

- выявление критически важных знаний или интеллектуальных ресурсов организации, необходимых для существования организации или реализации его стратегии;
- определение проблем и возможностей, связанных с этими знаниями;
- улучшение процессов создания, накопления, распределения и использования критически важных знаний;
- стимуляция обмена знаниями в неформальных социальных сетях;
- оценка интеллектуального капитала и деятельности в области знаний.

Область управления знаниями имеет несколько основных источников возникновения [10].

Идею управления социальными динамическими процессами создания, обучения, передачи, использования и усиления знаний, а также сам термин «управление знаниями» предложил впервые Карл Вииг [11].

В Японии с начала 80-х годов XX века группа специалистов во главе с И. Нонака изучала процесс инноваций и возможности его ускорения в японских корпорациях. Нонака обратил внимание на неявное знание сотрудников, а также на взаимные трансформации неявного и явного знаний. Нонака противопоставляет свою концепцию создания знаний исходной концепции УЗ, которая, на его взгляд, была слишком связана с информационными технологиями.

Теме управления знаниями посвящено большое количество работ. Среди зарубежных исследователей необходимо отметить К. Свайби [12], Т. Девенпорт, Л. Прусак [13], Р. Майер [14], Д. Тиис [15]. Много информации содержится в работах на русском языке А. Ф. Тузовского [16], Т. Гавриловой [17], Д.В. Кудрявцева [10], А.Л. Гапоненко [18].

Американский специалист Д. Тиис, занимавшийся вопросами разработки стратегии и исследованием конкурентных преимуществ в бизнесе, рассматривал знания, как стратегический ресурс и трудновоспроизводимый источник конкурентного преимущества. По его мнению, в основе конкурентных преимуществ компании лежат динамические способности - потенциал распознавания новых возможностей и реконфигурации знаний как активов, компетенций и комплементарных активов и технологий для достижения устойчивого конкурентного преимущества [15].

Каждый из указанных источников УЗ предлагает разные подходы. В практике обычно применяются синтетические подходы по УЗ, в которых каждому аспекту УЗ уделяется необходимое внимание. Семантический подход к управлению знаниями и онтологии используются для интеграции информации из разнородных источников. Знания организации могут находиться в различных местах:

- в документах (статьи, отчёты по исследованиям, материалы конференции);
- в головах сотрудников (неформализованные знания);
- в базах данных и базах знаний.

При появлении потребности в знаниях необходимо проводить раздельный поиск в различных источниках (рис. 1):

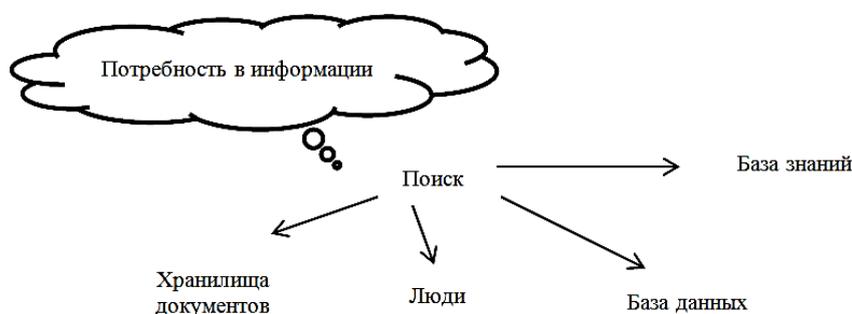


Рисунок 1 – Распределение знаний по различным источникам

Ориентированная на процесс, методология On-To-Knowledge была разработана в Университете Карлсруэ в рамках проекта, использовавшего онтологии для улучшения качества управления знаниями в больших и распределённых организациях [19]. У истоков On-To-Knowledge (ОТК) лежит CommonKADS [20] - известная методология в области разработки систем, основанных на знаниях.

Методология ОТК предлагает разделять два процесса:

- внедрение УЗ-решения в деятельность организации и его сопровождение, т.е. процесс разработки и сопровождения СУЗ;
- использование внедренного УЗ-решения, т.е. цикл преобразования знаний.

Внедрение УЗ, т.е. процесс разработки и сопровождения СУЗ в организации, обычно предполагает работу с неструктурированными информационными ресурсами (рис. 2).

Его недостатком является то, что отдельные этапы процесса преобразования знаний или жизненного цикла знаний: создание, импорт, получение, доступ, использование – очень слабо связаны (рис. 2).

Причина этого в том, что для каждого этапа процесса преобразования знаний важны разные формы преобразования документов. Такая ситуация делает повторное использование знаний крайне затруднительным.



Рисунок 2 – Схема управления жизненным циклом знаний

Процессы преобразования знаний можно описать с точки зрения получаемых результатов на этапах создания, накопления, распределения и использования знаний (рис. 3).

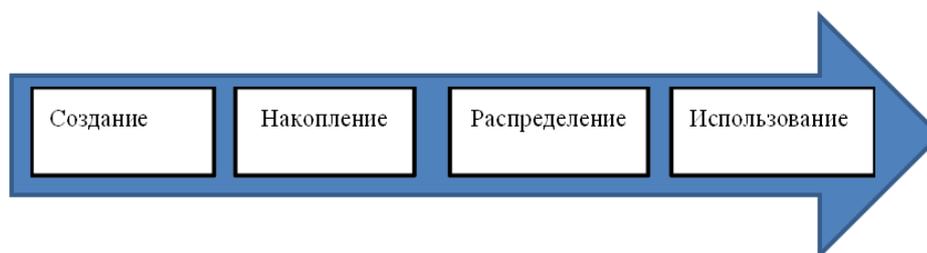


Рисунок 3 - Процессы преобразования знаний

В процессе *создания* возникают явные и неявные знания, то есть знания в головах сотрудников, а также знания, выраженные и зафиксированные в форме бумажных или электронных документов или записей. Знания формируются в результате обучения и рассуждений, процедур извлечения знаний, применения машинных методов, таких как автоматизированный вывод, обнаружение знаний (выявление знаний, англ. knowledge discovery).

В основе процесса *накопления* знаний лежит описание и структурирование имеющейся в организации информации, ресурсов, а также неявных знаний сотрудников.

Накопление знаний в организациях необходимо для формирования и сохранения активов знаний для обеспечения их доступности потребителям. Для формализованных знаний указывается их содержание, автор, место создания, область применения и прочие атрибуты. У сотрудников появляются профили, описывающие их знания, умения, опыт работы. Знания формализуются с помощью специализированных языков представления в базах знаний. Накопление знаний предполагает разработку концептуальных структур, которые используются для описания ресурсов знаний.

В процессе *распределения* нужные знания доставляются потребителям знаний в нужном виде в нужное время и место. Данный процесс осуществляется путём предоставления пользователям возможностей поиска с помощью запросов, навигации по каталогу или онтологии, почтовых рассылок, работы программных агентов или путём визуализации концептуальных структур. Целью распределения знаний является удовлетворение информационной потребности, а результатами могут быть ответы на вопросы пользователя, рекомендации, множество релевантных документов, указание на человека-носителя

знаний. Обмен неявными знаниями осуществляется посредством общения, сотрудничества и наставничества. К инструментам, которые поддерживают обмен знаниями, относятся интернет-порталы, распределенные базы данных, семинары, обучение, тренинги. Участниками обмена неявными знаниями могут быть отдельные сотрудники, группы организации, а также представители различных организаций на межорганизационном уровне.

Процесс *использования* знаний предполагает повышение эффективности деятельности сотрудников организации в целом. В условиях развития семантических технологий можно учитывать также использование накопленных знаний программными агентами. Множество знаний остаются неиспользованными либо не используются повторно. Главной задачей данного процесса является создать условия, чтобы все усилия, затраченные в предыдущих видах деятельности, окупились. В жизненном цикле знаний данный процесс является главным по важности, отправной точкой для того, чтобы знания создавались, накапливались, распространялись. Использование знаний является завершающей стадией цикла преобразования знаний, в результате данного процесса генерируются новые знания.

#### Список литературы

1. Zaim H. Performance of Knowledge Management Practices: a causal analysis // Knowledge Management. url:<http://dx.doi.org/10.1108/13673270710832163>, 2007. - Vol. 11. - N. 6. - P. 54-67.
2. Durst S., Edvardsson I.R. Knowledge management in SMEs: A literature review. //Journal of Knowledge Management, 2012. - Vol. 16(6). - P. 879-903.
3. Harris R., McAdam R., McCausland I., Reid R. Knowledge management as a source of innovation and competitive advantage for SMEs in peripheral regions //International Journal of Entrepreneurship & Innovation, 2013. - Vol. 14(1). - P. 49-61.
4. Steinmueller W.E. Knowledge-based economies and information and communication technologies //International Social Science Journal. DOI: 10.1111/1468-2451.00365, 2002. - Vol. 54(171). - P. 141-153.
5. Daud S., Yusoff W.F. Knowledge management and firm performance in SMEs: The role of social capital as a mediating variable //Asian Academy of Management Journal, 2010. - Vol. 15(2). - P. 135-155.
6. Muller E., Doloreux D. The key dimensions of knowledge-intensive business services (KIBS) analysis. A decade of evolution. //Arbeitspapiere Unternehmen und Region. url:<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0011-n-549957>, 2007.
7. Miles, I. Knowledge intensive business services: Prospects and policies // Emerald Group Publishing Limited, DOI 10.1108/14636680510630939, 2005. - Vol. 7(6). - P. 39-63.
8. Scarso E, Bolisani E. Knowledge-based strategies for knowledge intensive business services: A multiple case-study of computer service companies //Electronic Journal of Knowledge Management. url: [www.ejkm.com](http://www.ejkm.com), 2010. - Vol. 8(1). - P. 151-160.
9. Ахтеров А.В. Управление знаниями в организации: учеб. пособие / А.В. Ахтеров, О.В. Лезина, И.В. Федоров. - М.: МАДИ, 2010. - 143 с.
10. Кудрявцев Д.В. Системы управления знаниями и применение онтологий: Учеб. пособие. - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. - 344 с.
11. Wiig K., de Hoog R., van der Spek R. Supporting knowledge management: a selection of methods and techniques //Expert Systems with Applications, 1997. - Vol. 13, N. 1. - P. 15-27.
12. Sveiby Karl-Erik. The Invisible Balance Sheet, - Stockholm, 1989. -138 p.
13. Davenport T., Prusak L. Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know. - Harvard Business School Press, 1998. - 224 p.
14. Maier R. Knowledge Management Systems: Information and Communication Technologies for Knowledge Management. - Springer Berlin, 2004. - 720 p.
15. David J. Teece. Strategies for Managing Knowledge Assets: the Role of Firm Structure and Industrial Context //Long Range Planning, 2000. - Vol. 33, Issue 1. - P. 35-54.
16. Тузовский А.Ф. Разработка систем управления знаниями на основе единой онтологической базы знаний // Известия Томского политехнического ун-та. - 2007. - № 2(310). - С. 182-185.
17. Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. - СПб: Питер, 2000. - 384 с.

18. Гапоненко А.Л. Управление знаниями. - М.: ИПК госслужбы, 2001. - 52 с.
19. Staab S., Schunurr H-P., Studer R., Sure Y. Knowledge processes and ontologies //IEEE Intelligent Systems, Special Issue on Knowledge Management, 2001. - Vol. 16(1). - P. 26-34.
20. Schreiber G., Akkermans H., Anjewierden A., R. de Hoog, Shadbolt N., W. van de Velde, Wielinga B. Knowledge Engineering and Management: The CommonKADS Methodology //The MIT Press, Cambridge. - MA, 2000. - 455 p.

Получено 15.12.2016

---

УДК 004.82

**Г. Жомартқызы**

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

#### УПРАВЛЕНИЕ ЗНАНИЯМИ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ВУЗА

Знания, интеллектуальная собственность, интеллектуальные ресурсы осознаются в последние десятилетия в качестве важнейшей движущей силы экономики «третьей волны», новой экономики, основанной на расширенном воспроизводстве знаний [1]. Знание как интеллектуальный капитал постепенно становится одним из важнейших факторов развития экономики и общества.

Для современного высшего учебного заведения как открытой социально-экономической и самоорганизующейся системы процессы создания, накопления, использования и распространения знаний становятся ключевыми и обеспечивающими подготовку конкурентоспособных специалистов. В условиях развитого рынка конкурентоспособность вуза определяется его готовностью к непрерывному инновационному процессу, основанному на использовании существующих *знаний* и генерации новых.

Знание является основным ресурсом в процессе оказания образовательных услуг и ведения научно-исследовательской деятельности. Система управления знаниями становится незаменимым конкурентным преимуществом в конкурентной борьбе вузов.

Одним из часто используемых определений знания является следующее: «Знания – это комбинация данных и информации, к которой добавлены мнения, навыки и опыт экспертов, что даёт в результате ценный актив, который может быть использован при принятии решений» [2].

Знание - проверенный практикой и удостоверенный логикой результат познания действительности, отражённый в сознании человека в виде представлений, понятий, суждений и теорий. Знания – это результаты обобщения фактов и установления определённых закономерностей в какой-либо предметной области, которые позволяют ставить и решать задачи в этой области [3].

Рассел Аккоф, один из классиков исследования операций, предложил следующую иерархию знаний: данные - информация - знания - понимание - мудрость (рис. 1) [4].

Данные - это факты, рассматриваемые безотносительно к какому-либо контексту. Информация - это выделенная и упорядоченная часть базы данных, обработанная для использования, то есть отвечающая на вопрос: «Кто? Что? Где? Когда?» [3].

Знание - это выявленные тенденции или существенные связи между фактами и явлениями, представленные в информации. Понимание - это осознание закономерностей, содержащихся в разрозненных знаниях, позволяющее ответить на вопрос: «Почему?». Мудрость - взвешенное, оценённое понимание закономерностей с точки зрения прошлого и будущего.

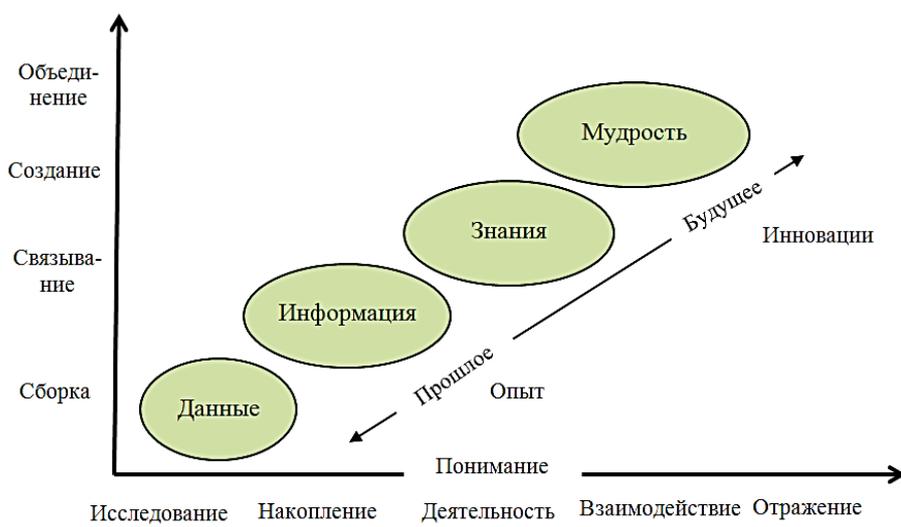


Рисунок 1 – Иерархия уровней знаний

Уровень иерархии направляется от «данных» к «мудрости». Каждое из приведённых понятий является основой для последующего, используется для получения элементов нового, более высокого качества знаний. По утверждению Р. Аккофа первые три понятия имеют дело с прошлым или с тем, что уже известно, а мудрость касается будущего.

Перефразируя [2], можно определить, что *научные знания вуза* как комбинация данных и информации, к которой добавлены мнения, навыки и опыт учёных и преподавателей вуза, являются ценным активом, который может обеспечить преимущество на рынке образовательных услуг, в проектной, научно-практической и инновационной деятельности.

Существуют различные подходы к классификации знаний в организациях. Наиболее распространённым является деление на явное и неявное знание.

Явные знания организации формализованы в документах, таких как: сообщения, письма, статьи, справочники, патенты, чертежи, видео- и аудиозаписи, документация по программному обеспечению и т.д. Формализованные знания формируют структурный капитал, включающий в себя также компьютерные программы, торговые марки и все остальные организационные аспекты, обеспечивающие производительный труд работников.

Скрытые или неявные знания не формализуются, отражают персональные знания, связанные с индивидуальным опытом. Неявное знание сложно передаётся от одного человека к другому. Считается, что именно скрытое практическое знание является ключевым для принятия решений и управления. Скрытые знания формируют человеческий капитал, который воплощён в сотрудниках или коллективах организации как совокупность знаний, квалификации, новаторства каждого из сотрудников, как система ценностей, культура и философия организации [3; 5].

Между явными и неявными знаниями происходит непрерывный обмен и трансформация [6]. Нонака И., Такеучи Х. предложили циклический процесс преобразования знаний: социализация, формализация, комбинирование, усвоение:

- из неявного в неявное: социализация;
- из неявного в явное: экстернализация (формализация);
- из явного в явное: комбинирование;
- из явного в неявное: интернализация (усвоение).

Этот циклический процесс показан на рис. 2 [7].

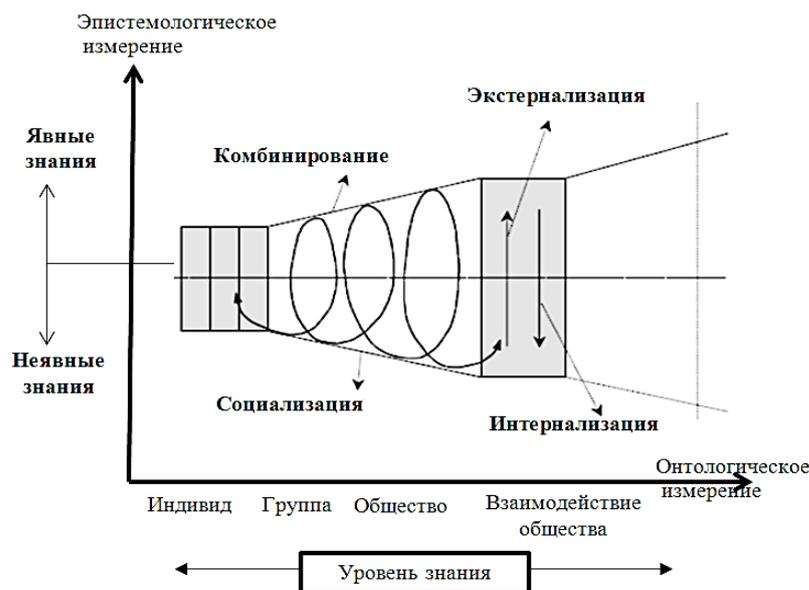


Рисунок 2 - Обмен и трансформация явных и неявных знаний

Преобразование знаний в организации происходит посредством взаимодействия явного и неявного знания. В результате преобразования или трансформации знаний происходит его качественное и количественное увеличение.

Социализация включает формирование и передачу неявных знаний посредством персонального взаимодействия носителей знаний. Данный процесс происходит без создания явных знаний, связан с обменом знаниями в организации и формированием организационной культуры, поддерживающей стремление специалистов делиться своими опытом и знаниями.

Процесс экстернализации выполняется путём формализации неявных знаний где неявные знания преобразуются в явные как итог дискуссий, семинаров, мозгового штурма и т.п. В результате неявные знания превращаются в формализованные концепции, а индивидуальные знания – в организационные, что является главной задачей управления знаниями.

Комбинирование – перевод явных знаний в явные, осуществляется в ходе интеграции различных источников информации, в процессе составления обзоров и сводных отчётов. Увеличение явных знаний происходит здесь за счёт пополнения баз и хранилищ коллективного пользования, классификации и систематизации файлов и документов и т.п. Данный процесс предполагает реформирование существующих явных знаний с целью использования более эффективных методов и процессов. На этапе комбинации знаний выполняются задачи категоризации и организации базы знаний, которая содержит значимую информацию, обладает интуицией и легко может быть использована.

Процесс интернализации (усвоение) связан с переводом явных знаний в неявные и выполняется в процессе чтения и изучения электронных ресурсов из баз данных. В процессе мыслительной деятельности явные знания переводятся в новые неявные знания. Важную роль в этом процессе трансформации играют члены групп, с которыми работает человек, и организационная рабочая культура. Эти факторы способствуют организационному обучению [5].

На уровне организации знания или интеллектуальные ресурсы - это комплексная категория, объединяющая интеллектуальный капитал людей и различные формы нематериальных активов, фиксирующие знания и профессиональные умения (объективированные знания) [8].

Интеллектуальный капитал или нематериальные активы вуза являются источником новых научных знаний. В работе Эдвинсона [9] была разработана иерархическая структура интеллектуального капитала высшего учебного заведения - модель «Skandia Value Scheme». Основными компонентами данной модели являются человеческие активы (капитал) и инновационный капитал, которые относятся к скрытым (неявным) знаниям (tacit knowledge).

Иерархическая структура интеллектуального капитала высшего учебного заведения, разработанная на основе модели «Skandia Value Scheme» Л. Эдвинсона, представлена на рис. 3.



Рисунок 3 – Структура интеллектуального капитала вуза

*Человеческий капитал* или человеческие активы вуза – это преподаватели, сотрудники, специалисты высокой квалификации и культуры, наделённые знаниями, опытом, мастерством, способностью к креативному мышлению и творчеству. Составляющие этой части интеллектуального капитала покидают вуз вместе с носителем знаний.

*Структурный капитал* непосредственно не связан с носителями знаний, он характеризует обобщённый интеллектуальный потенциал и уровень развития инфраструктуры организационно-управленческой деятельности вуза. В свою очередь подразделяется на имиджевый и организационный капитал.

*Имиджевый капитал* оценивается известностью и значимостью (рейтингом) вуза на рынке образовательных услуг и в сфере научных исследований.

*Организационный капитал* включает инновационный и процессный капитал.

*Процессный капитал* или структурные активы - это менеджмент качества, корпоративная культура, организационные модели, процессы информационные технологии, связанные с управлением образовательной, инновационной и научной деятельностью вуза.

*Инновационный капитал* объединяет интеллектуальные активы и интеллектуальную собственность вуза.

*Интеллектуальные активы* – это информационно-интеллектуальные ресурсы, возникшие как результат знаний, компетенции и интеллектуального труда сотрудников вуза (проекты, программы, научно-технические отчёты, публикации, доклады и пр.).

*Интеллектуальная собственность* - это объекты патентного права (изобретения, полезные модели, промышленные образцы); объекты авторского права (карты, планы, эскизы, иллюстрации и трёхмерные произведения, относящиеся к географии, топографии и другим наукам, программы для ЭВМ, энциклопедии, онтологии, базы данных и пр.); другие объекты гражданских прав (результаты творческой интеллектуальной деятельности, ноу-хау, фирменные наименования, товарные знаки и пр.).

С учётом приведённой структуры интеллектуального капитала вуза *цель управления знаниями* вуза можно сформулировать следующим образом: повышение человеческого и инновационного капитала для ускорения собственного развития и повышения конкурентоспособности на рынке образовательных услуг, в проектной, научно-практической и инновационной деятельности.

#### Список литературы

1. Toffler A. The Third Wave. - М.: АСТ, 2010. - 784 p.
2. European Guide to good Practice in Knowledge Management, Part 1: Knowledge Management Framework.url:[http://enil.ceris.cnr.it/Basili/EnIL/gateway/europe/CEN\\_KM.htm](http://enil.ceris.cnr.it/Basili/EnIL/gateway/europe/CEN_KM.htm), 2004.
3. Кудрявцев Д.В. Системы управления знаниями и применение онтологий: Учеб. пособие. - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. - 344 с.
4. Ackoff R.L. From Data to Wisdom //Journal of Applied Systems Analysis, 1989. - Vol. 16. - P. 3-9.
5. Ахтеров А.В. Управление знаниями в организации: Учеб. пособие / А.В. Ахтеров, О.В. Лезина, И.В. Федоров. - М.: МАДИ, 2010. - 143 с.
6. Нонака И. Компания - создатель знания. Зарождение и развитие инноваций в японских фирмах / И. Нонака, Х. Такеучи. - М.: Олимп-Бизнес, 2003. - 384 с.
7. Peter Heisig. European Guide to Good Practice in Knowledge Management. Frameworks on Knowledge Management, Brussels.
8. url: [http://www.iwp.jku.at/born/mpwfst/03/0305\\_km\\_approaches\\_ph7490c.pdf](http://www.iwp.jku.at/born/mpwfst/03/0305_km_approaches_ph7490c.pdf), 2002.
9. Климов С.М. Интеллектуальные ресурсы общества. - СПб.: ИВЭСЭП, Знание, 2002. - 199 с.
10. Edvinsson L. Developing intellectual capital at Skandia //Long Range Planning J. url:[http://dx.doi.org/10.1016/S0024-6301\(97\)90248-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0024-6301(97)90248-X), 1997. - Vol. 30(1). - P. 366-373.

Получено 15.12.2016

---

УДК 65.011.56

**А.Б. Касымова**

Международный Университет Информационных технологий, г. Алматы.

#### ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗАЯВОК ДЛЯ ОБРАБОТКИ В СИСТЕМЕ Э-KOMMEPЦИИ

Э-коммерция состоит из множества процессов, начиная от этапа закупки-завоза товара на склад, заканчивая доставкой этого товара клиентам и т.д. Поэтому для правильного и эффективного усовершенствования и развития системы э-коммерции в первую очередь требуется, исходя из системных позиций формализация процессов э-коммерции, сформулировать задачи оптимального выполнения этих процессов, а также найти эффективный алгоритм их решения.

Для того чтобы все эти этапы работали оптимально и бесперебойно, необходимо рассматривать все процессы электронной коммерции комплексно, охватывая все специализированные процессы, которые входят в состав общего бизнес-процесса.

В данной работе, исходя из вышеотмеченных подходов, исследуются процессы первичной обработки заявок: прием, регистрация, проверка надежности подаваемых заявок, формализация содержания.

*Общая задача процессов выполнения заявок.* В работе [1] проведен анализ проблемной области э-коммерции и сформулирована общая задача оптимального ведения э-коммерции, а именно процессы выполнения заявок при заданном варианте инфраструктуры э-коммерции. Далее определены этапы решения данной общей задачи. Здесь рассматривается этап подготовки заявок для формализованной обработки.

*Формализация процессов приема и содержания заявок.* В текущий момент  $t$  подается (или принимается) проект-заявка на приобретение товаров покупателем (заявителем). Подача заявки осуществляется путем заполнения заявителем формы заявки э-магазина. Если в тексте при заполнении имеются орфографические ошибки и неточности, то их устраняют вместе с заявителем в диалоговом режиме.

Прежде чем приниматься и регистрироваться, проект-заявки проходят проверку на надежность заявителя. Одним из способов оценки надежности покупателя является анализ поведения покупателя по историческим данным, как раньше заказывал данный покупатель и как он себя вел.

Надежность покупателя или заявителя также можно определить по историческим данным из других ресурсов или Интернета путем поиска данных о корректности и надежности данного заявителя. Данный процесс напоминает банковский процесс проверки надежности будущего заемщика в процессе оформления.

Отсекаем те проект-заявки, которые невозможно выполнить, или если заявитель ненадежный, например, если есть сомнения, что заявитель дает ложные реквизиты, или он неплатежеспособен. Выполняемые проект-заявки назовем перспективными и принимаем как заявки.

После приема текущей проект-заявки  $Or_{тек}$  следующие данные регистрируются путем занесения входных данных в базу регистрации заявок:

- дата заказа (с идентификатором или кодом D);
- время подачи заявки (с идентификатором или кодом T);
- порядковый номер цикла обслуживания покупателя (с идентификатором или кодом L);
- ФИО заявителя (с идентификатором или кодом F);
- порядковый номер заявителя (с идентификатором или кодом J);
- порядковый номер подачи заявки (с идентификатором или кодом I);
- адреса доставки товаров заявки (с идентификатором или кодом A, если товар доставить по нескольким адресам, то  $\{A_1, A_2, A_3, \dots\}$ );
- заказываемые товары в заявке (с идентификатором или кодом Tv, если заявлено несколько видов товаров, то  $\{Tv_1, Tv_2, Tv_3, \dots\}$ ).

После приема и регистрации текущая проект-заявка  $Or_{тек}$  приобретает статус заявки и ей присваивается регистрационный номер  $Or_i$ , состоящий из следующего кода:

$$ID(Or_i) = [\text{код дата}] [\text{код время}] [\text{код номер цикла обслуживания}] [\text{код порядковый номер заявителя}] [\text{код порядковый номер заявки в цикле}] = DTLJI$$

(или D.T.L.J.I),

где D – код дата заказа, T – код время подачи заявки, L – код порядковый номер цикла обслуживания покупателя, J – код порядковый номер заявителя, I – код порядковый номер подачи заявки.

Код признака занесем как код заявок в базу (БДЗ) согласно порядку поступления (рис. 1). Заполнение данной базы данных заявок происходит по мере обработки заявок.

п/п	Код заявок D.T.L.J.I	Дата заказа	Время подачи заявки	Порядковый номер цикла обслуживания покупателя	Порядковы й номер заявителя	Порядковы й номер подачи заявки
1	$D_1.T_1.L_1.J_1.I_1$	DD.MM.YY	H.M.S	$L_1$	$J_1$	$I_1$
2	$D_2.T_2.L_2.J_2.I_2$	DD.MM.YY	H.M.S	$L_2$	$J_2$	$I_2$

Рисунок 1 - База данных «Код заявок»

Приняты следующие правила или допущения подачи заявки:

1. Один и тот же человек (покупатель) может подавать несколько заявок.
2. В заявке несколько видов товаров в неограниченном количестве (но предполагаем в пределе разумности, все-таки неофициально существует верхний предел).

3. Можно на каждый товар оформить заявку.

4. Прием заявки осуществляется 24 часа, без выходных.

Прием заявок производится в течение времени  $T = \Delta t$ , в частности  $\Delta t = 1$  час.

Накопленные заявки за интервал времени  $\Delta t$  будут такие:

$$Or = \{Or_i\}, i=1, I, \quad (1)$$

где  $Or_i$  – заявка с  $i$ -ым номером, поданная в текущем цикле обслуживания заявителя (покупателя), или порядковый номер поступления в текущем цикле обслуживания покупателей.

Если считать, что один покупатель подает одну заявку, то порядковый номер покупателя и номер заявки совпадают. Тогда один покупатель в одной заявке заявляет несколько видов товаров с неограниченным объемом (весом, количеством).

Совокупность заявок (1) составляет пакет заявок для одного цикла обслуживания заявок заявителей или покупателей соответственно.

Далее, содержание каждой заявки переводится в признаковое пространство, т.е. каждая заявка представляется в виде набора признаков. Таким образом, атрибуты и характеристики каждой заявки будут представлены в виде вектора признаков, а всех заявок в пакете текущего цикла обслуживания заявителя в виде:

$$\chi(Or_i) = \{\chi_{ij}\}, i=1, I, j=1, J_i, \quad (2)$$

где  $\chi(Or_i) = \{\chi(Or_{ij})\}$  или  $\chi(Or_i) = \{\chi_{ij}\}, j=1, J$  – атрибуты и характеристики заявок  $Or_i$ .

Признаки по содержанию поданной заявки  $\chi(Or_i) = \{\chi_{ij}\}$  таковы:

- $\chi_{i1}$  – имя (ФИО) или название организации/предприятия покупателя.
- $\chi_{i2}$  – статус клиента: юридический, физический  $St(Kl_i)$  – клиент товаров  $i$ -й заявки. Статус клиента:  $St(Kl_i) = \{1$  - если юридический,  $0$  - если физический}.
- $\chi_{i3}$  – категория покупателя: частное или юридическое лицо.
- $\chi_{i4}$  – признаки заказанных товаров. В связи с тем, что покупатель заказывает несколько видов товаров,  $\chi_{i4} = \{\chi_{i4k}\}, k=1, K_i$ .
- $\chi_{i5}$  – признаки количества или веса и объема товаров. Для каждого вида следует показать количество или вес товаров:  $\chi_{i5} = \{\chi_{i5k}\}, k=1, K_i$ .
- $\chi_{i6}$  – дата и время заказа.
- $\chi_{i7}$  – форма оплаты: с предоплатой, после получения клиентом товаров, частичная предоплата, частично после получения клиентом товаров.
- $\chi_{i8}$  – форма доставки: самовывоз, с доставкой.
- $\chi_{i9}$  – признаки адресов доставки товаров клиенту  $Adr(g_i)$ . Возможно доставить различные товары по разным адресам:  $\chi_{i9} = \{\chi_{i9l}\}, l=1, L_i$ .

- $\chi_{i10}$  – признаки времени доставки товаров клиенту  $\text{Tim}(g_i)$ . Возможно доставить различные товары в различное время:  $\chi_{i10} = \{\chi_{i100}\}$ ,  $\theta=1, \Theta_i$ .

Таким образом, формализованное представление заявки или модель заявки (заявки с выше установленными данными), а именно:

$$\begin{aligned}
 Or &= \{Or_i\}, i=1, I \\
 Or_{tek} &= Or_i \\
 ID(Or_i) &= DTLJI, \\
 \chi(Or_i) &= \{\chi_{ij}\}, i=1, I0, j=1, J_i, \\
 A &= \{A_1, A_2, A_3, \dots\}, \\
 Tv &= \{Tv_1, Tv_2, Tv_3, \dots\},
 \end{aligned} \tag{3}$$

поступает на обработку, т.е. дальнейшая обработка заявок проводится по признакам.

Код признака занесем в базу данных «Код заявок» (рис. 2).

п/п	Код заявок D.T.L.J.I	Признаки подзаявок $\{\chi_{ij}\}, j=1, 10$
1	$D_1.T_1.L_1.J_1.I_1$	$\{\chi_{ij}\}, j=1, 10$
2	$D_2.T_2.L_2.J_2.I_2$	$\{\chi_{ij}\}, j=1, 10$

Рисунок 2 - База данных «Код заявок», с указанием признаков подзаявок

Теперь построим алгоритм принятия и формализации надежных заявок.

1. Начало.
2. Установить длительность интервала времени на прием заявок на текущий цикл обслуживания.
3. Ожидание инициализации процесса покупки товаров покупателем.
4. Инициация покупателем о покупке.
5. Представление формы проект-заявок системой.
6. Заполнение покупателем формы своими данными.
7. Проверка корректности заполнения.
8. В случае некорректности просить покупателя исправить.
9. Если все верно, то проходит проверка надежности по ФИО.
10. Если информация корректна, происходит проверка соблюдения правил оформления заказа товаров в э-магазине.
11. Если не соблюдены правила подачи заявок, то показать эти правила и попросить исправить.
12. Если все надежно, то происходит принятие проект-заявки как заявки.
13. Занесение данных заявки во входную регистрационную базу.
14. Заявке присваивается регистрационный код.
15. Выдача сообщения о том, что заявка принята, регистрационные данные и другие комментарии.
16. Заявку формализовать в виде набора признаков.
17. Если еще не закончено время приема заявок на текущий цикл обслуживания покупателей, то снова принимать заявки путем перехода на начало.
18. Если интервал времени завершен, то происходит формирование пакета заявок и передача данных пакета заявок для дальнейшей обработки и принятия решений и планирования процесса выполнения заявок, процесса развозки и доставки товаров клиентам, планирование обслуживания покупателей/клиентов.

19. Оформление отчета по данному этапу выполнения заявок и выдача и рассылка потребителям информации э-коммерции и э-магазина.

20. Конец.

*Заключение.* Работа посвящена формализации процессов принятия, регистрации заявок на покупку товаров, а также формированию проект-заявок для обработки с целью планирования процесса обслуживания клиентов в э-коммерции.

Процесс приема заявок состоит из двух этапов. На первом этапе покупатель вводит проект-заявку. Проверяется корректность заполнения проект-заявки. После устранения ошибок в проект-заявке проверяется надежность заявителя. Если подтверждается надежность заявителя, проект-заявка принимается системой как заявка и регистрируется, после чего содержание заявки формализуется и получает идентификационный код.

Предложен алгоритм всего процесса принятия заявки и ее формализация.

#### Список литературы

1. Куандыков А.А. Системно-объектный анализ проблемной области э-коммерции / А.А. Куандыков, А.Б. Касымова // Промышленность Казахстана. – 2016. – №. 3.
2. Репин В.В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – С. 544.
3. Курмангалиева Б.К. Формализация процессов бизнес-деятельности компании с целью поддержки процесса выполнения / Б.К. Курмангалиева, Р.К. Ускенбаева // Вестник КазНТУ. – 2014. – № 4. – С. 205-2012.
4. Курмангалиева Б.К. Методы повышения функциональности системы поддержки бизнес-процессов организаций / Б.К. Курмангалиева, Р.К. Ускенбаева, А.А. Куандыков и др. // Вестник ЕНУ. – 2014. – № 6 (103). – С. 90-97.

Получено 15.12.2016

---

ӨОЖ 004. 415

**И.М. Увалиева, С.К. Кумаргажанова, Ж.Е. Даниярова**

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

#### БАЛАЛАРДЫҢ ДАМУЫНЫҢ ФИЗИОЛОГИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІНІҢ АУЫТҚУЫН БАҒАЛАУДЫҢ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫН ЖАСАҚТАУ

Педиатрия (гректің «paíd» - сәби, бала және «iatria» - емдеу) – балалар туралы ілім, ол балалардың туылған кезінен бастап, ересек жасқа дейінгі дамуын, өсу заңдылығын, бала ауруларының себептері мен дамуы, оларды анықтау, емдеу және алдын алу әдістерін оқытады [1].

Бала ағзасы ересек адамның кішірейтілген түрі емес екені, бала өмірі әртүрлі кезеңдерге бөлініп, әр кезеңге тән анатомиялық, физиологиялық ерекшеліктері мен аурулары кездесетіні мәлім. Балалардың денсаулығы - болашақтағы дені сау қоғам кепілі. Бала кезден денсаулықты күту, дене тәрбиесін дамыту болашақта дені сау азаматтың қалыптасуының басты шарты. Баланың туылғаннан дене салмағын, бойын, бас және кеуде өлшемдерін алу және арнайы кестелер бойынша жасына сәйкестігін анықтау, яғни баланың физикалық дамуын анықтау арқылы оның жетілуін, тамақтануын бағалауға болады. Физиологиялық дамуын бағалауды антропометрия дейміз. Физиологиялық дамуы бойынша келесі диагноздар қойылады: жасына сай салмағы бойынша – нормотрофия, гипотрофия, паратрофия; бойы бойынша – нормосомия, гиперсомия (гигантизм), гипосомия (нанизм); басының көлемі бойынша – микроцефалия, гидроцефалия т.б. [5].

Баланың физиологиялық көрсеткіштерінің дамуын бақылауда әртүрлі әдістер қолданылады:

- физикалық дамуды индекс әдісімен бағалау;
- физикалық дамуды сигмадан ауытқу әдісімен жеке бағалау;
- балалар мен жасөспірімдердің физикалық дамуын центильдік әдіспен бағалау;
- балалар мен жасөспірімдердің физикалық дамуын регрессиялық шкала әдісімен бағалау.

Физикалық дамуды индекс әдісімен бағалауда физиологиялық даму индекстері физиологиялық даму көрсеткіштерінің байланысын сипаттайды және оны бағалауда антропометриялық-математикалық формулалар қолданылады.

1-кестеде антропометриялық индекстер және олардың сипаттамалары көрсетілген.

1-кесте

Индекс атауы	Сипаттамасы
Эрисман индексі	ОГр - 1/2 бойы. 1 жасқа дейін: 10 см; 2 - 3 жас аралығында: 6 - 9 см; 8 - 15 жас аралығында: 1 - 3 см
Кетле II индексі	Дене салмағының индексі. Бұл индекс баланың тамақтануын бағалау мен талдау жасауға арналған.
О. Ф. Тур индексі	Кеуде өлшемі мен бас өлшемінің айырмашылығы: норма - 1-7 жас аралығында кеуде өлшемі бас өлшемінен баланың жасы қаншада болса, сонша см артық болады.

Физиологиялық дамуды сигмалды ауытқулар әдісі арқылы анықтау әдісі ең қарапайым болып табылады. Бұл жағдайда индивидуумның физикалық даму көрсеткіштерін стандарттар кестесінен алынған жас-жыныс тобына сәйкес орташа арифметикасымен салыстырады. Тексерілуші мәліметтерінің орташа көрсеткіштерден айырмашылығы болады. Олардың айырмашылық дәрежесін бағалау үшін бұл айырмашылықты сәйкес белгімен (+ немесе -) орташа квадраттық ауытқуға бөледі, сигмалды ауытқуды табады. Осылайша индивидуалды көрсеткіш осы көрсеткіштің орташа арифметикасынан қанша сигмаға айырмашылығы барын анықтайды. Сигмалды ауытқулардың шамасына қарай физиологиялық даму дәрежесі туралы айтуға болады [2].

Мұндай бағалау келесі формула бойынша жүргізіледі:

$$V = M / k,$$

мұндағы  $V$  – көрсеткіштің варианты;  $M$  – жас-жыныс тобына арналған арифметикалық орта;  $k$  – орташа квадраттық ауытқу.

Нәтижелер келесідей бағаланады: орташа физиологиялық дамуда индивидуалды мәндердің жастық стандарттардан [ $M (+)$  немесе  $M (-)$ ] бірден артық емес сигма айырмашылығы болады.

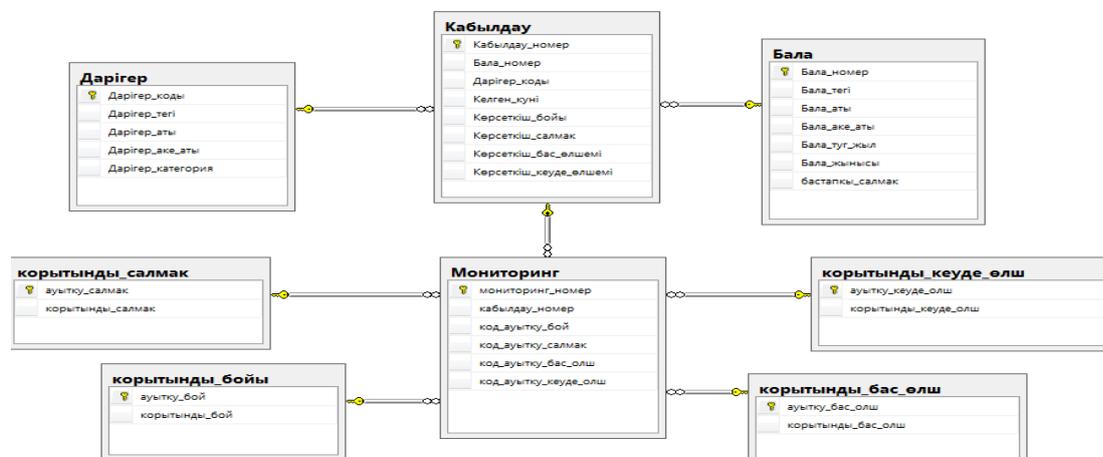
Сигмалды ауытқулардың шамасына байланысты физиологиялық дамуды 5 топқа бөледі (2-кесте).

2-кесте

Физиологиялық даму тобы		Сигмалды ауытқу
I	Орташа даму	$M - 1\delta$ -дан $M + 1\delta$ -ға дейін
II	Ортадан жоғары	$M + 1\delta$ -дан $M + 2\delta$ -ға дейін
III	Жоғары	$M + 2\delta$ -дан $M + 3\delta$ -ға дейін
IV	Ортадан төмен	$M - 1\delta$ -дан $M - 2\delta$ -ға дейін
V	Төмен	$M - 2\delta$ -дан $M - 3\delta$ -ға дейін



Жоғарыда қарастырылған балалардың физиологиялық көрсеткіштерін бағалау әдістерінен индекстер және центильді кестелер әдісі арқылы бағалау таңдалынып, баланың физиологиялық даму көрсеткіштерінің деректер базасы жобаланды. Бұл деректер базасын жобалауда SQL Server 2012 деректер базасын басқару жүйесі қолданылды [3].



1-сурет - Баланың физиологиялық даму көрсеткіштері деректер базасының MS SQL Server-де тұрғызылған диаграммасы

Баланың физиологиялық даму көрсеткіштері деректер базасының клиенттік қолданбасы тұрғызылды. Бұл клиенттік қолданба Visual Studio 2015 заманауи аспаптық ортасында .NET платформасында C# 4.0 тіліндегі Windows қосымшасы түрінде және ADO.NET объектілік модельдің дербес деңгейінің кластарын пайдалану арқылы жасақталды [4]. 2-суретте баланың көрсеткіштері, нормалары және әр көрсеткіші бойынша қорытынды көрсетілген.

Аты-жөні	Бала_туғ_жыл	Көрсеткіш_бойы	норма кеуде өлшемі	Көрсеткіш_кеуде_өлшемі	норма бас өлшемі	Көрсеткіш_бас_өлшемі	норма бой	Көрсеткіш_салмақ	норма салмақ
Құрмбаева Е. К.	10.10.2011	102	45,5	48	50,0	52	106,0	12,5	20,5
Садьбеков К. К.	03.02.2013	84	42,5	47,5	48,0	47,2	92,0	14,8	16,5
Кенесханов О. М.	03.08.2015	70	39,5	35,3	47,6	37	82,0	4	12,5
Құрмбаева Ж. ...	10.10.2011	80	45,5	53,6	50,0	52	106,0	19	20,5
Сабитов Е. А.	07.03.2010	103	47,0	54	50,6	50,8	112,0	20,5	22,5
Бекбергенова А. ...	20.05.2008	110	50,0	47	51,8	62	124,0	24,2	26,5
Серикова А. Д.	07.03.2015	62,2	50,5	45	45,5	43,9	61,0	9,1	10,3
Дауренов А. А.	01.03.2015	58	50,5	47,8	45,5	52	61,0	6	10,6
Даниярова А. Е.	06.06.2011	99,5	45,5	43	50,0	43	106,0	20	20,5
Садьбеков Б. С.	01.03.2015	57	50,5	45	45,5	44	61,0	6	10,7000008

Аты-жөні	көрсеткіш_бас_өлшемі	көрсеткіш_салмақ	көрсеткіш_бой	көрсеткіш_кеуде_өлшемі
Құрмбаева Е. К.	киші	үлкен	үлкен	киші
Садьбеков К. К.	үлкен	үлкен	үлкен	киші
Кенесханов О. М.	үлкен	үлкен	үлкен	үлкен
Құрмбаева Ж. ...	киші	үлкен	үлкен	киші
Сабитов Е. А.	киші	үлкен	үлкен	киші
Бекбергенова А. ...	киші	үлкен	үлкен	үлкен
Серикова А. Д.	үлкен	үлкен	орташа	үлкен
Дауренов А. А.	киші	үлкен	үлкен	үлкен
Даниярова А. Е.	үлкен	үлкен	үлкен	үлкен
Садьбеков Б. С.	үлкен	үлкен	үлкен	үлкен

2-сурет - Баланың физиологиялық даму көрсеткіштері деректер базасының клиенттік қолданбасы

Егер жоғарыда қарастырылған төрт параметр (салмақ, бой, кеуде өлшемі, бас өлшемі) бала жасына сәйкес болса, немесе барлығы да бірдей 10% жоғарылатылған немесе төмендетілген болса, даму үйлесімді болады. Жоғарыда айтылғандардың бір-біріне сәйкес келмеушілігі болғанда, үйлесімді емес даму байқалады. Ал пропорционалдық индекстері жастық нормаға сәйкес болған кезде, пропорционалды даму байқалады.

Сондықтан бала дұрыс жетілуі үшін баланың физиологиялық көрсеткіштерінің дамуын бақылап отыру қажет. Осы мақалада баланың физиологиялық дамуын жоғарыда көрсетілген көрсеткіштер бойынша әртүрлі әдістер арқылы бағалап, пропорцияларын есептеу мақсатында Visual Studio 2015 ортасында математикалық қамтамасы бар ADO.NET объектілік модельдің кластарын пайдалану арқылы ақпаратты-аналитикалық жүйесі жасақталды.

#### Қолданылған әдебиеттер

1. Непосредственное обследование ребенка / Под ред. В.В. Юрьева. - СПб.: Питер, 2009.
2. Варанова А.А. Педиатрия, 2015.
3. Кривоногова Л.М. Деректер базаларының жүйелері / Л.М. Кривоногова, И.М. Увалиева. - Өскемен: ШҚМТУ, 2012. - 89 б.
4. Кариев Ч.А. Разработка Windows-приложений на основе Visual C#. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, Интернет-университет информационных технологий - ИНТУИТ.ру, 2007.

Получено 23.11.16

---

УДК 621-02

**А.А. Ұзақпай, И.М. Увалиева, С.К. Кумаргажанова**

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

#### ЛОМБАРД ҚЫЗМЕТІНІҢ БИЗНЕС-ҮДЕРІСТЕРІН CASE-ҚҰРАЛДАРЫ КӨМЕГІМЕН ТАЛДАУ

Ломбард - жеке тұлғаларға зергерлік бұйымдарды кепілдікке қою арқылы қысқа мерзімді қарыз беретін мекеме. Қазіргі уақытта мұндай мекемелер өте көп. Мақалада зергерлік бұйымдарды қабылдайтын ломбард жүйесінің бизнес-үдерістерін CASE-құралдары көмегімен модельдеу, белгілі бір мекеменің бизнес-үдірісіне зерттеу жүргізу қарастырылған.

CASE-құралдарын қолдану мүмкіндіктері арқылы пайдалану нұсқалары диаграммалар жүйесінің қызмет ету бағытын немесе осы жүйе не істеу керектігін сипаттайды.

Диаграмманы әзірлеу келесі мақсаттарды көздейді:

- модельденетін пәндік аймақ туралы жалпы шекараларын және контексін анықтау;
- жобаланатын жүйе қызметінің тәртібіне жалпы талаптарды дайындау;
- логикалық және физикалық модельдер формасына детализациялау /тәптіштеу/ үшін жүйенің бастапқы концептуалды моделін әзірлеу;
- жүйені әзірлеушілердің оған тапсырыс берушілері және пайдаланушыларымен әрекеттесу үшін бастапқы құжаттаманы дайындау.

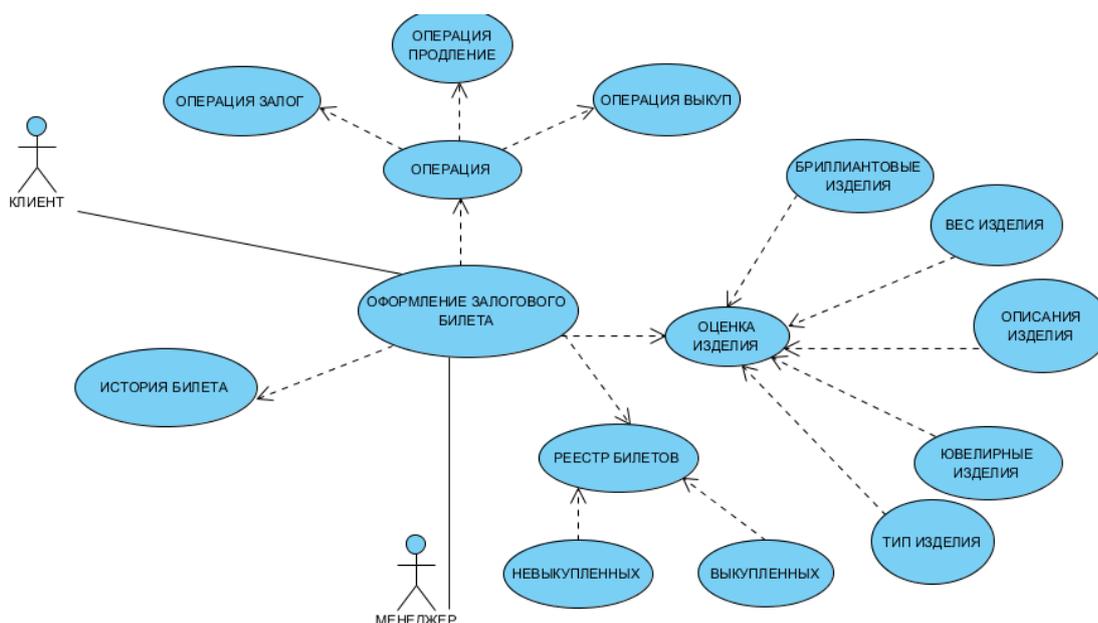
Пайдалану нұсқалары диаграммасының мәні келесіде: жобаланатын жүйе пайдалану нұсқаларының көмегімен жүйемен әрекеттесетін түпмәндер немесе актерлердің жиынтығы түрінде сипатталады. Мұнда актер (actor) немесе әрекет етуші тұлға деп жүйемен сырттан әрекеттесуші кез келген түпмән аталады. Бұл әзірлеуші, өзі

анықтағандай, модельденетін жүйеге әсер ету көзі бола алатын адам, техникалық құрылғы немесе кез келген басқа жүйе болуы мүмкін. Пайдалану нұсқасы жүйе актерге ұсынатын қызметтерді сипаттау үшін қызмет етеді. Пайдалану нұсқаларының диаграммасы оның құрауыштарының мәнін немесе семантикасын ашатын түсініктеме мәтінмен толықтырылуы мүмкін [1].

Ломбард қызметінің пайдалану нұсқаларының диаграммасын тұрғызу келесідей сипатталады, ол 1-суретте көрсетілген.

UML тілінде актерлер және пайдалану нұсқаларының арасындағы қатынастардың бірнеше стандартты түрлері бар:

- орайластырулар, ассоциация (association relationship);
- кеңейтулер (extend relationship);
- қатынасу (generalization relationship);
- қосылу (коосу) (include relationship).



1-сурет - Ломбард пәндік аймағын пайдалану нұсқаларының диаграммасы

Пәндік сала - қысқа мерзімдік қарыз жүйесі. Осы пәндік саланы сипаттайтын бизнес-үрдістері: кепілдік билетін рәсімдеу, операция, кепіл операция, ұзарту операциясы, сатып алу операциясы, бұйымды бағалау, билеттер реестрі, билет тарихы, гауһар тасты бұйымдар, әшекей бұйымдар, бұйым сипаты, бұйым түрі, бұйым салмағы. Сондай-ақ пәндік саланың аймағында мынадай актерлер: клиент, менеджер бар.

Диаграмманың мәні келесіде бекітіледі: жобаланатын жүйе негіздердің жиынтығымен немесе пайдалану нұсқаларының көмегімен жүйемен әрекеттесуші актерлер түрінде ұсынылады. Сонда жүйемен кез келген сырттан әрекет етуші негізгі актер (actor) немесе әрекет етуші тұлға деп аталады. Бұл адам, техникалық құрылғы немесе, әзірлеуші анықтағандай, модельденетін жүйеге әсер етуші көз қызмет атқаратын кез келген басқа жүйе болуы мүмкін.

UML тілінде актерлер және пайдалану нұсқаларының арасындағы қатынастардың бірнеше стандарттық түрлері бар:

- ассоциация қатынасы пайдаланудың жеке нұсқасында актерлердің өзгеше рөлін анықтау үшін қызмет етеді (диаграммада түзу сызықпен белгіленеді);
- кеңейту қатынасы пайдаланудың жеке нұсқасы даналарының қасиеттері осы даналармен бірігу тәсілінің негізінде анықталатын неғұрлым жалпы нұсқасымен өзара байланысты анықтайды (диаграммада үзік сызықты нұсқалармен белгіленеді);
- жалпылау қатынасы А пайдаланудың қандай да болсын нұсқасы В пайдалану нұсқасына дейін жалпылану мүмкін екенін көрсету үшін қызмет атқарады;
- қосу қатынасы пайдаланудың бір нұсқасы үшін берілген рет пайдаланудың екінші нұсқасына құрамдас құрауыш ретінде қосылуын көрсету үшін қолданылады.

Ломбард қызметін талдау негізінде кластар диаграммасын тұрғызуда кластар диаграммасы модельдің статистикалық құрылымын, жүйені, объективтік-бағдарланған бағдарламалау кластарының терминологиясын ұсыну үшін қызмет етеді. Ол пәндік саласының негіздері арасындағы әртүрлі өзара байланыстарды көрсетуі мүмкін, сондай-ақ олардың ішкі құрылымын және қатынастардың типтерін сипаттайды.

Класс – бұл санат немесе ұқсас атрибуттары және жалпы қасиеттері бар заттар тобы. Класс үш аумаққа бөлінген тікбұрышпен көрсетіледі. Оң жоғары аумақта атауы, ортаншысында - атрибуттар, ал ең төменгісінде – операциялар орналасқан.

Атрибут – бұл кластың қасиеті. Атрибуттар кластың объектілерінің (яғни даналар) қасиеттері көрсетілетін мәндер тізімін сипаттайды.

Операция – бұл класс орындай алатын әрекет немесе класпен жасауға болатын әрекет. Кластар диаграммасы өзара кластардың байланысын көрсететін түзулермен қосылған тікбұрыштардың қандай да бір санынан тұрады. Кластар диаграммасы - әзірлеу процесінің бастапқы нүктесі.

Ломбард пәндік аймағында 10 класс бар: клиент, менеджер, операция, кепілдікке қою операциясы, ұзарту операциясы, сатып алу операциясы, әшекей бұйымдар, гауһар тасты бұйымдар, кепілдік билеті.

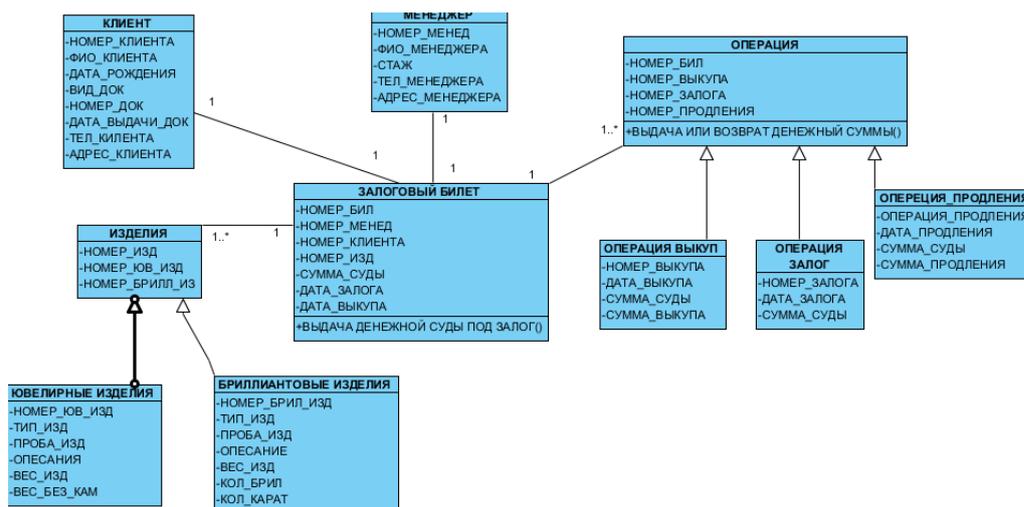
UML тілінде кластар арасында тәуелділік және ассоциациялы қатынастар деген түрлері бар. Тәуелділік қатынасы модельдің бір элементінің қандай да бір өзгерісі модельдің одан тәуелді элементінің өзгеруін талап ететін жағдайда қолданылады. Осы қатынаспен операция класы және Сатып алу операциясы класы байланысқан. Операция тәуелділік - көзі, Сатып алу операциясы класы - тәуелділік клиенті. Операция класымен Ұзарту операциясы класы, операция класымен Кепілдікке қою операциясы кластары да осы қатынаспен байланысқан.

Ассоциация қатынасы кластар арасындағы қандай да бір қатынастың болуына сәйкес келеді (диаграммада түзу сызық түрінде бейнеленеді). Осы қатынаспен келесі кластар байланысқан:

- кепілдік билеті класы және клиент класы;
- кепілдік билеті класы және менеджер класы;
- кепілдік билеті класы және операция класы;
- кепілдік билеті класы және бұйым класы.

Ломбард пәндік аймағының кластар диаграммасы 2-суретте көрсетілген.

Жалпылау қатынасы неғұрлым жалпы элемент (аталық немесе тегі) және неғұрлым дербес (туынды немесе ұрпақ) элемент арасындағы қатынас болады. Осы қатынас кластардың иерархиялық құрылымын және олардың қасиеттері мен әрекетін (тәртібін) мұра етуін сипаттайды, сонда ұрпақ класы аталық класының барлық қасиеттеріне ие болады, сонымен қатар аталық класында жоқ жеке қасиеттерге де ие болатыны көзделеді.

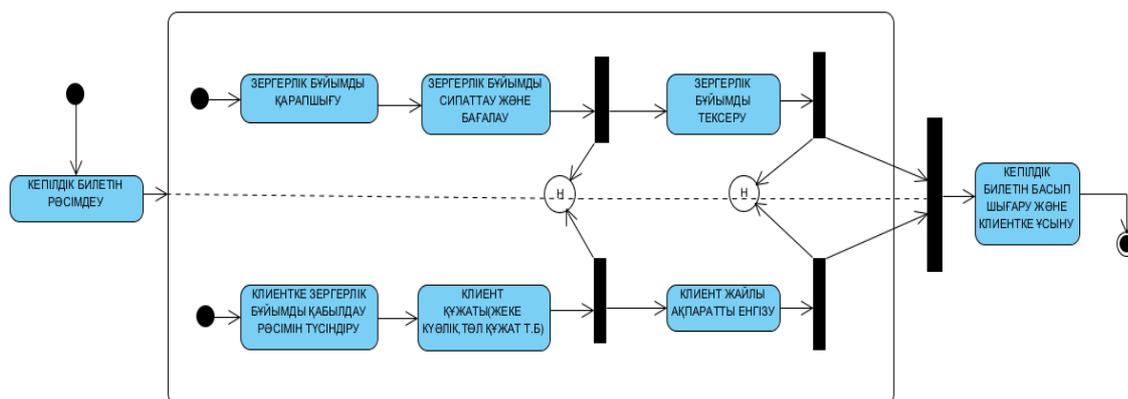


2-сурет - Ломбард пәндік аймағының кластар диаграммасы

Ломбард қызметін талдау негізінде күй диаграммасын тұрғызу. Бұл соңғы автомат түріндегі ұсыным объектінің мүмкін болатын өмірлік циклының суреттейді және өтулермен қосылған күйлерден тұрады. Әр күй – объектінің белгілі бір жағдайларды қанағаттандыратын өмірлік циклының кезеңі. Кейбір оқиға объект жаңа күйде болуы мүмкін өткелге әкелуі мүмкін. Өту кезінде осы өткелге көзделген әрекет орындалуы мүмкін.

Бүкіл жүйенің немесе кластар, объектілер немесе прецеденттер тобының әрекеттерін модельдейтін пайдалану нұсқаларының диаграммасымен кластар диаграммасына қарағанда күй диаграммасы бір объектінің күйін көрсетеді. Сонымен, қысқа мерзімді қарыз жүйесі пәндік аймағының әр объектісі үшін объектінің күйін және олардың арасындағы өтулерді көрсететін өзінің диаграммасы құрастырылуы мүмкін.

Ломбард пәндік аймағында «кепілдік билетін рәсімдеу» оқиғасы үшін күй диаграммасын құрастырамыз (3-сурет). Аталған объект құрама күймен сипатталады, яғни бір мезгілде орындалатын екі параллельді ішкі күйден тұрады, нақты айтқанда, зергерлік бұйымды бағалау және клиентпен жұмыс.



3-сурет - Ломбард пәндік аймағының күй диаграммасы

Бірінші ішкі күй «зергерлік бұйымды зерттеу» күйінен «сипаттау және бағалау» күйіне одан кейін «зергерлік бұйымды тексеру» күйіне тізбекті өтуден тұрады.

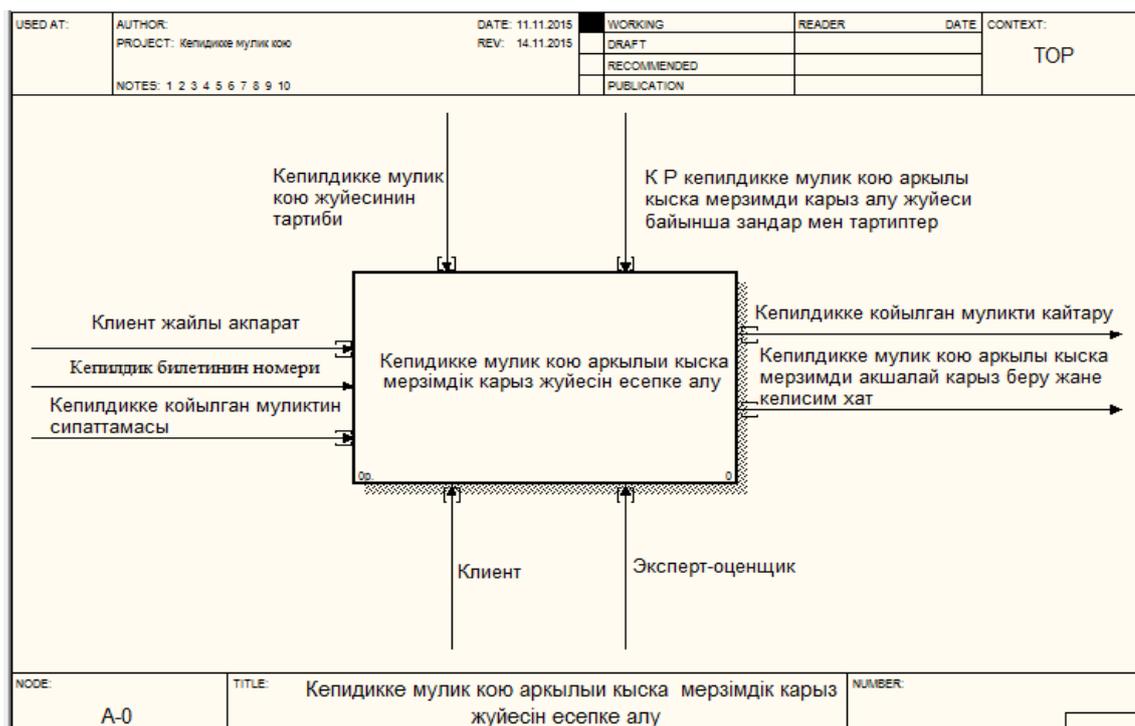
Бір мезетте бірнеше тізбектеле орындалатын күйлерден тұратын екінші ішкі күйде орындалады. Екінші ішкі күйде «клиентке талаптарын түсіндіру» күйінен «клиенттің құжатын алу» одан соң «клиент жайлы мәліметтерді енгізу» күйіне тізбектеле өту жүреді.

«Сипаттау және бағалау» күйінен «зергерлік бұйымды тексеру» және «клиентке талаптарын түсіндіру» күйлеріне параллельді өту жүзеге асады, яғни бұл өту тармақталу болады. «Клиенттің құжатын алу» күйінен «клиент жайлы мәліметтерді енгізу» күйіне параллельді өту үшін бұл күй қосылу болады, ал «сипаттау және бағалау» күйі бұл өткел үшін жақындағы тарихи күй болады.

Әрі қарай «зергерлік бұйымды тексеру» және «клиент жайлы мәліметтерді енгізу» күйлерінен өткен уақытта «кепілдік билетті шығару және клиентке ұсыну» күйіне параллельді өту орын алады және бұл уақытта «зергерлік бұйымды тексеру» күйі «клиент жайлы мәліметтерді енгізу» күйінен «орнату» күйіне өтудің жақындағы тарихи күйі болады. Орнату «кепілдік билетті шығару және клиентке ұсыну» күйі «кепілді рәсімдеу» оқиғасы үшін соңғы күй болады.

Мәліметтер ағынының диаграммалары (Data Flow Diagramming) модельдеу функционалды талаптары жобаланған жүйесінің негізгі құралы болып табылады. Талаптар процестердің иерархиясы түрінде ұсынылады (жұмыстардың), деректер ағындарымен байланысты (көрсеткішпен). Мәліметтер ағынының диаграммалары әрбір кіріс мәліметтер процесі өз шығыс мәліметтеріне түрлендірілетіндігін және осы процестердің арасындағы қарым-қатынасты көрсетеді.

Көріп отырғандай қысқа мерзімдік қарыз жүйесін есепке алу үдерістерінің функционалды моделінің басты мақсаты барлық шарттардың орындалуы болып табылады, бұны 4-суреттен көре аламыз. Функционалды модель AllFusion Process Modeler [2, 3] бағдарламасында орындалған.



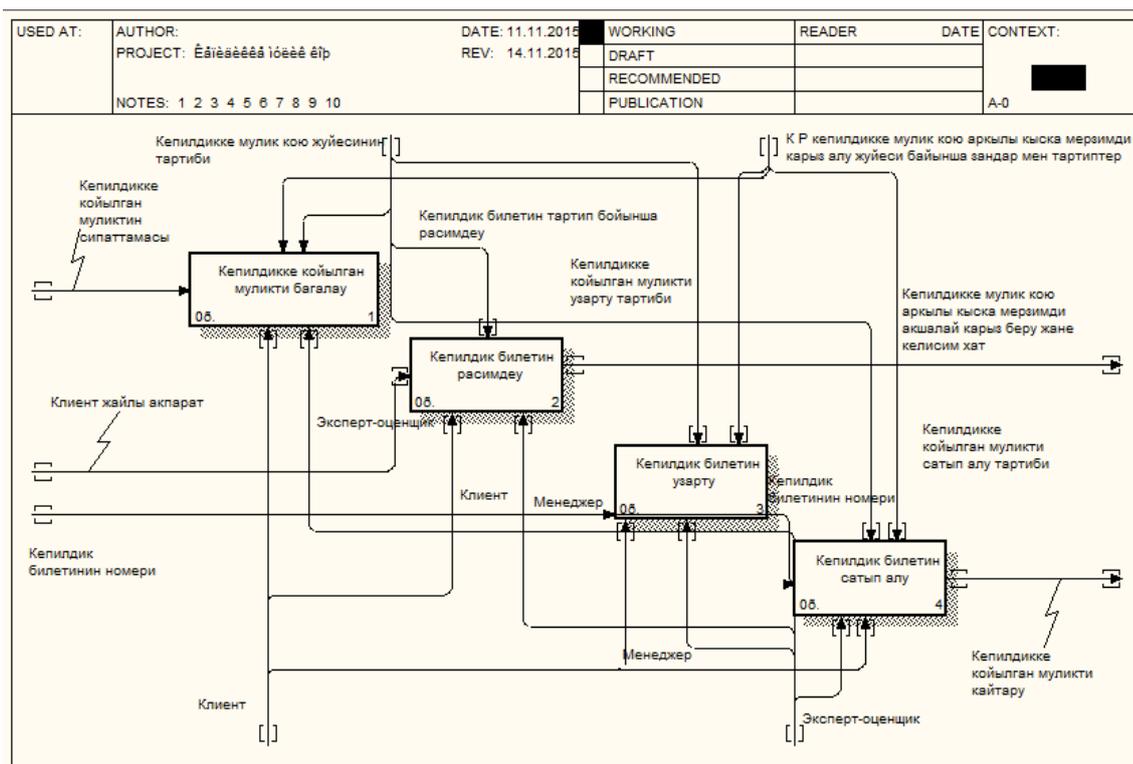
4-сурет - Қысқа мерзімдік қарыз жүйесін есепке алу үдерістерінің функционалды моделі

Мәліметтер ағынының диаграммалары құжаттар айналымын сипаттау және ақпаратты өңдеу үшін қолданылады. Өз кезегінде IDEF0, DFD бір-бірімен өзара байланысты модельді жүйенің желісі ретінде ұсынылады.

DFD моделі IDEF0 моделін толықтырып, операцияларының құжаттар айналымын көрнекі бейнеленуіне мүмкіндік береді, ол төмендегідей сипатталады:

- ақпаратты өңдеу функциялары (процестер);
- құжаттар мен объектілер, қызметкерлер немесе бөлімдер қатысатын ақпаратты өңдеу;
- сыртқы сілтемелер қамтамасыз ететін сыртқы интерфейс объектілермен;
- құжаттарды сақтауға арналған кестелер (деректер қоймасы).

DFD негізгі компоненттері - процестер немесе жұмыстар, сыртқы мәтіндер, деректер ағындары, деректер қоймалары. IDEF0 айырмашылығы онда өзара байланыс жүйе ретінде қарастырылады, DFD жүйесі заттар жиынтығы ретінде қарастырады.



5-сурет - Қысқа мерзімдік қарыз жүйесін есепке алу үдерістері моделінің декомпозициясы

IDEF3 үшін декомпозиция жұмысты бөлшектеу үшін пайдаланылады. IDEF3 әдістемесі жұмысты бірнеше рет бөлшектеуге мүмкіндік береді, яғни жұмыс бірнеше еншілес жұмыс болуы мүмкін. Бұл бір модельдің баламалы ағындарын сипаттауға мүмкіндік береді. Көптік декомпозицияның мүмкіндігі жұмыстарды нөмірлеудің қосымша талаптарын қояды. Осылайша жұмыс нөмірі декомпозиция нұсқасы және өзінің меншікті ағындағы диаграмма нөмірінен тұрады.

Бұл жұмыс барысында зергерік бұйымдарды қабылдау ломбард жүйесінің бизнес-үдерістерімен танысып, толығымен зерттеу жүргізілді және бизнес-үдерістерінің модельдеуі іске асырылды.

## Қолданылған әдебиеттер

1. Вендров А.М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 176 с.
2. Дубейковский В. Эффективное моделирование с AllFusion Process Modeler. – М.: Диалог-МИФИ, 2007. – 384 с.
3. Маклаков С. VPwin и Egwin. CASE-средства для разработки информационных систем. – Диалог-МИФИ, 2000. – 320 с.

Получено 23.11.16

УДК 669.017.11

**Ж. Хурметбек., Д.М. Джексембаев**

Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда

**А.А. Акбердин**

Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, г. Караганда

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИАГРАММЫ ФАЗОВОГО СОСТАВА  
СИСТЕМЫ Fe-Ti-Al

Нержавеющие и жаропрочные стали, высокопрочные чугуны и цементы, керамика и ситаллы своим происхождению и свойствам обязаны целенаправленному формированию в них оптимального фазового состава. Так, только определенное сочетание трех- ( $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ) и двукальциевого ( $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ) силикатов позволяет получить белый портландцементный клинкер высокой прочности. Сегодняшние успехи нанотехнологий во многом основаны на прямой сборке фаз необычного состава из атомов и кластеров [1].

Но нанотехнологии находятся сейчас на стадии становления и не стали пока основой промышленности. Классическое же материаловедение в настоящее время переживает своеобразный период ренессанса, обусловленный бурным развитием методов теоретического предсказания фазообразования в сложных системах. Эти методы доведены до компьютерных программ с мощной базой термодинамических данных индивидуальных веществ и соединений [2]. Осознание важности развития этого направления привело к объединению усилий научных коллективов целых стран, приведшего к созданию прорывных технологий в различных отраслях промышленности [3]. В Казахстане подобного вида работы проводятся рядом учебных и научных коллективов [4-7]. Координация работ в этом направлении способствовала бы продвижению прогрессивных разработок в учебный, научный и производственный процесс.

В предлагаемом сообщении сделана попытка развития предложенного нами метода математического описания диаграмм фазового состава многокомпонентных систем [8]. В качестве объекта исследований выбрана система Fe-Ti-Al, поскольку сплавы на её основе отличаются высокой технологичностью и коррозионной стойкостью, хорошо деформируются, из них сравнительно легко можно получить изделия сложной формы, а в Казахстане (г. Павлодар) на основе собственного сырья организовано производство металлического алюминия. Такие сплавы находят применение в автомобиле- и судостроении, космической и ядерной промышленности.

В качестве первичной была поставлена задача с использованием термодинамически-диаграммного метода [9] построить диаграмму фазового состава исследуемой системы и разработать её математическую модель. Планируемая к построению диаграмма будет представлять собой набор элементарных треугольников сосуществующих фаз. Такой

прием широко применяется в исследовательской практике и позволяет выполнять анализ фазообразования в сложных металлических и оксидных системах [9].

Для построения диаграммы вначале из справочной литературы были отобраны имеющиеся в этой системе соединения и нанесены на обычный треугольник составов (рис. 1). Исследуемая система Fe-Ti-Al состоит из трех частных бинарных:

- 1) Fe-Ti;
- 2) Fe-Al;
- 3) Ti-Al [10].

В первой (Fe-Ti) образуются два соединения: стабильное  $Fe_2Ti$  и инконгруэнтно плавящееся  $FeTi$ . Во второй (Fe-Al) имеются три неустойчивых ( $FeAl_2$ ,  $FeAl_3$ ,  $Fe_3Al$ ) и одно конгруэнтно плавящееся соединение ( $Fe_2Al_5$ ). В системе Ti-Al найдено два бинарных соединения:  $TiAl$  и  $TiAl_3$ . Первое из них стабильно, а второе плавится с разложением. На треугольнике составов стабильные фазы отметили темными, а распадающиеся – светлыми точками (рис. 1). Строили диаграмму по стабильным фазам, имея ввиду применить её для анализа высокотемпературных процессов. Сосуществование фаз доказывали по изменению энергии Гиббса в реакциях их образования. Для численных расчетов применили программный комплекс HSC «Outokumpu» с собственной базой термодинамических данных [11].

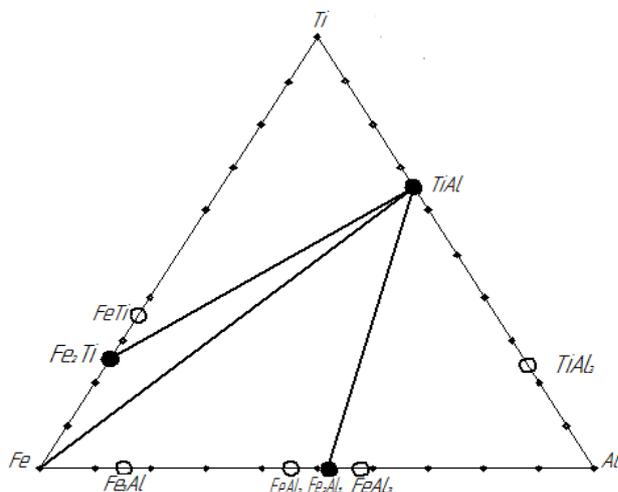


Рисунок 1 - Диаграмма фазового состава системы Fe-Ti-Al

Для расчетов на рис. 1 сформировали 4-угольник веществ  $Fe_2Ti$ -Ti-TiAl- $Fe_2Al_5$  и по его диагоналям написали реакцию  $6Ti + Fe_2Al_5 = Fe_2Ti + 5TiAl$ . Расчетами установлено (табл. 1) энергичное её протекание в прямом направлении и, следовательно, возможность сосуществования продуктов ( $Fe_2Ti$  и  $TiAl$ ). Их на рисунке соединили прямой линией. Аналогичным способом в следующем четырехугольнике Fe- $Fe_2Ti$ -TiAl- $Fe_2Al_5$  показали (табл. 1) возможность сосуществования продуктов реакции  $Fe_2Al_5 + 5Fe_2Ti = 12Fe + 5TiAl$  и по этой причине на рисунке их также соединили прямой.

После этого для  $Fe_2Al_5$  в соответствии с топологией диаграммы остается единственным вариант сосуществования с  $TiAl$ . В конечном итоге система Fe-Ti-Al разбивается на 4 элементарных треугольника сосуществующих фаз:

1.  $Fe_2Ti$ -Ti-TiAl.
2.  $Fe_2Ti$ -TiAl-Fe.

3. Fe-TiAl-Fe<sub>2</sub>Al<sub>5</sub>.

4. Fe<sub>2</sub>Al<sub>5</sub>-TiAl-Al (рис. 1).

С использованием полученной диаграммы фазовый состав конкретного металла можно найти, применив известное правило «рычага». Но проще и точнее это сделать по разработанному нами балансовому методу [8], где количество фазы ( $F_i$ ) и химический состав металла связаны уравнениями типа:

$$F_i = a_i Fe_0 + b_i Ti_0 + c_i Al_0,$$

где  $Fe_0$ ,  $Ti_0$ ,  $Al_0$  – содержание железа, титана и алюминия в металле;  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – коэффициенты (табл. 2).

Таблица 1

## Термодинамика реакций в системе Fe-Ti-Al

№	Реакции	T, K	$\Delta H^0$ , кДж/моль	$\Delta S^0$ , Дж/моль·K	$\Delta G$ кДж/моль	Log(K)
1	6Ti+Fe <sub>2</sub> Al <sub>5</sub> =Fe <sub>2</sub> Ti+5TiAl	273	-491,665	103,409	-519,895	-2,586
		773	-412,359	264,825	-617,069	-0,689
		1273	-353,749	326,423	-769,285	-0,220
		1773	-260,975	388,127	-949,124	0,040
		2273	-275,069	379,811	-1138,380	0,399
2	Fe <sub>2</sub> Al <sub>5</sub> +5Fe <sub>2</sub> Ti=12Fe+5TiAl	273	32,192	165,368	-12,953	2,479
		773	130,503	361,016	-148,562	10,040
		1273	307,727	537,359	-376,331	15,443
		1773	430,386	617,309	-664,102	19,567
		2273	747,340	783,929	-1034,530	23,776

Таблица 2

## Коэффициенты уравнений для расчета фазового состава

Исх. комп.	Коэфф.	Значения коэффициентов в треугольниках			
		1	2	3	4
		Fe <sub>2</sub> Ti Ti TiAl S <sub>1</sub> =0,1063	Fe <sub>2</sub> Ti TiAl Fe S <sub>2</sub> =0,0458	Fe TiAl Fe <sub>2</sub> Al <sub>5</sub> S <sub>3</sub> =0,1630	Fe <sub>2</sub> Al <sub>5</sub> TiAl Al S <sub>4</sub> =0,1307
Fe <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	1,4293	0	0	1,8228
	a <sub>2</sub>	0	0	0	0
	a <sub>3</sub>	-0,4293	1	1	-0,8228
Ti <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	0	0	0	0
	b <sub>2</sub>	0	3,3288	1,5441	1,5441
	b <sub>3</sub>	1	-2,3288	-0,5441	-0,5441
Al <sub>0</sub>	c <sub>1</sub>	2,8376	2,8376	2,2153	0
	c <sub>2</sub>	0	0	0	0
	c <sub>3</sub>	-1,8376	-1,8376	-1,2153	1

Приведем пример использования модели. Так, сплав состава (масс. %): 80Fe<sub>0</sub>, 3Ti<sub>0</sub> и 17Al<sub>0</sub> располагается в треугольнике № 2 Fe<sub>2</sub>Ti-TiAl-Fe. При расчетах из табл. 2 для первой фазы (Fe<sub>2</sub>Ti) берутся все первые коэффициенты (a<sub>1</sub>, b<sub>1</sub>, c<sub>1</sub>), для второй (TiAl) – все вторые (a<sub>2</sub>, b<sub>2</sub>, c<sub>2</sub>) и для третьей (Fe) – все третьи (a<sub>3</sub>, b<sub>3</sub>, c<sub>3</sub>). Результат выдается в массовых процентах:

$$Fe_2Ti = 2,8376 \cdot 17 = 48,2392;$$

$$TiAl = 3,3288 \cdot 3 = 9,9864;$$

$$Fe = 1 \cdot 80 - 2,3288 \cdot 3 - 1,8376 \cdot 17 = 41,7744.$$

Такие расчеты можно выполнять при любом сочетании элементов в исследуемой системе Fe-Ti-Al. Простота алгоритма позволила создать компьютерную программу. С пульта задается химический состав металла, и после пуска компьютер находит элементарный треугольник, где находится металл, выдавая после этого фазовый состав в массовых процентах на монитор или печать. Предлагаемый метод удобен для анализа фазообразования в многокомпонентных системах. Так, шестикомпонентная система  $CaO-SiO_2-Al_2O_3-MgO-FeO-Fe_2O_3$  в трехмерном пространстве графически правильно не может быть изображена и метод «рычага» не может быть использован. Только математическая модель среди 126-ти шестивершинников сосуществующих фаз этой системы позволяет найти искомый и рассчитать фазовый состав [12].

Наличие диаграммы дает возможность иметь представление о размерах полей кристаллизации отдельных фаз. Для изучаемой системы Fe-Ti-Al вначале по координатам вершин были рассчитаны площади (S) всех треугольников (табл. 2), куда входит каждая фаза (табл. 3). Отнесение этих площадей к суммарной площади дает величину вероятности существования (W) данного соединения в фазовом пространстве [9]. Эту величину можно выразить в процентах или долях единицы (табл. 3).

Таблица 3

*Сводные данные по фазам системы Fe-Ti-Al*

№ п/п	Фаза	Состав, масс.%			Треугольники, куда входит фаза		W, доли единиц
		Fe	Ti	Al	К-во	Площадь	
1	Fe	100	0	0	2	0,2078	0,1554
2	Ti	0	100	0	1	0,1063	0,0795
3	Al	0	0	100	1	0,1307	0,0978
4	Fe <sub>2</sub> Ti	70	30	0	2	0,1521	0,1138
5	TiAl	64	0	36	4	0,4458	0,3336
6	Fe <sub>2</sub> Al <sub>5</sub>	54,7	0	45,3	2	0,2937	0,2198

Можно видеть, что в фазовом пространстве доминирующее положение занимают TiAl, Fe<sub>2</sub>Al<sub>5</sub> и Fe. При прочих равных условиях работа в областях с большими полями кристаллизации способствует получению металла стабильного состава при неизбежных на производстве колебаниях условий плавки.

Таким образом, построена диаграмма фазового состава системы Fe-Ti-Al и создана её математическая модель. Она позволяет без использования инструментальных методов по химическому составу металла прогнозировать его фазовый, подвергая опытной проверке найденные расчетом оптимальные композиции.

## Список литературы

1. Полухин В.А. Моделирование разупорядоченных и наноструктурированных фаз / В.А. Полухин, Н.А. Ватолин. - Екатеринбург: УрО РАН. - 2011. - 463 с.
2. Моисеев Г.К. Температурные зависимости приведенной энергии Гиббса некоторых неорганических веществ (альтернативный банк данных АСТРА OWN) / Г.К. Моисеев, Н.А. Ватолин, Л.А. Маршук и др. - Екатеринбург: УрО РАН. - 1997. - 228 с.
3. Удалов Ю.П. Применение программных комплексов вычислительной и геометрической термодинамики в проектировании технологических процессов неорганических веществ: Учеб. пособие. - СПб.: СПбГТИ(ТУ). - 2012. - 147 с.

4. Айткулов Д.К. Термодинамические закономерности хлорирования Си, Рь и Аг в оксидно-сульфидных системах / Д.К. Айткулов, М.Т. Усербаев, В.М. Шевко // Наука и образование Южного Казахстана. – Шымкент, 1996. – № 3. – С. 146-148.
5. Смагулов Д.У. Исследование закономерностей фазовых и структурных превращений вблизи поверхностей раздела в мультислойных тонкопленочных структурах на основе металлов / Д.У. Смагулов, Ж.Н. Куанышбекова // Тр. XII Сессии Науч. совета по новым материалам Междунар. ассоц. академий наук (МАН), Киев (Украина), 2007. – С. 191-194.
6. Нурумгалиев А.Х. Термодинамическое моделирование и анализ в системе Fe-Si-Al-C-O с целью решения оптимизационных задач / А.Х. Нурумгалиев, С.Н. Мажирова // Респ. науч. журн. «Технология производства металлов и вторичных материалов». – Темиртау, 2005. – № 7. – С. 32-39
7. Акбердин А.А. Диаграмма равновесного фазового состава системы Fe-Si-Mn-B / А.А. Акбердин, Ю.С. Юфин, Т.Б. Тойманкулов // Известия вузов. Черная металлургия. – № 1. – 2014. – С. 40-42.
8. Акбердин А.А. Балансовый метод расчета равновесного фазового состава многокомпонентных систем // КИМС. – 1995. – № 3. – С. 92-93.
9. Бережной А.С. Многокомпонентные системы окислов. – Киев: Изд-во «Наук. Думка», 1970. – 544 с.
10. Диаграммы состояния двойных металлических систем: Справ. / Под ред. Н.П. Лякишева. – М.: Машиностроение, 1996. – Т. 1. – 992 с.
11. HSC Chemistry for Windows. Version 5.1. Outokumpu research, Finland, 1993.
12. Акбердин А.А. Разработка теории и технологии подготовки и металлургической переработки железорудного и ферросплавного сырья с использованием химически активных компонентов. – Дисс. ... д-ра техн. наук. – Алматы, 1994. – 420 с.

Получено 20.10.2016

по страницам



## МАТЕМАТИКА – НАУКА ПРИБЫЛЬНАЯ

Существующее во Франции Агентство по связи математики с бизнесом и обществом (AMIES) впервые смогло оценить финансовый вклад математических наук в экономику страны. Оказывается, они обеспечивают 15% ВВП Франции и создали 9% рабочих мест. Неудивительно, что от математики зависят 79% рабочих мест в области информатики, интернета и связи или 62% рабочих мест в научных учреждениях. Но, что менее очевидно, математика создает 57% рабочих мест в области выработки и распределения электроэнергии, 56% - в добыче нефти и газа, 54% - в производстве электроники и 50% - самолетов, судов и железнодорожной техники. Это не значит, что как минимум половина трудящихся в самых разных отраслях промышленности имеют кандидатские или докторские степени по математике, но рабочие места для них возникли именно благодаря успехам данной науки.

«Наука и жизнь» № 3, 2016



УДК 355. 232.6

**С.И. Веселков**Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск**ВЛИЯНИЕ МОРАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ВОЕННОСЛУЖАЩЕГО  
ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ БОЕВОЙ ЗАДАЧИ**

Кардинальные изменения, происходящие в нашей стране во всех сферах ее жизнедеятельности, обуславливают необходимость поиска новых подходов к решению задач по воспитанию нынешнего поколения. Поэтому сегодня ведется активная работа по выработке и внедрению в практику новых подходов по формированию необходимых морально-психологических качеств личного состава в рамках нового вида обеспечения, такого как морально-психологическое обеспечение.

Исследование морально-психологической подготовки военнослужащих на сегодняшний день является актуальным. Морально-психологическая подготовка выражает степень мобилизованности и настроенности психологии, духовных возможностей военнослужащих подразделения, части на решение поставленных служебно-боевых задач, на средства и способы их выполнения.

Морально-психологический потенциал подразделения, части характеризует и определяет ту или иную степень предварительной, потенциальной психологической готовности личного состава решать соответствующие военно-профессиональные и другие задачи. Морально-психологическая подготовка характеризуется тем, что она выражается в сиюминутной, реальной психологической готовности части решать поставленную перед ними служебно-боевую задачу. А поэтому становится очевидным, что если не сформирована предварительная готовность личного состава, то не может быть и речи о непосредственной психологической готовности. При этом, чем выше потенциальная часть морального духа подразделения части, тем больше возможностей имеется для создания более высокого уровня непосредственной психологической готовности личного состава, тем большие духовные силы могут проявить при определенных обстоятельствах военнослужащие. Однако даже при достаточно высоком уровне потенциальной готовности непосредственная психологическая готовность может быть разной, что зависит от многих обстоятельств: авторитетности военно-политического и военного руководства, непосредственного начальника, командира, степени понимания, согласия и принятия личным составом содержания и характера решаемых им задач, умелого руководства подразделением, частью, войсками, уровня оснащенности части оружием, боевой и другой техникой, продовольствием и другими материалами и др. Однако ведущими, базовыми компонентами морально-психологической подготовки личного состава являются его моральный дух, зрелость, решающим образом оказывающих влияние на качество решения боевых и других задач.

Поэтому морально-психологическая подготовка, военно-профессиональная деятельность военнослужащего играет значимую роль и является ведущей, определяющей его содержание, направленность и уровень функционирования в силу следующих обстоятельств:

- во-первых, воинские подразделения, части предназначены, прежде всего для решения военно-профессиональных задач средствами оружия и военной техники. Отсюда - роль морально-психологической подготовки личного состава, без которой не может быть успешным осуществление воинской деятельности, реализация технологии решения боевых и других военно-служебных задач. В военно-политической деятельности морально-психологическая подготовка личного состава характеризуется его военно-профессиональным уровнем - как определенной степенью реализации и актуализации, мобилизации боевого мастерства, настроя военнослужащих на службу, конкретных военно-служебных задач, средств и способов их решения, условий выполнения;

во-вторых, воинская деятельность может быть успешной лишь при исключительно высокой морально-психологической взаимответственности состояния и помощи, доверия и уважения. Воинская деятельность нередко сопряжена с серьезными нравственными последствиями и во внешней социальной среде. Отсюда - роль и значение морально-психологической подготовки и готовности военнослужащих, которая обеспечивает и характеризует моральную мотивацию их поведения и деятельности и составляет ядро нравственных мотивов коллективистического, группового характера;

в-третьих, воинская деятельность по своей сущности и предназначению является деятельностью политической, она всегда была и продолжает оставаться средством той или иной политики. Понимание и принятие военнослужащими целей внешней политики государства, реализуемых посредством воинской деятельности, отстаивание этих целей играет далеко не последнюю роль при решении поставленных перед ними задач. К тому же государство, правительство страны проводит и осуществляет конкретную военную политику, что так или иначе осмысливается и оценивается военнослужащими. Отсюда - роль и значение идеологической морально-психологической подготовки личного состава части, которая обеспечивает и характеризует наличие у военнослужащих мотивов воинской деятельности широкого социального плана, мотивов, выражающих их отношение к внешней, внутренней и военной политике государства.

Таким образом, морально-психологическое обеспечение деятельности войск представляет собой сложное и многогранное явление. Его следует рассматривать как систему, функционирование которой осуществляется путем взаимодействия ее различных слагаемых. С помощью этой системы достигается такое положение, когда уровень морально-психологической подготовки военнослужащих наиболее полно соответствует масштабам и сложности стоящих перед ними задач и, следовательно, гарантирует достижение успеха в учебе, службе и в бою. Морально-психологическое обеспечение опирается не только на педагогику, но, прежде всего, на психологию, психофизиологию, социологию, правоведение и другие отрасли научных знаний.

Фактор новизны порой играет решающую роль в проявлении у человека ранее сформированных качеств, а значит в выполнении упражнения. И задача состоит в том, чтобы еще в мирное время, в ходе обучения и воспитания, предусмотреть и поставить обучаемого в такие условия, в которых будут выработаны необходимые для выполнения боевой задачи психологические качества. Поэтому в ходе повседневной учебно-боевой подготовки следует командирам до минимума сократить все то новое, неизвестное, с чем человек может встретиться в бою. В ходе обучения и воспитания любого военнослужащего предусмотрено формирование широкого спектра необходимых для выполнения профессиональной деятельности качеств. И в целом задача решается успешно.

Однако опыт боевых действий показывает, что не каждое качество, ранее сформированное, может проявиться у военнослужащего при изменении условий деятельности, особенно при переходе к ведению реального боя. Есть очень много примеров, когда воин

успешно поражает мишень на учебных занятиях и далеко не лучшим образом ведет стрельбу при изменении условий боя, когда пассивно-оборонительные рефлексы фактически способствуют неадекватному поведению воина и снижают результативность боевой деятельности.

Психологическая подготовка военнослужащих - это система направленных воздействий, имеющая целью формирование и закрепление у воинов психологической готовности и устойчивости, преимущественно на основе самосовершенствования личности и развития профессионально важных качеств, приобретения опыта успешных действий в моделируемых экстремальных условиях служебно-боевой деятельности.

Кроме того, имеет место классификация методов психологической подготовки личного состава по степени его включенности в деятельность, к которой осуществляется подготовка, это:

1. Демонстративные методы: показ действия оружия, демонстрация боевых машин. В данном случае военнослужащий выполняет деятельность совершенно отличную от боевой, например наблюдение.

2. Условно-ситуативные методы: решение различных задач, тактические игры и т.п. При этом методе военнослужащие частично по содержанию выполняют деятельность соответствующую боевой, но данная деятельность носит условный характер.

3. Методы «реальных» ситуаций: предполагают выполнение военнослужащими деятельности, в условиях субъективно воспринимаемых ими как реальные боевые.

Требования к методам психологической подготовки: высокий темп действий днем и ночью в сложных погодных условиях; быстрая и резкая смена тактической обстановки в ходе занятий, стрельба из всех видов стрелкового оружия; обкатка танками, форсирование водных преград, преодоление зон заражений, борьба с пожарами; длительное пребывание в средствах защиты от ОМП; ведение борьбы с танками, с низколетящими воздушными целями, с десантами и диверсионными группами противника.

Для воссоздания в учебно-боевой деятельности этих факторов командиры используют различные приемы, под которыми понимается способ моделирования морально-психологических факторов, воздействующих на воинов в условиях служебной деятельности. Предлагается следующая классификация приемов моделирования этих факторов:

- словесно-знаковые - воздействие на военнослужащего посредством слова, знаков, жестов. Это может быть рассказ о предстоящих действиях и связанных с ними трудностях, доведение различного рода «легенд» перед тактическим занятием;

- наглядные - воздействие осуществляется путем показа различных предметов, например, после воздействия на них стрелкового и другого вооружения, кино- и видеофильмов, фотографий с реальными картинками боя и присутствующими там психотравмирующими факторами;

- тренажерные - воздействие на военнослужащих осуществляется путем моделирования психологического фактора с использованием технических средств, спортивных снарядов, макетов, сооружений профессиональной подготовки для отработки необходимых навыков и умений;

- имитационные - воздействие осуществляется с использованием средств имитации внешних признаков боевой обстановки;

- боевые - воздействие на военнослужащих осуществляется путем моделирования психологического фактора с использованием боевой техники, вооружения и подручных средств, применяемых для организации и ведения боевых действий.

Психологическая подготовка личного состава в процессе боевой повседневной учебы осуществляется посредством отработки на каждом занятии определенных элементов пси-

хологической закалки воинов. Их развитие в обязательном порядке включается в план проведения занятий.

Ученые и практики рассматривают высокий морально-политический, психологический потенциал военнослужащего, как базу для достижения превосходства над противником в бою и неперемные условия успешной служебно-боевой деятельности войск в мирное время. Поэтому работу с личным составом предлагаем провести по вышеизложенным рекомендациям.

Таким образом, хотелось бы подчеркнуть, что морально-психологическая подготовка военнослужащих - не одноразовое мероприятие, оно должно быть постоянным и систематическим процессом в ходе служебно-боевой подготовки, требующим серьезного и научного подхода.

#### Список литературы

1. Бирюков В.М. Психологическая работа части: теория, методика, практика (пособие для психологов и офицеров частей). - Военное изд-во ВС РК. - Алматы, 2000. - 687 с.
2. Малоপুরин И.И. Психологическая подготовка военнослужащих сухопутных войск. - М.: Изд-во «Воениздат», 1983. - 234 с.
3. Караяни А.Г. Психологическая подготовка. - М.: Изд-во ВУ, 1997.

Получено 4.10.2016

---

УДК 621.43.81

**Р.В. Гроскоп**

Национальный университет обороны им. Первого Президента Республики Казахстан – Лидера Нации, г. Астана

#### **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ БРОНЕТАНКОВОГО ВООРУЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ БРОНЕТРАНСПОРТЁРА БТР-80**

В процессе эксплуатации машин в их деталях, узлах, агрегатах возникают различные неисправности, в результате чего машины могут выходить из строя. Причинами этих неисправностей являются боевые повреждения, естественный износ деталей, нарушение правил эксплуатации машин, конструктивные или производственные недоработки, а также низкое качество ремонта. Основой обеспечения высокой постоянной готовности ВВТ к использованию по назначению является своевременное, полное и качественное проведение технического обслуживания и ремонта, предусмотренных эксплуатационно-технической документацией для каждого вида ВВТ.

Как показывает практика, своевременная и правильная проверка технического состояния является одним из важнейших условий обеспечения ее в постоянной боевой готовности. Специфические требования к двигателям армейских машин вытекают из тех задач, которые отводятся технике на поле боя в современных условиях [1, 2]. К основным таким задачам относятся:

- высокая подвижность войск в любых дорожных, климатических и метеорологических условиях;
- постоянная боевая готовность в любое время года и суток при минимальных затратах сил и средств на техническое обслуживание, ремонт и приведение в рабочее состояние.

Исходя из указанных задач, двигатели армейских машин должны иметь:

- высокие мощностные показатели, обеспечивающие движение машин с необходимыми скоростями в трудных дорожных условиях или в условиях бездорожья при полных нагрузках;

- быстрый и безотказный запуск в любых климатических условиях при минимальном времени выхода на номинальные рабочие режимы;
- высокую экономичность, обеспечивающую максимальный запас хода машин и минимально возможный расход топлива;
- обладать высокой эксплуатационной надёжностью при минимальных затратах сил и средств, а также минимальными затратами на техническое обслуживание;
- минимальные габариты и массу в связи с необходимостью максимального использования под полезную нагрузку шасси машин;
- быть доступными для устранения неисправностей и ремонта в полевых условиях;
- иметь большой ресурс и обеспечивать живучесть в условиях применения противником оружия массового поражения.

Опыт исследования и эксплуатации дизелей показал, что ресурс дизеля определяется ресурсом деталей цилиндропоршневой группы и кривошипно-шатунного механизма. У этих деталей, и в первую очередь деталей цилиндра-поршневой группы (ЦПГ), основным видом изнашивания является абразивный износ. Этим и определяются те высокие требования к системам очистки воздуха, масла и топлива, которые продиктованы необходимостью защиты трущихся поверхностей деталей дизеля от абразивного изнашивания. По данным исследований доля износа цилиндров от проникновения пыли составляет от общего износа до 78%. Это соотношение повышается при работе дизеля с разгерметизированным впускным трактом при проникновении неочищенного воздуха в двигатель и при работе с дефектными фильтрами. Поэтому обеспечение высокой эффективности фильтрации воздуха, соблюдение требований заводских инструкций по техническому обслуживанию воздушных фильтров, своевременное обнаружение и устранение мест проникновения пыли – одно из главных условий повышения эксплуатационной надёжности автомобильных дизелей [3].

Форсированный износ деталей двигателей происходит из-за интенсивного попадания пыли, особенно в системы питания двигателя топливом и воздухом. Двигатели боевых машин значительную часть времени работают в условиях высокой запыленности окружающего воздуха. Поэтому попадание неочищенного воздуха с пылью в двигатель через негерметичные участки систем ускоряет износ цилиндров, поршневых колец, шеек и подшипников коленчатого вала, а также дизельной топливной аппаратуры, стоимость которой составляет примерно 40% от стоимости двигателя.

Явными признаками неудовлетворительного состояния двигателей являются: затруднённый пуск двигателя, дымный цвет отработавших газов, снижение мощности двигателя, повышенный расход топлива. Чаще всего эти признаки начинают проявляться в процессе изнашивания двигателя (процесс разрушения и отделения материала с поверхности твёрдого тела, накопления его остаточной деформации при трении, появляющийся в постепенном изменении размеров формы тела), результатом которого является износ.

В процессе эксплуатации дизельных двигателей могут возникнуть различные неисправности в системах питания двигателя топливом и воздухом, но к числу одной из доминирующих составляющих следует отнести проблемы нарушения герметичности вышеуказанных систем. Как показал анализ обнаруженных мест нарушения герметичности, последние располагаются, как правило, в труднообнаруживаемых местах. Например, резиновые уплотнения воздухопроводов впускного воздушного тракта системы питания двигателя воздухом (фото 1) и соединения воздухопровода от воздушного фильтра до топливных баков системы питания двигателя топливом (рис. 1) [1, с 168].

Возможные варианты технического решения проблемы контроля герметичности впускного воздушного тракта двигателей применительно к бронетранспортёрам изложены в соответствующих публикациях [4-6].



Фото 1 – Патрубки и соединительные шланги системы питания двигателя воздухом

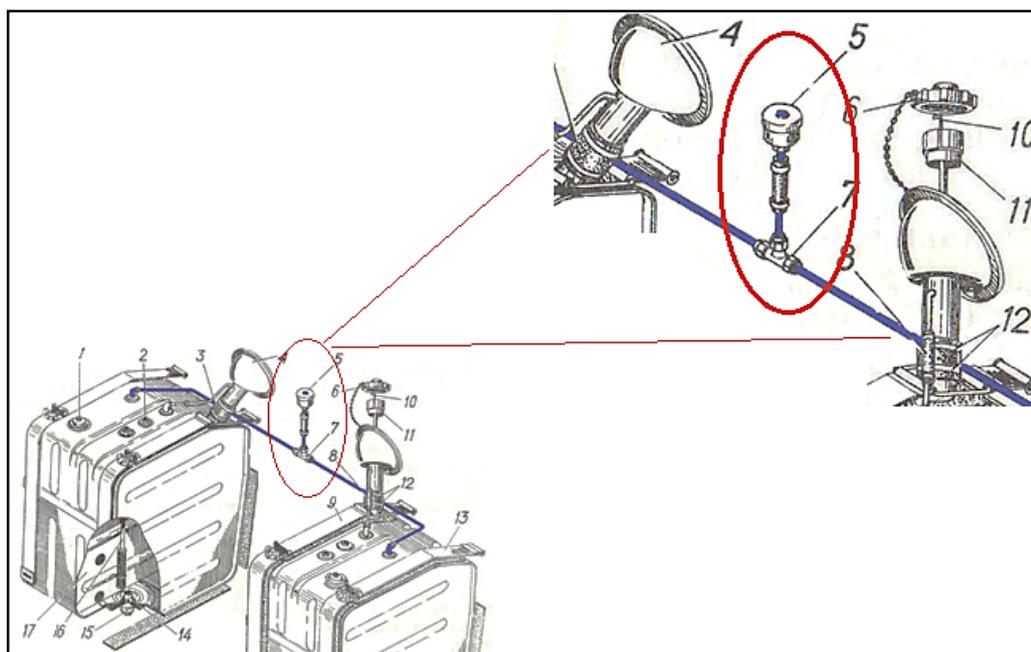


Рисунок 1 – Воздухопровод и соединительные шланги системы питания двигателя топливом (5 - воздушный фильтр, 7 - тройник воздухопровода)

При движении одиночной боевой машины по пыльной грунтовой дороге в каждом кубическом метре воздуха (см. табл.), поступающего к воздухоочистителю двигателя, содержится от 1 до 2 г/м<sup>3</sup> пыли, а когда боевая машина движется в колонне, запыленность воздуха достигает 2,5 г/м<sup>3</sup> [7].

В соответствии с технической характеристикой бронетранспортёров БТР-80 расход топлива на 100 километров пробега изменяется в пределах 48-130 кг, а для полного сгорания 1 кг топлива необходимо порядка 15 кг воздуха. Следовательно, если двигатель потребляет на 100 км пробега от 720 до 1950 м<sup>3</sup> воздуха, то к его воздухоочистителю за это время поступает от 1,8 до 5 кг пыли. Для предотвращения вредного воздействия пыли на двигатели устанавливают воздухоочистители с коэффициентом пропуска пыли не более 0,1-0,2%, [3, с. 45], которые задерживают пыль из воздуха, поступающего в цилиндры

двигателя. В результате после 100 км пробега при абсолютной герметичности только через систему питания двигателя воздух в цилиндры двигателя поступает от 2 до 10 г пыли, содержащей частицы кварца, которые по своей твёрдости не уступают твёрдости стали.

*Среднее значение запыленности воздуха*

Условия работы. Вид транспорта.	Диапазон запыленности воздуха, г/м <sup>3</sup>
Дороги с усовершенствованным покрытием: - автомобили.	0,001-0,003
Дороги с грунтовым покрытием: - одиночный автомобиль при движении за одним автомобилем	0,01-0,14 0,03-0,6
- военная техника (одиночная)	1,0-2,0
- военная техника в колонне	до 2,5
Карьер. Самосвал.	0,01-1,0
Сельскохозяйственные работы: автомобили	0,04-0,015
тракторы	0,002-05

В процессе эксплуатации двигателей, как правило, происходит разгерметизация узлов, агрегатов двигателей, систем питания двигателей топливом и воздухом, вызывающая интенсивное попадание в двигатели неочищенного воздуха, что приводит к форсированному износу деталей двигателя, деталей топливной аппаратуры, падению мощности, увеличению расхода топлива и масла, сокращению срока службы до очередного ремонта. Дизельное топливо не должно содержать механических примесей, увеличивающих износ деталей двигателей. Тем не менее, до сих пор не найдено эффективного технического решения, позволяющего мгновенно обнаружить попадание неочищенного воздуха через негерметичные участки систем. Нарушение герметичности систем питания дизельных двигателей приводит к попаданию неочищенного воздуха, который в дальнейшем поступает в цилиндры. При этом мельчайшие частицы пыли смешиваются с маслом, покрывающим стенки цилиндров, и образуют смесь, которая по своим свойствам близка к наждачной пасте. Такая паста из пыли и масла вызывает форсированный износ всех деталей дизельного двигателя и в первую очередь деталей дизельной топливной аппаратуры, цилиндров, колец и поршней. Пыль, смываясь со стенок цилиндров, попадает в масло, находящееся в поддоне картера, и загрязняет его. Затем масло, загрязнённое пылью, поступает к остальным трущимся деталям двигателей, способствуя их быстрому износу.

Анализ проведённого нами патентного обзора способов и устройств контроля герметичности двигателей показал, что герметичность двигателей бронетанкового вооружения и техники не контролируется ни одним прибором, а существующие способы обнаружения мест неочищенного воздуха достаточно сложны и трудоёмки. Необходимы такие технические решения, которые характеризуются минимальной трудоёмкостью, простотой применения и позволяют упреждать повышенный износ посредством обнаружения и устранения негерметичных участков систем двигателя.

В настоящий момент времени можно сказать, что не найдено эффективного решения этой проблемы, которое мгновенно сигнализирует бы о нарушении герметичности и при этом не усложняло бы конструкцию двигателей. Поэтому необходимо проведение теоретических и экспериментальных исследований, направленных на разработку технических средств контроля герметичности систем питания дизельных двигателей бронетанкового вооружения и техники. Идея [8] работы заключается в обеспечении эксплуатационной

надёжности контроля герметичности систем питания топливом и воздухом двигателей бронетанкового вооружения и техники путём возложения функций контроля герметичности на штатные приборы боевых машин, которые предназначены для других целей, что не приведёт к усложнению конструкции боевых машин и согласно теории решения изобретательских задач будет представлять собой идеальное конструктивное решение.

Таким образом, наиболее предпочтительно перенесение функций контроля герметичности на такие штатные приборы, которые работают под воздействием разрежения или избыточного давления. К таким приборам относятся индикатор засорённости воздушного фильтра (ИЗВФ) и прибор контроля избыточного давления (фото 2, рис. 2) [4, с. 83; 5, с. 90; 6, с. 138] (ПКИД) фильтровентиляционной установки (ФВУ).



Фото 2 – Прибор контроля избыточного давления воздуха (прибор установлен на наклонном боковом листе корпуса бронетранспортёра справа от сидения командира боевой машины)

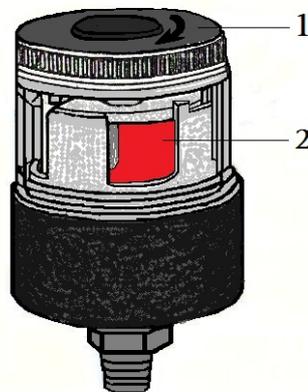


Рисунок 2 – Индикатор засорённости воздушного фильтра  
(1 – диск с накладкой, 2 – сигнальный флажок)

Решение проблемы контроля герметичности систем питания дизельных двигателей бронетанкового вооружения предполагает решение следующих задач:

– проанализировать конструктивные особенности двигателей бронетанкового вооружения;

- теоретически обосновать и разработать конструкции устройств встроенной диагностики для контроля герметичности систем питания топливом и воздухом дизельных двигателей бронетанкового вооружения на уровне изобретений;
- создать опытные образцы устройств встроенной диагностики для контроля герметичности вышеуказанных систем;
- экспериментально подтвердить работоспособность, надёжность работы этих устройств;
- провести реальные испытания устройств встроенной диагностики;
- провести математическую обработку результатов экспериментов;
- определить экономическую эффективность от применения встроенной диагностики на примере бронетранспортёров БТР-80, армейских автомобилей с дизельными двигателями;
- внедрить разработку в конструкциях бронетанкового вооружения.

## Список литературы

1. Евграфьев А.Г. Бронетранспортёр БТР-80. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – М.: Воениздат, 1989. – Ч. I. – 280 с.
2. Белов П.М. Двигатели армейских машин / П.М. Белов, В.Р. Бурячко, Е.И. Акатов. – М.: Воениздат, 1972. – Ч. II. – 566 с.
3. Савельев Г.М. Повышение эксплуатационной надёжности автомобильных дизелей ЯМЗ с наддувом / Г.М. Савельев, Б.Ф. Лямцев, Е.П. Слабов. – М.: Автопром, 1988. – 96 с.
4. Калиев А.К. Способ и устройство контроля герметичности впускного тракта двигателя бронетранспортёра БТР-80 / А.К. Калиев, Р.В. Гроскоп, А.В. Нилов // Научно-образовательный журнал «Вестник» НУО МО РК. – 2009. – № 3. – С. 83-87.
5. Калиев А.К. Исследование системы контроля герметичности впускного тракта двигателя бронетранспортёра БТР-80 / А.К. Калиев, А.В. Нилов // Военно-теоретический журнал «Багдар» НУО МО РК. – 2009. – № 4. – С. 90-94.
6. Калиев А.К. Способ контроля впускного тракта дизельного двигателя / А.К. Калиев, Р.В. Гроскоп, А.В. Нилов // Сб. материалов III межвед. науч.-метод. конф. – ВИ СВО РК. – 2009. – С. 138-144.
7. Почтарев Н.Ф. Влияние запыленности воздуха на износ поршневых двигателей. – М.: Воениздат, 1957. – 140 с.
8. Альтшуллер Г.С. Поиск новых идей: от озарения к технологии. (Теория и практика решения изобретательских задач) / Г.С. Альтшуллер, В.Л. Злотин, А.В. Зусман и др. – Молдова, 1989. – 381 с.

Получено 15.12.2016

---

УДК 355.237

**В.И. Терещенко, О.А. Манцуров**

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

**МЕТОДИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА РУКОВОДИТЕЛЕЙ ЗАНЯТИЙ –  
ОСНОВА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЗНАНИЙ И НАВЫКОВ ОБУЧАЕМЫХ**

Надёжная работа бронетанковой техники, эксплуатация ее без аварий, а также продление межремонтных сроков зависит как от знания и выполнения членами экипажей правил эксплуатации, так и от своевременного и технически грамотного обслуживания. Этим целям и служит техническая подготовка. Но как бы глубоко ни была продумана тематика технической подготовки и последовательность проведения занятий по различным темам, в конечном счете уровень теоретических знаний и практических навыков обучаемых зависит от отведенного времени на занятие, материальное обеспечение и, самое главное, от подготовленности руководителей занятия.

Подготовка руководителей занятий проводится перед началом и в ходе периодов обучения. В первом случае целесообразно проводить трех- или пятидневные сборы с заместителями командиров батальонов и рот по вооружению. Такие сборы могут проводиться в масштабе части или батальона.

Расписание занятий на сборах (форма 1) утверждается командиром части или командиром батальона, если сборы проводятся в масштабе батальона.

Форма № 1

УТВЕРЖДАЮ:

Командир в/ч \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

**Расписание  
занятий на методическом сборе офицеров инженерно-технической службы  
на период с \_\_\_\_\_ по \_\_\_\_\_**

Дата	Часы занятий	Темы занятий	Кто проводит	Место проведения занятия
28.11	1-2	Итоги технической подготовки за летний период обучения и задачи на зимний период обучения	ЗКВ части	Класс технической подготовки
	3-4	Изучение программы технической подготовки на зимний период обучения и рассмотрение общей организации занятий	ЗКВ части	Класс технической подготовки
	5-6	Показное занятие по организации выполнения нормативов №__ в составе экипажей и №__ с механиками-водителями и так далее.	ЗКВ I тб	Парк учебно-боевых машин I тб

Примечание. 1. Начало занятий на сборах в 9.00.

2. Руководителям занятий представить 20.11.201\_\_ г. на утверждение планы организации занятий или планы-конспекты (методические разработки).

3. Участникам сборов иметь при себе:

- а) в первый день занятия: ротные журналы учета боевой подготовки; программу боевой подготовки танковых подразделений; сборник нормативов сухопутных войск;
- б) во второй день занятия:..... и так далее.

Заместитель командира части по вооружению

\_\_\_\_\_ (звание, подпись)

\_\_\_\_\_ 201\_\_ года

Тематика занятий на методических сборах должна обеспечивать высококачественное проведение занятий с обучаемыми в ходе зимнего или летнего периодов обучения.

К таким темам можно отнести следующие:

- итоги технической подготовки за прошедший период обучения и задачи на следующий период обучения;
- методика разработки практического занятия по обслуживанию танков;
- методика проведения групповых занятий;

- методика постоянного и периодического контроля знаний обучаемых;
- организация и методика выполнения нормативов;
- методика проведения занятий по изучению правил вождения машин;
- изучение приказов и директив по вопросам эксплуатации и ремонта техники;
- подведение итогов по внутреннему порядку в парке, несению службы суточным нарядом и задачи на следующий период;
- методика проверки технического состояния и содержания машин;
- последовательность разработки плана парко-хозяйственного дня и порядок его проведения и так далее.

Занятия на сборах следует проводить методом практических, показных и групповых упражнений, а не методом инструктажа и наставлений. К проведению занятий необходимо привлекать опытных в методическом отношении офицеров инженерно-технической службы. Только в этом случае от сборов можно ожидать положительных результатов.

Сборы офицеров инженерно-технической службы части перед началом каждого периода обучения не исключают методической подготовки руководителей занятий в ходе обучения личного состава.

Опыт ряда частей свидетельствует о том, что лучшей формой подготовки руководителей занятий является проведение однодневных методических сборов в каждые две недели. На этих сборах целесообразно рассматривать организацию и методику проведения как групповых, так и практических занятий по технической подготовке. В эти дни, как правило, следует проводить инструкторско-методические и показные занятия по темам, которые будут изучаться с обучаемыми на следующих неделях. К проведению этих занятий необходимо привлекать офицеров с достаточно большим методическим опытом. Причем темы занятий и ориентировочное время их проведения доводятся до руководителей занятий заблаговременно путем ознакомления их с заранее разработанными заместителем командира части по вооружению планом методической подготовки офицеров инженерно-технической службы.

Практические занятия с точки зрения организации и проведения являются более сложными по сравнению с классными. Обусловлено это тем, что они проводятся с механиками-водителями и другими категориями обучаемых в масштабе роты на учебно-боевых танках. Продолжительность этих занятий обычно составляет 4-6 часов. На каждом учебно-боевом танке, как правило, должны работать 3-4 группы обучаемых по 2-3 человека.

Следовательно, разработать и провести в этих условиях занятие так, чтобы все обучаемые получили твердые практические навыки по запланированному к практическому выполнению объему работ, могут только хорошо подготовленные офицеры, свободно владеющие предметом обучения и имеющие достаточный методический опыт. Но, как известно, методический уровень офицеров части – различный.

Так, например, у офицеров, прибывших в подразделения для прохождения службы на должностях ЗКВ рот из числа закончивших гражданские высшие учебные заведения, методический уровень по военной подготовке значительно ниже, чем у офицеров, закончивших военный институт и прослуживших 3-4 года в войсках. Эти обстоятельства требуют постоянной, хорошо налаженной методической подготовки, особенно перед практическими занятиями.

Опыт передовых частей и подразделений свидетельствует о том, что лучшей школой методического совершенствования офицеров являются «Инструкторско-методические занятия», проводимые старшими начальниками или наиболее опытными офицерами. Как правило, их проводят с руководителями занятий, а иногда и с руководителями учебных мест (это, пожалуй, один из лучших вариантов) за 4-6 дней до начала изучения с личным составом новой темы. На них проводится методическая подготовка офицеров, выра-

батывается наилучшая организация и методика проведения занятия и совершенствуются практические навыки руководителей занятий и учебных мест по выполнению всего объема работ, предусмотренного планом организации занятия.

Необходимым условием достижения целей и успешного проведения как инструкторско-методических занятий, так и занятий с личным составом является детальная разработка занятия и составление необходимой методической документации. К ней относятся: план организации занятия с личным составом, методическая разработка, операционные карты, то есть документация, которая будет использована на занятиях. Выполнение перечисленных документов требует, кроме творчества и инициативы, значительного времени на их изготовление. Поэтому офицеры, готовящие инструкторско-методические занятия, должны быть заблаговременно поставлены в известность. Это обстоятельство требует, чтобы к началу зимнего или летнего периодов обучения составлялся план проведения инструкторско-методических или показательных занятий (форма 2). К проведению таких занятий целесообразно привлекать начальника бронетанковой службы части, помощника начальника бронетанковой службы по электроспецоборудованию и заместителей командиров батальонов по технической части.

Любое практическое занятие разрабатывается в определенной методической последовательности. Наиболее просто можно показать это на примере какого-либо занятия по технической подготовке. Наиболее сложным с точки зрения организации являются практические занятия по теме «Техническое обслуживание силовой установки». Поэтому для рассмотрения методики будем разрабатывать занятия с механиками-водителями танковой роты по теме «Обслуживание воздухоочистителя, масляных и топливных фильтров, установленных на танке». Для того чтобы наиболее полно рассмотреть все методические приемы, зададимся условием, что занятие проводится только на одном учебно-боевом танке. Кстати, это наиболее частный случай при проведении занятий в линейных частях.

Методика разработки практического занятия по обслуживанию танков и написание методических разработок включает:

- расчет учебного времени на проведение занятия;
- определение количества заданий и их объема;
- организацию выполнения заданий и учебными подгруппами;
- подбор руководителей учебных мест и определение их функциональных обязанностей;
- организацию материального обеспечения занятий;
- составление плана организации занятия и написание методической разработки.

В целях повышения методического мастерства руководителей занятий, заместитель командира части (батальона) по вооружению поручает заместителям командиров рот по вооружению и другим офицерам подготовку и проведение инструкторско-методических занятий по отдельным темам. Это возможно только в том случае, если ЗКВ рот имеют достаточный опыт в проведении занятий и ранее участвовали в инструкторско-методических занятиях. В этом случае они согласовывают с ЗКВ части (батальона) организацию занятий, методические указания и перечень материального обеспечения.

Основными целями инструкторско-методических занятий являются:

- выработка наилучшей организации и методики проведения данного занятия;
- подготовка в методическом отношении руководителей занятий и личного состава, обеспечивающих их проведение;
- обеспечение единообразия проведения занятия во всех подразделениях;
- привитие практических навыков руководителям занятий;
- обсуждение и отработка отдельных методических приемов.

Форма № 2

УТВЕРЖДАЮ:

Командир в/ч \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 201\_\_ г

План  
методической подготовки руководителей занятий по технической подготовке  
на зимний период обучения

Период проведения занятия	Количество учебных часов	Место проведения занятия	Тема занятия	Кто проводит занятия	Отметка о выполнении
2-я неделя января месяца 201__ г.	7	Парк учебно-боевых машин I тб	Инструкторско-методическое занятие по теме: «Обслуживание маслянных и топливных фильтров, установленных в танке»	ЗКВ 1 тб	
4-я неделя января месяца 201__ г.	7	Парк учебно-боевых машин 2 тб	Инструкторско-методическое занятия по теме: «Обслуживание воздухоочистителя системы питания двигателя воздухом»	ЗКВ 2 тб	

Примечание: 1. Для проведения занятий на очередной месяц уточняется не позднее 25 числа текущего месяца.

2. До проведения инструкторско-методического или показательного занятия ЗКВ батальона и рот обязаны изучить их содержание по программе технической подготовки, а также необходимую литературу.

3. Методическую документацию, материальное обеспечение и личный состав готовят офицеры, ответственные за проведение занятия, и так далее.

Заместитель командира части по вооружению

\_\_\_\_\_ (звание, подпись)

\_\_\_\_\_ 201\_\_ года

Инструкторско-методические занятия проводятся следующим образом.

В начале занятия заместитель командира части (батальона) по вооружению называет тему занятия, время, отводимое на него, место проведения занятия, цели и меры безопасности. После этого он подробно докладывает организацию занятия и порядок его проведения, используя при этом план организации занятия. Если план проведения занятия не изготовлен на листе большого формата, то тема, цели и организация занятия с подробным расчетом времени излагаются на классной доске. Затем руководитель инструкторско-методического занятия подробно разбирает методику выполнения каждого задания. При этом рассматриваются действия руководителей учебных мест и перечисляются вопросы, которые они должны задать обучаемым в ходе выполнения задания. Для активизации инструкторско-методического занятия целесообразно, чтобы руководители учебных мест давали ответы на поставленные вопросы.

Особое внимание должно быть уделено методике отработки нормативов и учету их выполнения.

В заключение руководитель инструкторско-методического занятия рассматривает материальное обеспечение занятия, порядок обеспечения учебных мест инструментом и принадлежностями.

Далее указывается, какой литературой должны пользоваться руководители занятий и обучаемые при подготовке к занятию. Рассмотрев организацию и методику проведения занятия, следует перейти к практическому выполнению работ. Для этого все участники инструкторско-методического занятия разбиваются на учебные группы и выполняют весь объем работ, предусмотренный планом организации занятия. В ходе занятия, а также во время разбора, руководитель инструкторско-методического занятия обязан обращать внимание на правильность действий руководителей учебных мест и обучаемых.

После выполнения практических работ возможно обсуждение предложений по изменению организации и методики проведения занятия на учебных местах. Ценные предложения, способствующие улучшению занятия в целом, могут быть приняты и оформлены в виде дополнения (изменения) к методической разработке.

Скорректированная методическая разработка утверждается. Затем она размножается в нескольких экземплярах с таким расчетом, чтобы каждый руководитель имел один экземпляр разработки. В порядке накопления методического опыта по данной теме руководители после проведения всех занятий могут записать свои замечания для того, чтобы рассмотреть их на очередном инструкторско-методическом занятии.

Так как у офицеров, прибывших в подразделения для прохождения службы на должностях ЗКВ рот из числа закончивших гражданские высшие учебные заведения, методический уровень по военной подготовке значительно ниже, чем у офицеров, имеющих большой войсковой опыт, закончивших военные институты. Поэтому эти обстоятельства необходимо учитывать при подготовке к практическим занятиям и оказывать всестороннюю помощь более опытными офицерами.

#### Список литературы

1. Организация и методика технической подготовки в линейных танковых частях и подразделениях: Метод. пособ. - Академия БТВ им. Малиновского, 1973.
2. Техническая подготовка водителей (механиков-водителей): Метод. пособ. - Изд. второе, перераб. - Воениздат, 1980.
3. Изделие 184. Инструкция по эксплуатации 184.ИЭ-1. - Кн. II. - 1990.

Получено 15.12.2016

---

---

## РЕЗЮМЕ

**Азаматов Багдат Нурланович** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, докторант PhD

**Туспужанов Айдын Елеусызович** – ВКГУ им. С. Аманжолова, г. Усть-Каменогорск, зав. лабораторией прикладной и радиационной физики ННЛ КП

**Захитов Бекжан Даулетбекулы** – ВКГУ им. С. Аманжолова, студент

## ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКРЫТИЙ Fe-Cr-Ni И Fe-Mn НА ПОДЛОЖКЕ ИЗ АМГ-6

В работе проведены исследования пленок Fe-Cr-Ni и Fe-Mn, полученных на основе сплава АМГ-6. Микротвердость исходного сплава АМГ-6 равна  $H_n=1013$  Мпа, а после проведения термической обработки образцов с покрытием микротвердость увеличилась на 26%. Износостойкость образца после обработки - покрытие из Fe-Cr-Ni+отжиг при 200 °С (1 ч) была на уровне  $4,24 \cdot 10^{12}$  м<sup>2</sup>, что на 96% выше исходного. Проведенные микроструктурные исследования показали, что покрытия имеют зеренную структуру с размером структурных составляющих около 1 мкм.

Жұмыста АМГ-6 корытпасы негізінде Fe-Cr-Ni және Fe-Mn қабыршақтары алынып, зерттелді. Бастапқы АМГ-6 корытпасының микроаттылығы  $H_n=1013$  МПа шамасында болды, ал жабынмен қапталған үлгілер термиялық өңдеуден кейін микроаттылық көрсеткіші 26%-ға артты. Fe-Cr-Ni жабынымен қапталған 200 °С (1 сағ) жабындан өткен үлгінің тозуға төзімділігі бастапқыға қарағанда 96%-ға артып,  $4,24 \cdot 10^{12}$  м<sup>2</sup> деңгейіне жетті. Өткізілген микрорұқұрылымдық талдаулар нәтижесінде жабынның құрылымы түйіршікті екені және құрылымдық бөліктердің шамасы 1 мкм екендігі анықталды.

In the article studied films Fe-Cr-Ni and Fe-Mn based alloy AlMg-6. Microhardness of initial alloy AMG-6 was up to standard  $H_n=1013$  Мпа, after carrying out heat treatment of samples with a covering, microhardness has increased by 26%. Wear resistance of a sample after processing - a covering from Fe-Cr-Ni+ annealing at 200 °C (1 the h), was up to standard  $4,24 \cdot 10^{12}$  м<sup>2</sup> that is 96% higher than initial. The carried-out microstructural researches have shown that coverings have zereny structure with a size of structural components about 1 micron.

**Азимов Абдугани Муталович** – ЮКГУ им. М. Ауэзова, г. Шымкент, докторант PhD

**Жантасов Курманбек Тажмаханбетович** – ЮКГУ им. М. Ауэзова, д-р техн. наук, проф.

**Сатаев Марат Искакович** – ЮКГУ им. М. Ауэзова, д-р техн. наук, проф.

**Ортаев Арсен Есенгелдиевич** – ЮКГУ им. М. Ауэзова, канд. хим. наук, доцент

**Калдыкзов Талгат Абдиманович** – АО «3-Энергоорталық», г. Шымкент, нач. хим. цеха

## ХИМИЧЕСКАЯ РЕГЕНЕРАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ МЕМБРАН, ЗАГРЯЗНЁННОЙ СОЛЯМИ НИТРАТОВ, КАРБОНАТОВ И СУЛЬФАТОВ, 1%-НОЙ СОЛЯНОЙ КИСЛОТОЙ

В работе рассмотрена химическая регенерация 1%-ной соляной кислотой поверхности полимерных мембран, загрязнённой солями нитратов, карбонатов и сульфатов, а также основные технологические решения, которые используются при химической отмывке мембран. При неправильно выбранном интервале между операциями по регенерации мембран их эффективность падает, причем изменения характеристик мембран могут быть необратимыми. Продолжительность межрегенерационного периода зависит от состава исходной воды и технологии ее подготовки перед обратным осмосом. Качество подготовки воды считается хорошим, если стабильность работы обессоливающих аппаратов достигается при их периодической промывке не чаще одного раза в месяц.

Жұмыста нитрат, карбонат және сульфат тұздарымен ластанған мембрана беттерін 1% тұз қышқылымен химиялық регенерациялау (жандандыру) және мембраналарды химиялық шаю кезінде қолданылатын негізгі технологиялық шешімдер қарастырылған. Мембраналар регенерациялары бойынша операциялар арасындағы бұрыс таңдалған аралықтар кезінде олардың тиімділігі төмендеп, мұндағы мембрана сипаттамаларының өзгерістері қайтымсыз түрде жүреді. Регенерация аралық кезеңнің ұзақтығы бастапқы су құрамына және кері осмос алдында оны дайындау технологияларына тәуелді. Егер тұзсыздандырғыш аппараттар жұмысының тұрақтылығы олардың айына кем дегенде бір рет кезеңдік шайылуы кезінде жүрсе, онда судың дайындалу сапасы жақсы деп саналады.

The paper considers chemical recovery of polymeric membranes' surface, contaminated by salts of nitrates, carbonates and sulfates, by 1% hydrochloric acid, as well as basic process solutions used at the chemical washing of the membranes. In improperly selected interval between operations on the membranes' recovery, their efficiency drops, at that, changes in the membranes' features can be irreversible. Duration of the service cycle depends on the source water composition and technology of its preparation before the reverse osmosis. The water preparation quality will be good, if stability of desalinating apparatus operation is achieved at their periodical washing in no more than once a month.

**Ахметов Болат Жумагалиевич** – ВКГУ, г. Усть-Каменогорск, ст. преподаватель

**Байтак Апшикур** – ВКГУ, канд. техн. наук, доцент

**Болатова Айдана Болатовна** – СГУ им. Шакарима, г. Семей, студент

#### ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАДИОНУКЛИДАМИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ, ВЛИЯЮЩИЕ НА МЕЖЕВАНИЕ ЗЕМЕЛЬ

В статье рассматривается характер и уровень загрязнения радионуклидами земель, прилегающих к территории, которую ранее занимал Семипалатинский испытательный полигон. Эти данные необходимы для проведения межевания земель сельскохозяйственного назначения.

Мақалада бұрынғы Семей сынақ алаңы орналасқан территорияға жанасатын жерлердің радионуклидпен ластану деңгейі және сипаты қарастырылған. Бұл мәліметтер ауыл шаруашылығына арналған жерлерге межелеу жүргізу үшін қажетті болып табылады.

This article describes the nature and level of radioactive contamination of lands which are adjacent to the territory which was formerly occupied by the Semey test site. These data are necessary for surveying of agricultural land.

**Байбурин Ержан Мухаметкалиевич** – ВКГУ им. С. Аманжолова, г. Усть-Каменогорск

**Жантасова Женискуль Зейнешовна** – ВКГУ им. С. Аманжолова, канд. техн. наук

**Нугуманова Алия Багдатовна** – ВКГУ им. С. Аманжолова, PhD

**Сыздыкпаева Айгуль Рамазановна** – ВКГУ им. С. Аманжолова, канд. техн. наук

#### ОБ ОДНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА КЕЙСОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ НА ОСНОВЕ ПОСТАНОВКИ СМАРТ-ЦЕЛЕЙ

В статье предложена методика использования технологии обучения на основе кейсов и постановки смарт-целей в учебном процессе на примере специальности «Информатика». Представлена программная платформа, обеспечивающая реализацию данной методики.

Мақалада «Информатика» мамандығы мысалында оқу үрдісінде кейстер негізінде оқыту технологияларын қолдану және смарт-мақсат қою ұсынылған. Айтылған әдістемені қолдайтын бағдарламалық платформа көрсетілген.

This paper proposes a teaching approach, which is based on case technology and smart goals setting technique. This approach is adopted for Computer science specialty. A framework providing implementation of proposed approach is represented.

**Байсанов Алибек Сайлаубаевич** – Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, г. Караганда, канд. техн. наук

**Исагулов Аристотель Зейнуллинович** – КарГТУ, г. Караганда, д-р техн. наук

**Сиргетаева Гульжан Еркеовна** – КарГТУ, магистр металлургии, докторант

**Лорен Кристофф** – Университет Поля Сабатье, г. Тулуза, д-р PhD, проф.

#### ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИ-ДИАГРАММНЫЙ АНАЛИЗ ЧЕТЫРЕХКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМЫ Fe-Mn-C-O ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ОБЖИГОВЫМ ПРОЦЕССАМ

В статье представлены результаты термодинамически-диаграммного анализа изучения четырехкомпонентной системы Fe-Mn-C-O. Привлечение указанного метода к исследованию многокомпонентных систем позволяет определить конечные фазовые области, оптимальные для конкретной технологии. Термодинамически-диаграммный анализ совмещает термодинамическую оценку химического взаимодействия компонентов в изучаемой системе с геометрической диаграммой. Такое совмещение, как показали исследования физико-химических основ производства огнеупоров и ферросплавов, оказывается продуктивным при интерпретации химических взаимодействий в сложных системах.

Мақалада Fe-Mn-C-O төрткомпоненттік жүйенің термодинамикалық талдауының нәтижелері көрсетілген. Көпкомпонентті жүйені зерттеуге көрсетілген әдісті қатыстыру нақты технология үшін оңтайлы түпкілікті фазалық облыстарды анықтауға мүмкіндік береді. Термодинамикалық-диаграммалық талдау геометриялық диаграммасымен зерттелетін жүйеде компоненттердің химиялық әрекеттесудің термодинамикалық талдауын біріктіреді. Мұндай біріктіру, отқатозімділер мен феррокорытпалар өндірісінің физика-химиялық негіздерін зерттеу көрсеткендей, күрделі жүйеде химиялық әрекеттесудің интерпретациясы кезінде өнімді болып табылады.

In the article there are presented the results of thermodynamic-diagram analysis of studying the Fe-Mn-C-O four-component system. The involving of the mentioned method in studying multi-component systems permits to define the final phase regions that are optimal for a concrete technology. Thermodynamic-diagram analysis combines thermodynamic assessment of the components chemical interaction in the studied system with the geometrical diagram. Such a combination, as studies of physical-and-chemical basics of refractories and ferroalloys production showed, appears to be productive when interpreting chemical interactions in complex systems.

**Бейсембаева Роза Сейдахметовна** – ВКГУ им. С. Аманжолова, г. Усть-Каменогорск, канд. геог. наук, доцент ВАК, проф.

**Асылгазина Күмісай Асылгазықызы** – ВКГУ им. С. Аманжолова, магистрант

#### СОЦИАЛЬНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ КАЗАХСТАНА

В статье дан анализ особенностей формирования и развития крупных агломераций в Республике Казахстан.

Мақалада Қазақстан Республикасының ірі агломерацияларының қалыптасуы мен даму ерекшеліктеріне сараптама жасалған.

The article analyzes the peculiarities of formation and development of large agglomerations in the Republic of Kazakhstan.

**Веселков Сергей Иванович** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, подполковник

#### ВЛИЯНИЕ МОРАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ВОЕННОСЛУЖАЩЕГО ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ БОЕВОЙ ЗАДАЧИ

В статье рассмотрены вопросы влияния морально-психологической подготовки военнослужащего при выполнении боевой задачи.

Әскери қызметкердің моральды-психологиялық дайындығының жауынгерлік міндетін атқаруы кезіндегі әсері жайлы мәселелер қарастырылған.

The article discusses the influence of the moral and psychological training of servicemen in combat missions.

**Григорьева Светлана Владимировна** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, докторант

#### АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РАБОЧИМИ ПАРАМЕТРАМИ МОЩНЫХ СВЕТОДИОДОВ

В статье рассматривается оригинальная архитектура автоматизированной системы, позволяющая осуществлять управление параметрами мощных белых светодиодов в широком диапазоне. Представлен аппаратно-программный комплекс для наблюдения и измерения физических величин и процессов, происходящих при работе светодиодных источников света.

Мақалада кең ауқымды жоғары қуатты ақ жарық диодтарының параметрлерін басқаруға мүмкіндік беретін автоматтандырылған жүйесінің ерекше сәулеті қарастырылады. Жарық диодты жарық көздерінің жұмысы барысында болып жатқан үрдістер мен физикалық шамаларды бақылау және өлшеу үшін аппараттық-бағдарламалық кешен ұсынылған.

The article deals with the original architecture of an automated system allowing control the parameters of high-power white LEDs in a wide range. Hardware-software complex for the monitoring and measuring of physical quantities and processes occurring at the LED light sources is described.

**Гроскоп Роман Владимирович** – Национальный университет обороны им. Первого Президента

Республики Казахстан – Лидера Нации, г. Астана, докторант, майор

#### ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ БРОНЕТАНКОВОГО ВООРУЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ БРОНЕТРАНСПОРТЁРА БТР-80

В статье предлагается на основе теории решения изобретательских задач разработать техническое решение контроля герметичности дизельных двигателей.

Мақалада өнертапқыштық мақсаттарды шешу теориялары негізінде дизельдік қозғалтқыштардың қымталуын бақылау бойынша техникалық шешімдер ұсынылады.

The present article is devoted to the theory basis in the decision of inventive tasks and working out technical decision by the control of hermitage in diesel engines.

**Дрючкова Олеся Александровна** – РГП «НЦ КПМС РК» «ВНИИцветмет», г. Усть-Каменогорск

**Садуакасова Айгуль Талгатовна** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, докторант

**Самойлов Валерий Иванович** – ВКГТУ, д-р техн. наук РФ, д-р PhD, доцент

**Жакупова Гульмира Бакытбековна** – ВКГТУ, докторант

**Куленова Наталья Анатольевна** – ВКГТУ, ассоц. проф., канд. техн. наук

**Кокаева Гульнара Айтикеновна** – ВКГТУ, канд. техн. наук

**Әділқанова Меруерт Әділқанқызы** – ВКГТУ, д-р PhD

**Абдулина Сауле Амангельдыевна** – ВКГТУ, д-р PhD

#### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГАЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛИТИЕНОСНОГО ГИДРОМИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ И ПУТИ ЕЕ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ

В настоящей работе приводятся данные по гидроминеральным источникам лития и способы его переработки в ряде стран. Рассмотрены

Осы жұмыста литийдің гидроминералды көздері бойынша деректер мен бірнеше елдерде оларды өңдеу тәсілдері келтірілген. Құрамында ли-

The paper contains the data on hydro-mineral sources of lithium and the methods of several countries for its processing. There has been stud-

способы переработки месторождений как с благоприятными, так и с неблагоприятными климатическими условиями для галургической переработки литийсодержащего гидроминерального сырья. Данный обзор позволяет сделать вывод о перспективности переработки литийсодержащих гидроминеральных месторождений стран СНГ.

тий бар гидроминералды шикізатты галургиялық өңдеу үшін қолайлы, сондай-ақ қолайсыз климатымен кенорындарды өңдеу тәсілдері қарастырылды. Осы шолу ТМД елдерінің литийі бар гидроминералды кенорындарын өңдеудің перспективалары туралы қорытынды шығаруға мүмкіндік береді.

ied the methods for processing of deposits with favorable and unfavorable climatic conditions for chemical processing of lithium-bearing hydro-mineral raw materials using natural salts. The present review leads to the conclusion on perspective of processing of lithium-bearing hydro-mineral deposits of CIS countries.

**Жомартқызы Гульназ** – ВКГУ, г. Усть-Каменогорск, доктор PhD, ст. преподаватель

#### ЗНАНИЯ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ

В статье приведён детальный анализ развития теории и практики процессов управления знаниями и систем управления знаниями. Приводятся примеры распределения знаний по различным источникам, описана ориентированная на процесс методология On-To-Knowledge, а также схема управления жизненным циклом знаний. Процессы преобразования знаний описаны с точки зрения получаемых результатов на этапах создания, накопления, распределения и использования знаний.

Мақалада білімді басқару процесстері мен білімді басқару жүйелерінің теориясы мен практикасына толық талдау берілген. Білімнің таратылу мысалы, үдерістерге бағдарланған On-To-Knowledge методологиясы, білімнің өмірлік циклін басқару схемасы сипатталған. Білімді құру, сақтау, тарату және пайдалану кезеңдерінде алынған нәтижелер тұрғысынан білімді түрлендіру процесстері келтірілген.

The article gives a detailed analysis of the theory and practice of knowledge management processes and knowledge management systems. It cites the example of the distribution of knowledge from various sources described process-oriented methodology On-To-Knowledge, as well as the control circuit lifecycle knowledge. Knowledge conversion processes can be described in terms of the results obtained at the stages of creation, storage, distribution and use of knowledge.

**Жомартқызы Гульназ** – ВКГУ, г. Усть-Каменогорск, доктор PhD, ст. преподаватель

#### УПРАВЛЕНИЕ ЗНАНИЯМИ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ВУЗА

В статье приведён детальный анализ развития теории и практики процессов управления знаниями и систем управления знаниями. Приводится определение и иерархия уровней знаний, классификации знаний в организациях. Описан циклический процесс обмена и трансформации явных и неявных знаний. Подробно приводится иерархическая структура интеллектуального капитала высшего учебного заведения.

Мақалада білімді басқару процесстері мен білімді басқару жүйелерінің теориясы мен практикасына толық талдау берілген. Білім категориясының анықтамасы, оның иерархиялық деңгейлері, ұйымдардағы білім классификациясы ұсынылып отыр. Айқын және айқын емес білім трансформациясының және алмасудың циклдік процесі сипатталған. Жоғары оқу орнының интеллектуалдық капиталының иерархиялық құрылымы толық қарастырылған.

The article gives a detailed analysis of the theory and practice of knowledge management processes and knowledge management systems. Provides definition and hierarchy of levels of knowledge, classification of knowledge in organizations. Describes a cyclical process of transformation and exchange of explicit and tacit knowledge. Details are given the hierarchical structure of the intellectual capital of a higher educational institution.

**Жукебаева Т.Ж.** – КарГТУ, г. Караганда, канд. техн. наук, доцент

**Мускенова К.М.** – КарГТУ, магистрант

**Кожаберганов А.Е.** – КарГТУ, магистрант

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ СПЕКАНИИ ОФЛЮСОВАННОГО АГЛОМЕРАТА

В статье рассматриваются вопросы использования отходов металлургического производства при спекании офлюсованного агломерата. Отходы доменного и сталеплавленного процессов содержат железо, углерод и другие полезные примеси, что дает возможность использовать их как дополнительный источник сырья,

Мақалада флюстенген агломераттың күйежентектелуі кезіндегі металлургиялық өндірістің қалдықтары қарастырылады. Домна және болат өндірісі қалдықтарының құрамында темір, көміртек және пайдалы қоспалар бар, бұл оларды концентрат пен коксқа караганда қосымша шикізат көзі ретінде пайдалануға мүмкіндік береді. Цинкті

The article deals with the use of metallurgical production waste during sintering fluxed sinter. Waste domain and steelmaking processes contain iron, carbon and other impurities are useful, which allows to use them as an additional source of raw materials, the cost of which is considerably lower than the concentrate

стоимость которого значительно ниже, чем концентрата и коксика. Для удаления цинка от 1,5 до 0,03% предложена технология агломерации с дополнительным нагревом верхних слоев шихты, что улучшает показатели агломерационного процесса. В работе изучено влияние количества различных отходов в шихте на показатели процесса (вертикальную скорость спекания, качество агломерата).

1,5%-дан 0,03%-ға дейін жою үшін шихтаның жоғарғы қабаттарын қосымша қыздыратын агломерациялық технология ұсынылған, бұл агломерация процесінің көрсеткіштерін жақсартады.

Жұмыс барысында шихтадағы әртүрлі қалдықтар санының процесс көрсеткішіне әсері зерттелді (күйежен-тектелудің вертикаль жылдамдығы, агломерат сапасы).

and coke fines. To remove zinc from 1,5 to 0,03% proposed agglomeration technology with an additional heating of the upper layers of the charge, to improve the performance of the sintering process. The paper studied the effect of different amounts of waste in the charge of the process indicators (vertical sintering speed, quality sinter).

**Запасный Евгений Валерьевич** – ЗАО «Белоцерковская ТЭЦ», г. Киев, исполнительный директор  
**Асанов Даулет Асанович** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, доктор PhD  
**Запасный Валерий Владимирович** – ВКГТУ, канд. техн. наук, проф.  
**Галкин Станислав Васильевич** – ВКГТУ, магистр, преподаватель  
**Черепанов Николай Игоревич** – ВКГТУ, инженер

#### ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ КОТЛОВ С ЦИРКУЛИРУЮЩИМ КИПЯЩИМ СЛОЕМ ВЗАМЕН УСТАРЕВШИХ С ФАКЕЛЬНЫМ СЖИГАНИЕМ УГЛЯ

Устаревшее оборудование не дает достаточной эффективности и обуславливает повышенное потребление угля на ТЭС. В настоящее время технические нормативы эмиссии в атмосферу ТЭЦ г. Усть-Каменогорска превышают европейские значения в 2-10 раз. В статье рассмотрена возможность внедрения на ТЭЦ Республики Казахстан котлов с технологией сжигания в циркулирующем кипящем слое, реализованной в продукции фирмы «Babcock&Wilcox» (США). Основными преимуществами данной технологии являются возможность достижения малых концентраций загрязняющих веществ при сжигании угля низкого качества без установки вспомогательного оборудования.

Ескірген жабдыктар қажетті тиімділікті қамтамасыз ете алмай ЖЭС-ларында көмір шығынын ұлғайтады. Қазіргі кезде Өскемен қаласының ЖЭО-тарының атмосфераға эмиссияларының техникалық нормативтері еуропалық деңгейден 2-10 есе артық. Мақалада Қазақстан Республикасы ЖЭО-тарында «Babcock&Wilcox» (АҚШ) фирмасының өнімінде іске асырылған айналмалы қайнау қабаты бар жағу технологиясы бар қазандықтарды енгізу мүмкіндігі қарастырылған. Осы технологияның негізгі артықшылығы - қосымша құралдарды орнатусыз төмен сапалы көмірді жакқандағы ластаушы заттардың шоғырлануының төмендігі.

Out-of-date equipment does not support sufficient efficiency and causes the increased coal consumption TPP. In addition to that, local city pollution standards exceed the European ones at 2-10 times. In this article it was considered an usage of circulating fluidized bed boiler (CFB) manufactured by Babcock&Wilcox-company (USA). The main advantages of this technology is possibility of achievement of emission low concentration in a process of apoor quality coal burning without installation of the additional equipment.

**Имашев Туяк Копеевич** – КарГТУ, г. Караганда, д-р техн. наук, проф.  
**Исабек Аскар Жанболатович** – КарГТУ, доктор PhD, ст. преподаватель  
**Рашид Жұлдыз Бекайдарқызы** – КарГТУ, магистрант  
**Ақбанбетова Дана Ералыевна** – КарГТУ, магистрант  
**Мұратұлы Берікбол** – КарГТУ, магистрант

#### ПРИМЕНЕНИЕ РЕЙТИНГОВОЙ КЛАССИФИКАЦИИ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД В УСЛОВИЯХ ЖАЙРЕМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Приведена методика оценки качества горных пород через рейтинговые классификации массива в условиях Жайремского месторождения. Определен геологический индекс прочности пород для разных участков массива по критерию Хоэка-Брауна, который применяется при численном моделировании напряженно-деформированного состояния массива.

Жәйрем кенорны жағдайында сілемнің рейтингтік классификациясы арқылы тау жыныстарының сапасын бағалау әдісі келтірілген. Сілемнің кернеулі-деформациялану күйін сандық модельдеу кезінде қолданатын Хоэк-Браун критерийі бойынша сілемнің әртүрлі учаскелері үшін тау жыныстарының мықтылықтарының геологиялық индексі анықталған.

The methods of evaluating the quality of the rock through the rating classification of the array in a Zhairam deposit. Defined geological strength index species for different parts of the array on the Hoek-Brown criterion, which is used in numerical modeling of stress-strained condition of rock mass.

**Кабикенов Сапар Жомартович** – ҚарГТУ, г. Караганда, канд. техн. наук, доцент

**Макенов Алтай Абылаевич** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, канд. техн. наук, доцент, проф. ВКГТУ

**Давыдов Анатолий Александрович** – ВКГТУ, ст. преподаватель

#### РЕШЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ СРЕДСТВ ОБСЛУЖИВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

Настоящая статья посвящена вопросам использования программного обеспечения для решения транспортной задачи оптимизации средств обслуживания. В ней с целью оптимизации средств обслуживания автомобильного транспорта предлагается использовать закономерности систем массового обслуживания и имитационное моделирование. Приведено описание программного продукта, который разработан на языке программирования Delphi. Практическое применение программного обеспечения позволит существенно сократить время решения транспортной задачи.

Аталған мақала бағдарлық құралдарды қолдана отырып қызмет ету құралдарын онтайландырудың көліктік міндеттерін шешу мәселелеріне арналған. Мұнда автомобиль көлігіне қызмет көрсетуді онтайландыру құралдарының мақсаты ретінде жаппай қызмет көрсету мен имитациялық үлгілеу жүйелерінің заңдылықтарын қолдану ұсынылады. Delphi бағдарламалау тілінде жасалған бағдарламалық өнімнің сипаттамасы келтірілген. Бағдарламалық қамтамасыз етудің тәжірибеде қолданылуы көліктік міндеттерді шешудің уақытын айтарлықтай азайтады.

This article focuses on the use of software to solve the transportation problem of optimization of facilities. In it for the purpose of optimizing road transport facilities are encouraged to use the laws of queuing systems and simulation. Here shows the description of the software, which is developed in Delphi programming language. Practical application of software will significantly reduce the time to solve the transportation problem.

**Касымова Айжан Бахытжановна** – АО МУИТ, г. Алаты, магистр, PhD-студент

#### ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗАЯВОК ДЛЯ ОБРАБОТКИ В СИСТЕМЕ Е-КОММЕРЦИИ

В настоящей работе представлены три этапа процесса приема, регистрации и подготовки заказов для формализованной машинной обработки в рамках электронной коммерции. На первом этапе намерение покупателя о покупке товаров оформляются в виде проект-заявки. На втором этапе осуществляется прием и регистрация проект-заявки в качестве заявки. На третьем этапе проводится формализация содержания заказа с целью машинной обработки.

Жұмыста электронды сауда аясында тауарларды сатып алу тапсырыстарын қабылдау үрдісі, тіркеу және тапсырыстарды формалды машиналық өңдеуге дайындау үрдістерінің үш қадамы көрсетілген. Бірінші қадамда сатып алушының тауарды сатып алу дәмесін, э-коммерция талаптары бойынша жоба-өтінім ретінде ресімдеу. Екінші қадамда жоба-өтінім өтінім ретінде қабылданады және тіркеледі. Үшінші қадамда қабылданған тапсырыстар формалды түрге келтіріледі.

This paper presents three stages of the process for receiving, registering and preparing orders for formalized machine processing within the e-commerce. In the first stage of the buyer's intention to purchase the goods are made in the form of project-application. At the second stage, the reception and registration of the project-application as an application. At the third stage, the formalization of the content of the order for the machine processing.

**Мизерный Аркадий Игоревич** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, докторант PhD, магистр геологии

**Мирошникова Анастасия Петровна** – ВКГТУ, докторант PhD

**Оразбекова Гулизат Багдатовна** – ВКГТУ, докторант PhD, магистр геологии

**Мизерная Марина Александровна** – ВКГТУ, канд. геол.-мин. наук, доцент

**Черненко Зинаида Ивановна** – ВКГТУ, канд. геол.-мин. наук (PhD), доцент

#### КРУПНЫЕ ЗОЛОТО-ТЕЛЛУРИДНЫЕ ШТОКВЕРКОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЗАХСТАНА, ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ, МЕТАЛЛОГЕНИЯ

В статье рассмотрены основные черты геологического строения, магматизма, рудной минерализации типичных штокверковых месторождений, приуроченных к двум временным уровням Васильковское ( $O_3 - S_1$ ) и Секисовское ( $C_{2.3}$ ). Месторождения обладают высоким сырьевым потенциалом с перспективами прироста запасов на глубину и на флангах в пределах узлов пересечения и смещения тектонических разломов разного порядка. Размах концентрации золота, а также разнообразие теллуридов золота, серебра, высокое содержание ми-

Мақалада Васильков ( $O_3-S_1$ ) және Секисов ( $C_{2.3}$ ) екі уақыттық деңгеймен байланысқан типтік штокверлі кенорындардың геологиялық құрылымының, магматизмнің, кенді минералданудың негізгі сипаттамалары қарастырылған. Кенорындар қиылысқан түйіндердің және әртүрлі дәрежедегі тектоникалық жарылымдарының ығысулар шекарасында тереңдікте және қаптамаларында жоғары шикізаттық потенциалға ие болады. Алтынның шоғырлануы, сонымен бірге алтын мен күміс теллуридтерінің әртүрлілігі, висмут

The article describes the main features of the geological structure, magmatism, mineralization of the typical stockwork deposits, confined to two time levels Vasilkovskoe and Sekisovskoe. The deposits have a high resource potential, with reserves of growth prospects for the depth and on the flanks of the ore bodies within the intersection of displacement and tectonic faults of different orders. The scope of gold concentration, as well as a variety of tellurides of gold, silver and high bismuth content increases the prof-

нералов висмута повышает рентабельность освоения месторождений данного типа.

минералдарының жоғары мөлшері бұл типті кенорындарды игеру тиімділігін арттырады.

itability development of this deposits.

**Мукаев Жандос Төлеубекевич** – Государственный университет им. Шакарима, г. Семей, д-р PhD  
**Озгелдинова Жанар Озгелдиновна** – ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, д-р PhD

#### ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПРИГОДНОСТИ ЛАНДШАФТОВ БАССЕЙНА ОЗЕРА АЛАКОЛЬ ДЛЯ ТУРИЗМА И РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Статья посвящена определению функциональной пригодности ландшафтов бассейна озера Алаколь. В результате комплексной оценки функциональной пригодности ландшафтов для каждого ландшафта было вычислено число видов рекреационной деятельности, т. е. число функций рекреации. По полученным данным составлена карта пригодности ландшафтов бассейна озера Алаколь для туризма и рекреации.

Мақалада Алақол көлі алабы ландшафтарының функционалдық жарамдылығын анықтау қарастырылған. Ландшафтардың функционалдық жарамдылығын кешенді бағалау нәтижесінде әрбір ландшафтыға рекреациялық әрекет түрлерінің саны анықталды. Алынған мөлметтер негізінде ландшафтылардың рекреациялық әрекетке жарамдылық картасы жасалды.

The article is devoted to the determination of functional suitability Alakol lake basin landscape. As a result of a integrated assessment of functional suitability landscapes for each landscape was calculated the number of recreational activities, number of recreation functions. From the data compiled a map of suitability of Lake Alakol Basin landscape for tourism and recreation.

**Самойлов Валерий Иванович** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, д-р техн. наук РФ, д-р PhD  
**Оналбаева Жанар Сагидолдиновна** – ВКГТУ, д-р PhD  
**Бекимбаева Гульнара Серккалиевна** – ВКГТУ  
**Куленова Наталья Анатольевна** – ВКГТУ, ассоц. проф., канд. техн. наук  
**Жакупова Гульмира Бакытбековна** – ВКГТУ, докторант  
**Әділқанова Меруерт Әділқанқызы** – ВКГТУ, д-р PhD  
**Кокаева Гульнара Айткеновна** – ВКГТУ, канд. техн. наук  
**Абдулина Сауле Амангельдыевна** – ВКГТУ, д-р PhD

#### КИНЕТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СЕРНОКИСЛОТНОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЛИТИЯ ИЗ МЕХАНОАКТИВИРОВАННОЙ СМЕСИ МИНЕРАЛОВ ЛИТИЯ

В данной статье исследована кинетика сернокислотного извлечения лития из механоактивированной лепидолит-сподуменово́й смеси. Определена величина кажущейся энергии активации взаимодействия сырьевой смеси с серной кислотой ( $E_{\text{каж}} = 4,8$  кДж/моль). Установленная величина  $E_{\text{каж}}$  свидетельствует о том, что исследованный процесс протекает в диффузионной области. Поэтому можно предположить, что данный процесс лимитируется скоростью диффузии молекул кислоты к реакционной поверхности через слой образующихся продуктов реакции.

Берілген мақалада механикалық активтендірілген лепидолит және сподумен қоспасынан литийді күкірт қышқылымен бөліп алудың кинетикасы зерттелген. Шикізат қоспасының күкірт қышқылымен әрекеттесуінің жуықталған активтілік энергиясының мәні анықталды ( $E_{\text{ж}} = 4,8$  кДж/моль). Анықталған  $E_{\text{ж}}$  мәні зерттелген үрдістің диффузиялық аймақта өтетінін көрсетеді. Сондықтан бұл үрдіс қышқыл молекулаларының реакциялық бетке реакцияның түзілетін өнімдер қабаты арқылы диффузия жылдамдығымен шектеледі деп тұжырымдауға болады.

In the paper kinetics of sulphuric-acid recovery of lithium from the mechano-activated lepidolite-spodumene mixture was studied. Apparent activation energy value of interaction between raw mixture and sulphuric acid ( $E_{\text{app}} = 4,8$  kJ/mol) was determined. Set value of  $E_{\text{app}}$  is testimony to the fact that examined process runs in diffused area. Therefore, we can assume that process limited by diffusion rate of acid's molecules to response surface through the layer of reaction resultants.

**Сартаев Куанышбек Заурбекович** – Екибастузский инженерно-технический институт им. К.И. Сатпаева, г. Екибастуз, д-р техн. наук  
**Карипбаев Салиакын Жумадилович** – Академия гражданской авиации, г. Алматы, канд. техн. наук  
**Нуспеков Ерболат Лязатович** – Академия гражданской авиации, канд. техн. наук  
**Толубаева Канагат Камзановна** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, канд. техн. наук  
**Сартаева Гауһар Шыныбековна** – Академия гражданской авиации, г. Алматы, магистр

#### КВАЗИСТАТИЧЕСКОЕ НДС ОДНОСЕКЦИОННОГО ПЛОСКО-РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА

Проведен силовой расчет механизма для каждого равновесного положения в зависимости от действу-

Механизмге түсірілген тұрақты, уақытқа катысты өзгермелі сыртқы күштер әсерінен әрбір тепе-теңдік

Results of mechanism power for each equilibrium position is carry out with account of externals as

ющих на него внешних постоянных, орындары үшін күштік есептеу fixed as variables on time.  
переменных по времени сил. жүргізілді.

**Сартаев Куанышбек Заурбекович** – Екибастузский инженерно-технический институт им. К.И. Сатпаева, г. Екибастуз, д-р техн. наук

**Карипбаев Салиакын Жумадилович** – Академия гражданской авиации, г. Алматы, канд. техн. наук

**Нуспеков Ерболат Лязатович** – Академия гражданской авиации, канд. техн. наук

**Толубаева Канагат Камзановна** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, канд. техн. наук

**Мырзагельдиева Ж.М.** – Алматинский технологический университет, г. Алматы

#### УПРУГАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ОДНОСЕКЦИОННОГО МЕХАНИЗМА

Разработан алгоритм и комплекс вычислительных пакетов прикладных программ на основе разработанных подходов, методической основы с эффективным применением метода конечных элементов (МКЭ) для многовариантных компьютерных расчетов критических сил, квазистатического НДС в элементах упругих механизмов.

Жасалынған әдістер негізінде шекті элементтер әдісін (ШЭӘ) серпімді механизмдердің элементтеріндегі аумалы күштерді, квазистатикалық кернеулік-деформациялық күйді көпвариантты компьютерлік есептеу үшін тиімді пайдалана отырып, алгоритм және қолданбалы программалар пакетінің есептеу кешені құрылды.

An algorithm and a set of computational application packages was developed based on designed approaches, methodical framework with using finite element method (FEM) in an efficient manner for multivariate computer calculations of critical load, quasistatic SSS in the elements of elastic mechanisms.

**Саурбаева Бекзат Сагатбековна** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск канд. хим. наук

**Әналбаева Жанар Сагидолдиновна** – ВКГТУ, д-р PhD

**Әділканова Меруерт Әділқанқызы** – ВКГТУ, д-р PhD

**Кокаева Гульнара Айткеновна** – ВКГТУ, канд. техн. наук

**Абдулина Сауле Амангельдыевна** – ВКГТУ, д-р PhD

**Жолбарисов Данияр Ерланович** – ВКГТУ, магистрант

#### ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ И МЕХАНИЗМА ЦЕМЕНТАЦИОННОЙ ОЧИСТКИ РАСТВОРОВ СУЛЬФАТА ЦИНКА ОТ ПРИМЕСЕЙ КОБАЛЬТА И НИКЕЛЯ

В данной статье исследована кинетика и механизм цементационной очистки растворов сульфата цинка от примесей кобальта и никеля. При разработке технологии были определены оптимальные технологические условия автоклавного сернокислотного выщелачивания цинка в раствор (95,4%). Расчётным методом определены средние величины константы скорости кобальта -  $0,0406 \text{ мин}^{-1}$ . Установлено, что для ускорения процесса осаждения кобальта в раствор необходима добавка раствора сульфата меди, оптимальное количество введённой меди составило  $100 \text{ мг/л}$ .

Бұл мақалада мырыш сульфатының ерітіндісін кобальт және никель қоспаларынан цементациялық тазалау механизмі және кинетикасын зерттей отырып мәселені шешудің жана жолдары: цементация жылдамдығын арттыру жағдайлары қарастырылды; үрдіске кері әсерін тигізетін бірқатар факторлар анықталды; цементация процесіне аниондардың табиғатының әсері зерттелді. Есептеулер арқылы кобальттың жылдамдық константасының орташа шамасы анықталды.

This article investigated the kinetics and mechanism of cleaning the cement solution of cobalt and nickel sulphate impurities. The optimum technological conditions autoclaved solution sulfuric acid leaching zinc (95,4%) in the development of technological. Calculation method determined by the average value  $0,0406 \text{ min}^{-1}$  of the rate constant speed of cobalt -  $0,0406 \text{ min}^{-1}$  have been identified. It was found that to accelerate the deposition of cobalt in the solution, process necessary to add copper sulfate solution, the optimum amount of copper was administered  $100 \text{ mg/l}$ .

**Терещенко Владимир Иосифович** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, полковник (в отставке), ст. преподаватель  
**Манцуров Олег Александрович** – ВКГТУ, полковник

#### МЕТОДИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА РУКОВОДИТЕЛЕЙ ЗАНЯТИЙ – ОСНОВА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЗНАНИЙ И НАВЫКОВ ОБУЧАЕМЫХ

В статье даны самые рациональные методы подготовки руководителей практических занятий по технической подготовке по темам обслуживания бронетанковой техники. Даны рекомендации по подготовке менее подготовленных офицеров в методическом отношении для проведения занятия. Используя все эти методические рекомендации данной ста-

Мақалада сауытты танк техникасына қызмет көрсету тақырыптары бойынша техникалық дайындықта тәжірибелік сабақтардың жетекшілерін дайындаудың ең тиімді әдістері берілген. Әдістемелік тұрғыда дайындығы аз офицерлерді сабақтарды өткізуге дайындауға ұсыныстар берілген. Аталған мақаладағы барлық осы әдіс-

The paper presents the most rational methods of training the moderators of practical classes in technical training for servicing armored personal carriers. It also contains the recommendations for training the officers who have less experience in the methodology to teach the classes. Using all these methodological recommendations one can

ты, можно качественно провести практические занятия на высоком методическом уровне не только по технической подготовке, но и другим предметам, тем самым повысить свой профессиональный уровень.

темелік ұсыныстарды пайдалана отырып тек қана техникалық дайындық қана емес, басқа да пәндер бойынша тәжірибелік сабақтарды сапалы жоғары әдістемелік деңгейде өткізуге, сол арқылы өзінің кәсіби деңгейін арттыруға болады.

teach the practical classes on high methodological level not just in technical training, but also while teaching other classes, thus, getting professional development.

**Увалиева Индира Махмутовна** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, PhD  
**Кумаргажанова Сауле Кумаргажановна** – ВКГТУ, канд. техн. наук  
**Даниярова Жансая Ержановна** – ВКГТУ, студентка

#### РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ

Данная статья посвящена разработке программного обеспечения оценки отклонений физиологических показателей развития детей. Рассмотрены 4 метода оценки. Отмечается, что из рассмотренных методов выбраны те методы, которые дают более точную оценку отклонений физиологических показателей, спроектирована база данных физиологических показателей развития детей. В статье на основе анализа методов оценки физиологических показателей развития детей показано клиентское приложение данной базы данных.

#### ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОЦЕНКИ ОТКЛОНЕНИЙ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ

Мақала балалардың физиологиялық даму көрсеткіштерінің ауытқуын бағалау әдістерінің бағдарламалық қамтамасын жасақтауға арналған. Бағалаудың 4 әдісі қарастырылды. Қарастырылған әдістер арасынан физиологиялық көрсеткіштердің ауытқуларын дәлірек бағалайтын әдістер тандап алынды және балалардың дамуының физиологиялық көрсеткіштерінің деректер базасы жобаланды. Балалардың дамуының физиологиялық көрсеткіштерін бағалау әдістеріне талдау жасау негізінде берілген деректер базасының клиенттік қолданбасы көрсетілген.

This article is dedicated to the development of the software evaluation deviations of physiological indicators of child development. We consider four valuation technique. It should be noted that of the considered methods selected methods, which provide a more accurate estimate deviation physiological indicators and designed a database of physiological indicators of child development. The article on the basis of analysis methods for assessing the physiological indicators of child development shown client application this database.

**Ұзақпай Аяулым Аркабекқызы** – ВКГТУ, студентка  
**Увалиева Индира Махмутовна** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, PhD  
**Кумаргажанова Сауле Кумаргажановна** – ВКГТУ, канд. техн. наук

#### АНАЛИЗ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ЛОМБАРДА С ПОМОЩЬЮ CASE-ТЕХНОЛОГИИ

Данная статья посвящена описанию системы приема ювелирных изделий в ломбард, ознакомлению и исследованию бизнес-процессов и реализации моделирования этих бизнес-процессов. Также дан полный анализ этих бизнес-процессов с помощью CASE-технологии.

Бұл мақалада зергерлік бұйымдарды қабылдау ломбард жүйесінің бизнес-үдерістерін модельдеу және осы бизнес-үдерістерін CASE-құралдары көмегімен толық талдау қарастырылған.

This article is dedicated to the This article is dedicated to describe the system for receiving jewelry in a pawnshop, read and study the business processes and implement modeling these business processes. Comprehensive analysis of these business processes using CASE-technologies.

**Хурметбек Жанат** – КарГТУ, г. Караганда, магистрант  
**Джексембаев Досхан Муратханович** – КарГТУ, магистрант  
**Акбердин Александр Абдуллоевич** – Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, г. Караганда, д-р техн. наук, проф.

#### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИАГРАММЫ ФАЗОВОГО СОСТАВА СИСТЕМЫ Fe-Ti-AL

Построена диаграмма фазового состава системы Fe-Ti-Al и создана ее математическая модель. Она позволяет по химическому составу металла определить вид и количество образующихся фаз. Выполнена оценка распространенности фаз в изучаемой системе. Приведен пример использования модели для расчета фазового состава конкретного металла.

Fe-Ti-Al жүйесінің фазалық құрамының диаграммасы мен математикалық моделі жасалды. Бұл металдың химиялық құрамы арқылы пайда болатын фазалардың түрі мен санын анықтайды. Зерттеліп жатқан жүйеде фазалардың таралуына баға берілген. Нақты металдың фазалық құрамын есептеу үшін модельдің қолданылу мысалы көрсетілген.

There has been constructed a diagram of the phase composition of the Fe-Ti-Al system and developed its mathematical model. Fe-Ti-Al. It permits to identify by the chemical composition type and quantity of phases. It was estimated prevalence of phases in examining system. It gives an example of model's using to calculate particular metal's phase composition.

**УКАЗАТЕЛЬ**  
**научных статей, опубликованных в журнале**  
**«Вестник ВКГТУ» в 2016 году**

<b>ОБЩЕСТВО</b>	№	стр.
Олжасу Сулейменову – 80 лет	2	3
<i>Арын Е.</i> Слово об Олжасе	2	5
Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана	2	8
 <b>НАУКИ О ЗЕМЛЕ</b>  		
<i>Ахметов Б.Ж., Байтак А., Болатова А.Б.</i> Последствия загрязнения радионуклидами земной поверхности, влияющие на межевание земель	4	4
<i>Бейсембаева Р.С., Асылгазина К.А.</i> Социально-географические факторы развития городских агломераций Казахстана	4	7
<i>Бейсембаева М.А., Мазбаев О.Б.</i> Динамика режима весенних природоохранных попусков воды из Верхне-Иртышского каскада водохранилищ	2	10
<i>Бейсембаева М.А., Мазбаев О.Б.</i> Изучение условий затопления поймы реки Иртыш в пределах Павлодарской области	2	16
<i>Бейсембаева Р.С., Салыкбаева Г.М., Мухтарова Ә.М., Киселева К.</i> Географические особенности формирования и развития этнопространств в Казахстане	1	3
<i>Бейсембаева С.К., Оразбеков Ж.С.</i> Оценка эффективности использования природного сорбента – шунгита, при загрязнении компонентов биосферы	1	10
<i>Данилов А.В., Глоба Р.Н., Дзюба О.В., Глоба Я.Н.</i> Применение электрометрических методов и резонансно-акустического профилирования для изучения влияния геологической среды на трубопроводные транспортные системы	2	22
<i>Дрючкова О.А., Самойлов В.И., Садуакасова А.Т., Жакупова Г.Б., Куленова Н.А., Адылканова М.А., Абдулина С.А., Кокаева Г.А.</i> Современное состояние технологии галургической переработки литиеносного гидроминерального сырья и пути ее дальнейшего развития	4	10
<i>Жукебаева Т.Ж., Мускенова К.М., Кожабергенов А.Е.</i> Использование отходов металлургического производства при спекании офлюсованного агломерата	2	28
<i>Жукебаева Т.Ж., Мускенова К.М., Кожабергенов А.Е.</i> Использование отходов металлического производства при спекании офлюсованного агломерата	4	16

<b>Захарова Е.И., Суюндиков М.М.</b> Перспективы применения бериллия в индукционных нагревательных установках с глубоким охлаждением	2	32
<b>Имашев А.Ж., Исабек Т.К., Рашид Ж.Б., Акбанбетова Д.Е., Муратулы Б.</b> Применение рейтинговой классификации массива горных пород в условиях Жайремского месторождения	4	20
<b>Копбалина Г.Б., Жуманбаева М.М., Достаева А.М., Смагулов Д.У.</b> Влияние отжига на электросопротивление и прочность низколегированных сплавов системы AL–ZR–SI	3	3
<b>Колосова С.Ф., Валитова Н.В., Кашкарова И.В.</b> Новые аспекты использования личинок большой восковой моли при создании биологически активных добавок	3	9
<b>Меньшов А.И.</b> Информативность магнетизма почвенного покрова при поисках углеводородов на примере Западной Украины	2	36
<b>Меньшов А.И., Круглов А.В.</b> Магнитные методы при изучении деградации аграрных земель Украины	3	13
<b>Мизерный А.И., Мирошникова А.П., Оразбекова Г.Б., Мизерная М.А., Черненко З.И.</b> Крупные золото-теллуридные штокверковые месторождения Казахстана, особенности формирования, металлогения	4	24
<b>Мукаев Ж.Т., Озгелдинова Ж.О.</b> Оценка функциональной пригодности ландшафтов бассейна озера Алаколь для туризма и рекреационной деятельности	4	31
<b>Михайлова Н.И., Бейсембаева Р.С., Салыкбаева Г.М.</b> Особенности развития научного туризма в Восточно-Казахстанской области	1	19
<b>Никитченко К.В., Дзюба О.В.</b> Современные подходы к выделению и моделированию регионального магнитного поля литосферы. Обзор	3	19
<b>Ogata T., Bessho M., Erdenebayar J., Altanzul B., Baatar A., Adachi T.</b> Возможность минерализации NI-CR и PGE в Западной Монголии	2	41
<b>Озгелдинова Ж.О., Мукаев Ж.Т.</b> Природно-ландшафтная дифференциация бассейна реки Сарысу	3	24
<b>Озгелдинова Ж.О., Мукаев Ж.Т.</b> Содержание тяжелых металлов в растениях Жезказганского промышленного узла	3	30
<b>Омирсериков М.Ш., Исаева Л.Д., Дюсембаева К.Ш., Кембаев М.К., Асубаева С.К.</b> Редкие земли в коре выветривания месторождения Кундыбай (Северный Казахстан)	3	36
<b>Рамазанова Р.А., Серая Н.В., Быков Р.А., Мамяченков С.В.</b> Оптимизация технологии переработки окисленных цинксодержащих руд	2	46
<b>Садуакасова А.Т., Самойлов В.И., Зеленин В.И., Әділқанова М.Ә., Кокаева Г.А., Абдулина С.А.</b> Способ извлечения урана из подземной воды	3	45
<b>Саликова Н.С., Уралбаева А.А.</b> О комплексной оценке и факторах формирования гидрохимического состава поверхностных вод Акмолинской области	1	22
<b>Салихов Т.К., Айтлесов К.К.</b> Некоторые биохимические свойства		

почвенного покрова геозкосистем пригорода Астаны	2	55
<i>Салихов Т.К., Айтлесов К.К.</i> Современное состояние плодородия почвенного покрова геозкосистем пригорода Зеренды	2	58
<i>Самойлов В.И., Садуакасова А.Т., Әділқанова М.Ә., Кокаева Г.А., Абдулина С.А., Дрючкова О.А.</i> Гидроминеральное урансодержащее сырьё - перспективный источник для получения химического концентрата урана	3	49
<i>Самойлов В.И., Оналбаева Ж.С., Бекимбаева Г.С., Куленова Н.А., Жакупова Г.Б., Әділқанова М.Ә., Кокаева Г.А., Абдулина С.А.</i> Кинетические закономерности сернокислотного извлечения лития из механоактивированной смеси минералов лития	4	35
<i>Сапаров К.Т., Егинбаева А.Е.</i> Исторические и культурные объекты региона Улы-тау в топонимах	2	61
<i>Сапаров К.Т., Женикбаева Н.Ж.</i> Оценка природно-рекреационного потенциала территории Южного Алтая	2	66
<i>Саурбаева Б.С., Оналбаева Ж.С., Әділқанова М.Ә., Кокаева Г.А., Абдулина С.А., Жолбарисов Д.Е.</i> Исследование кинетики и механизма цементационной очистки растворов сульфата цинка от примесей кобальта и никеля	4	40
<i>Цыганов А.П.</i> Растительный покров Западного Алтая	1	28

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Абдеев Б.М., Гурьянов Г.А., Клименко Е.А.</i> Вал ротора измельчителя минимальной теоретической материалоемкости с нормированным запасом прочности	2	72
<i>Абдеев Б.М., Муслиманова Г.Е., Шестакова Е.Б.</i> Тонкостенный конический резервуар-воронка наибольшего полезного объема и минимальной материалоемкости с регулируемым запасом прочности	3	54
<i>Абильмажинов Е.Т., Турусбеков К.С., Дукенбаев Д.К., Жумагали С.Ш.</i> Моделирование теплообмена в червячных передачах	1	34
<i>Азаматов Б.Н., Тусупжанов А.Е., Захитов Б.Д.</i> Получение и исследование покрытий Fe-Cr-Ni и Fe-Mn на подложке из АМГ-6	4	43
<i>Гурьянов Г.А., Дудкин М.В., Вавилов А.В., Васильева О.Ю., Ким А.И.</i> Разработка новой рациональной формы валков валковых дробилок на основе анализа их рабочих органов	3	67
<i>Ердыбаева Н.К., Куньянова А.А.</i> Влияние загрязнения атмосферы на срок службы стеклянных изоляторов	1	39
<i>Ержанова М.Е., Адилбаев А.А., Тлешова А.С.</i> Изучение физико-механических свойств дыни при производстве соков	3	75
<i>Жапарова А.Т., Квасов А.И., Бакланов А.Е.</i> Методика обеспечения заданных режимов работы системы питания с использованием солнечной ба-		

тарей как элемента Smart-технологий	2	83
<b>Жапарова А.Т., Квасов А.И., Бакланов А.Е.</b> Разработка комплексного управления системой электроснабжения с солнечной батареей	1	45
<b>Жданов Л.А., Сливинский А.А., Стреленко Н.М., Нетьга А.В., Лопухов Ю.И.</b> Влияние состава и структуры высококремнистых флюсов на образование неметаллических включений в металле шва при электродуговой сварке под флюсом	2	88
<b>Запасный Е.В., Асанов Д.А., Запасный В.В., Галкин С.В., Черепанов Н.И.</b> Перспективы внедрения высокоэффективных котлов с циркулирующим кипящим слоем взамен устаревших с факельным сжиганием угля	4	50
<b>Кабикенов С.Ж., Макенов А.А., Давыдов А.А.</b> Решение транспортной задачи оптимизации средств обслуживания с использованием программных средств	4	56
<b>Кумыкова Т.М., Кумыков В.Х.</b> Строительство и испытания гидропневмоаккумуляторов на рудниках Восточного Казахстана	2	95
<b>Кумыкова Т.М., Кумыков В.Х.</b> Эффективность замены шахтных воздухопроводов из металлических труб полимерными	3	80
<b>Лопухов Ю.И.</b> Обозначение международных сварочных процедур и терминологии при подготовке бакалавров и магистров технических специальностей в системе образования РК	1	49
<b>Лопухов Ю.И., Токтаубаев Б.М.</b> Исследование импульсной сварки TiG высокопрочного чугуна с шаровидным графитом	2	100
<b>Нукешев С.О., Славов В.Р., Карайванов Д.П., Романюк Н.Н., Какабаев Н.А.</b> Исследование движения маятникового распределителя сошника зернотуковой сеялки	3	86
<b>Парамзин А.П.</b> Оценка влияния малого параметра на устойчивость и качество объединённой автоматической системы	3	91
<b>Парамзин А.П.</b> Условия устойчивости астатических систем	1	54
<b>Плотников С.В., Ескермесов Д.К., Ердыбаева Н.К., Погребняк А.Д.</b> Структура, морфология и физико-механические свойства многокомпонентного покрытия (Ti-Zr-Nb)N, полученного вакуумно-дуговым распылением	3	96
<b>Плотников С.В., Глеукинов Е.О., Ердыбаева Н.К., Погребняк А.Д.</b> Структура и нанотвёрдость высокоэнтропийного нанокomпозиционного покрытия (Ti-Zr-Hf-V-Nb-Ta)N, полученного вакуумно-дуговым осаждением	3	105
<b>Рахадиллов Б.К., Уазырханова Г.К., Советханова А.А., Уазырханова Ж.К.</b> Изменение микроструктуры и механических свойств алюминиевых сплавов АМЦ и АМГ6 после всестороннейковки	3	110
<b>Рахадиллов Б.К., Кызырхан Е., Журерова Л.Г.</b> Повышение износостойкости деталей автосцепного устройства электролитно-плазменной поверхностной закалкой	3	116

<i>Сартаев К.З., Карипбаев С.Ж., Нуспеков Е.Л., Толубаева К.К., Сартаева Г.Ш.</i> Квасистатическое НДС односекционного плоско-рычажного механизма	4	63
<i>Сартаев К.З., Карипбаев С.Ж., Нуспеков Е.Л., Толубаева К.К., Мырзагельдиева Ж.М.</i> Упругая устойчивость односекционного механизма	4	68
<i>Туленов А.Т., Омаров Б.А., Абишев К.К., Касенов А.Ж.</i> Выявление установавшегося изнашивания в процессе работы машины	1	58
<i>Шеров К.Т., Шеров А.К., Маздубай А.В., Ракишев А.К., Курмангалиев Т.Б.</i> Обработка труднообрабатываемых материалов способом фрезоточения	3	120
<i>Шеров К.Т., Шеров А.К., Мусаев М.М., Доненбаев Б.С., Жанузак С.Ж., Ходжибергенов Д.Т., Курмангалиев Т.Б.</i> Особенности схем механической обработки деталей	1	61

### СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

<i>Азаматов Б.Н., Ерболатулы Д., Темирбекова Б.Б., Каптай Н.</i> Исследование свойств древесно-полимерного композита как перспективного	2	106
<i>Бисенов К.А., Сактаганова Н.А.</i> Неавтоклавный ячеистый бетон на основе сухой смеси	1	66
<i>Махиев Б.Е., Хапип А.В.</i> Оценка сейсмобезопасности дымовых и вентиляционных труб промышленных предприятий	1	70
<i>Шомантаев А.А., Байтасов К.Б., Абдикерова У.Б.</i> Гидроизоляционные материалы в гидротехническом строительстве	3	127

### ЭКОЛОГИЯ

<i>Богатырев М.Ф., Богатырев А.М.</i> Загрязнение атмосферы: нормирование выброса	1	77
<i>Богатырев М.Ф., Богатырев А.М.</i> Человек и биосфера: проблемы природопользования	1	81
<i>Богатырев М.Ф., Богатырев А.М.</i> Техника улавливания газообразных компонентов: состояние и проблемы	3	132
<i>Богатырев М.Ф., Богатырев А.М., Кольцова О.И.</i> Исследования атмосферного воздуха	2	111
<i>Богатырев М.Ф., Богатырев А.М., Горлова Е.И., Даниленко Т.М.</i> Исследования водной среды	2	114
<i>Богатырев М.Ф., Богатырев А.М., Горлова Е.И., Даниленко Т.М.</i> Исследования почвы	3	139
<i>Дакиева К.Ж., Тусупова Ж.Б.</i> Адаптация организма при воздействии эколого-производственных факторов	1	84
<i>Дакиева К.Ж., Тусупова Ж.Б.</i> Экспериментальные данные исследований		

с помощью титановой пыли и интерпретация полученных данных	1	88
<i>Лутай С.С., Лутай А.О., Алипина К.Б., Воробьев А.Л., Данилов М.С.</i>		
Разработка безотходной технологии переработки кедровой шишки в ВКО	3	143
<i>Сагнаев С.М.</i> Влияние свойств радона на заболеваемость населения	2	120

### ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Жуманазар С.А.</i> Инновационное развитие Казахстана – системная задача современности	1	92
<i>Ержанова М.Е., Джунисбеков М.Ш., Адильбаев А.</i> Производство хлебобулочных изделий с добавлением биологически активных добавок	2	124

### МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ХИМИЯ, ИНФОРМАТИКА

<i>Азимов А.М., Жантасов К.Т., Сатаев М.И., Ортаев А.Е., Калдыкзов Т.А.</i> Химическая регенерация поверхности полимерных мембран, загрязнённой солями нитратов, карбонатов и сульфатов, 1%-ной соляной кислотой	4	74
<i>Аймаганбетова З.К., Максимова С.Я., Шункеев К.Ш., Grinberg M.</i> Галогенные радиационные дефекты в кристаллах КС1 при наноразмерных возмущениях	1	99
<i>Алтыспаева А.С.</i> Моделирование катастрофических явлений природного характера. Математическая и компьютерная модель лесного пожара	1	105
<i>Байбурин Е.М., Жантасова Ж.З., Нугуманова А.Б., Сыздыкпаева А.Р.</i> Об одной реализации метода кейсов при обучении информационным технологиям на основе постановки смарт-целей	4	79
<i>Байсанов А.С., Исагулов А.З., Сиргетаева Г.Е., Лорен К.</i> Термодинамически-диаграммный анализ четырехкомпонентной системы Fe-Mn-C-O применительно к обжиговым процессам	4	84
<i>Бельдеубаева Ж.Т., Рахметуллина С.Ж.</i> Разработка информационно-аналитической системы мониторинга состояния подземных вод	3	147
<i>Григорьева С.В.</i> Автоматизированная система управления рабочими параметрами мощных светодиодов	4	90
<i>Жомарткызы Г.</i> Знания и системы управления знаниями	4	95
<i>Жомарткызы Г.</i> Управление знаниями как фактор развития вуза	4	100
<i>Касьмова А.Б.</i> Формализация заявок для обработки в системе э-коммерции	4	104
<i>Касымханова Д.Ж., Денисова Н.Ф.</i> Применение вейвлет-преобразования для шумоподавления в информационно-аналитических системах распознавания символов	2	128
<i>Рамазанова Н.Е., Ахмет А.С., Токсанбаева С.Т.</i> Определение бассейна реки Жайык с использованием инструментов программы ArcGis	2	134

<i>Сагиндыков Б.Ж.</i> Геометрическая интерпретация обобщенного комплексного числа и его некоторое применение	1	110
<i>Глебалдинова А.С., Карменова М.А., Увалиева И.М.</i> Сравнительный анализ методов распознавания структурированных символов	3	152
<i>Тыныбаева А.Н., Тыныбаева Ж.Н., Балова Т.Г.</i> Разработка онтологической модели административно-территориального устройства Республики Казахстан	2	142
<i>Увалиева И.М., Кумаргажанова С.К., Даниярова Ж.Е.</i> Разработка программного обеспечения оценки отклонений физиологических показателей развития детей	4	108
<i>Ұзақпай А.А., Увалиева И.М., Кумаргажанова С.К.</i> Анализ бизнес-процессов ломбарда с помощью CASE-технологии	4	112
<i>Хурметбек Ж., Джексембаев Д.М., Акбердин А.А.</i> Математическая модель диаграммы фазового состава системы Fe-Ti-Al	4	118

### **ВОЕННЫЕ НАУКИ**

<i>Веселков С.И.</i> Влияние морально-психологической подготовки военнослужащего при выполнении боевой задачи	4	123
<i>Гроскоп Р.В.</i> Повышение надёжности двигателей бронетанкового вооружения на примере бронетранспортёра БТР-80	4	126
<i>Лобанов В.Д.</i> Высокоточное оружие: применение и перспективы развития	2	149
<i>Терещенко В.И., Манцуров О.А.</i> Методическая подготовка руководителей занятий – основа совершенствования знаний и навыков обучаемых	4	131

## МАЗМҰНЫ

## СОДЕРЖАНИЕ

ЖЕР ТУРАЛЫ ҒЫЛЫМДАР	НАУКИ О ЗЕМЛЕ
<i>Ахметов Б.Ж., Байтақ А., Болатова А.Б.</i> Жер межесіне ықпал ететін радионуклидпен ластанған жер бетінің зардаптары 4	<i>Ахметов Б.Ж., Байтақ А., Болатова А.Б.</i> Последствия загрязнения радионуклидами земной поверхности, влияющие на межевание земель 4
<i>Бейсембаева Р.С., Асылгазина К.А.</i> Қазақстанның ірі агломерацияларының дамуының әлеуметтік-географиялық факторлары 7	<i>Бейсембаева Р.С., Асылгазина К.А.</i> Социально-географические факторы развития городских агломераций Казахстана 7
<i>Дрючкова О.А., Самойлов В.И., Садуақасова А.Т., Жақупова Г.Б., Куленова Н.А., Әділқанова М.Ә., Абдулина С.А., Қоқаева Г.А.</i> Құрамында литийі бар гидроминералды шикізатты галургиялық өңдеу технологиясының осы күнгі жағдайы және болашақта даму жолдары 10	<i>Дрючкова О.А., Самойлов В.И., Садуақасова А.Т., Жақупова Г.Б., Куленова Н.А., Адылқанова М.А., Абдулина С.А., Коқаева Г.А.</i> Современное состояние технологии галургической переработки литиеносного гидроминерального сырья и пути ее дальнейшего развития 10
<i>Жүкебаева Т.Ж., Мүскенова Қ.М., Қожабергенов А.Е.</i> Флюстенген агломераттың күйежентектелуі кезіндегі металлургиялық өндіріс қалдықтарын пайдалану 16	<i>Жүкебаева Т.Ж., Мүскенова Қ.М., Қожабергенов А.Е.</i> Использование отходов металлургического производства при спекании офлюсованного агломерата 16
<i>Имашев А.Ж., Исабек Т.К., Рашид Ж.Б., Ақбанбетова Д.Е., Мұратұлы Б.</i> Жәйрекенорны жағдайында тау жыныстары сілеміне рейтингтік классификацияны қолдану 20	<i>Имашев А.Ж., Исабек Т.К., Рашид Ж.Б., Ақбанбетова Д.Е., Мұратұлы Б.</i> Применение рейтинговой классификации массива горных пород в условиях Жайремского месторождения 20
<i>Мизерный А.И., Мирошникова А.П., Оразбекова Г.Б., Мизерная М.А., Черненко З.И.</i> Қазақстанның ірі алтынды-теллурлы кенорындары, қалыптасу ерекшелігі, металлогения 24	<i>Мизерный А.И., Мирошникова А.П., Оразбекова Г.Б., Мизерная М.А., Черненко З.И.</i> Крупные золото-теллуридные штокверковые месторождения Казахстана, особенности формирования, металлогения 24
<i>Мұқаев Ж.Т., Өзгелдинова Ж.О.</i> Алакөл көлі алабы ландшафтарының туристік және рекреациялық әрекет үшін функционалдық жарамдылығын бағалау 31	<i>Мұқаев Ж.Т., Өзгелдинова Ж.О.</i> Оценка функциональной пригодности ландшафтов бассейна озера Алаколь для туризма и рекреационной деятельности 31
<i>Самойлов В.И., Оңалбаева Ж.С., Бекімбаева Г.С., Куленова Н.А., Жақупова Г.Б., Әділқанова М.Ә., Қоқаева Г.А., Абдулина С.А.</i> Механикалық ктивтендірілген литий минералдарының қоспасынан литийді күкірт қышқылымен бөліп алудың кинетикалық заңдылықтары 35	<i>Самойлов В.И., Оңалбаева Ж.С., Бекімбаева Г.С., Куленова Н.А., Жақупова Г.Б., Әділқанова М.Ә., Коқаева Г.А., Абдулина С.А.</i> Кинетические закономерности сернокислотного извлечения лития из механически активированной смеси минералов лития 35
<i>Саурбаева Б.С., Оңалбаева Ж.С., Әділқанова М.Ә., Қоқаева Г.А., Абдулина С.А., Жолбарисов Д.Е.</i> Мырыш сульфатының ерітіндісін кобальт және никель қоспа-	<i>Саурбаева Б.С., Оңалбаева Ж.С., Әділқанова М.Ә., Коқаева Г.А., Абдулина С.А., Жолбарисов Д.Е.</i> Исследование кинетики и механизма цементационной очистки

ларынан цементті тазалаудың механизмін және кинетикасын зерттеу	40	растворов сульфата цинка от примесей кобальта и никеля	40
<b>ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР</b>		<b>ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ</b>	
<i>Азаматов Б.Н., Түсүпжанов А.Е., Захитов Б.Д.</i> АМГ-6 негізіне жабындар алу және олардың пайдалану сипаттамаларын зерттеу	43	<i>Азаматов Б.Н., Тусупжанов А.Е., Захитов Б.Д.</i> Получение и исследование покрытий Fe-Cr-Ni и Fe-Mn на подложке из АМГ-6	43
<i>Запасный Е.В., Асанов Д.А., Запасный В.В., Галкин С.В., Черепанов Н.И.</i> Көмірді шырақты жағу ескірген технологиясының орнына айналымы қайнау қабаты бар жоғары тиімді қазандықтарды енгізудің келешегі	50	<i>Запасный Е.В., Асанов Д.А., Запасный В.В., Галкин С.В., Черепанов Н.И.</i> Перспективы внедрения высокоэффективных котлов с циркулирующим кипящим слоем взамен устаревших с факельным сжиганием угля	50
<i>Қабикенов С.Ж., Мәкенов А.А., Давыдов А.А.</i> Бағдарлық құралдарды қолдана отырып қызмет ету құралдарын онтайландырудың көліктік міндеттерін шешу	56	<i>Қабикенов С.Ж., Мәкенов А.А., Давыдов А.А.</i> Решение транспортной задачи оптимизации средств обслуживания с использованием программных средств	56
<i>Сартаев К.З., Кәріпбаев С.Ж., Нұсупов Е.Л., Толубаева К.К., Сартаева Г.Ш.</i> Бір секциялық жазық-рычақты механизмнің квазистатикалық ҚДК	63	<i>Сартаев К.З., Карипбаев С.Ж., Нусупов Е.Л., Толубаева К.К., Сартаева Г.Ш.</i> Квазистатическое НДС односекционного плоско-рычажного механизма	63
<i>Сартаев К.З., Кәріпбаев С.Ж., Нұсупов Е.Л., Толубаева К.К., Мырзагельдиева Ж.М.</i> Бір секциялық механизмнің серпімді орнықтылығы	68	<i>Сартаев К.З., Карипбаев С.Ж., Нусупов Е.Л., Толубаева К.К., Мырзагельдиева Ж.М.</i> Упругая устойчивость односекционного механизма	68
<b>МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ХИМИЯ, ИНФОРМАТИКА</b>		<b>МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ХИМИЯ, ИНФОРМАТИКА</b>	
<i>Азимов А.М., Жантасов К.Т., Сатаев М.И., Ортаев А.Е., Қалдықозов Т.А.</i> Нитрат, карбонат және сульфат тұздарымен ластанған полимерлік мембраналарды 1% тұз қышқылымен химиялық жандандыру (регенерациялау)	74	<i>Азимов А.М., Жантасов К.Т., Сатаев М.И., Ортаев А.Е., Калдықозов Т.А.</i> Химическая регенерация поверхности полимерных мембран, загрязнённой солями нитратов, карбонатов и сульфатов, 1%-ной соляной кислотой	74
<i>Байбурип Е.М., Жантасова Ж.З., Нұғыманова Ә.Б., Сыздықпаева А.Р.</i> Смарт-мақсат кою негізінде ақпараттық технологияларды оқытуда кейстер әдісін қолдану	79	<i>Байбурип Е.М., Жантасова Ж.З., Нугуманова А.Б., Сыздыкпаева А.Р.</i> Об одной реализации метода кейсов при обучении информационным технологиям на основе постановки смарт-целей	79
<i>Байсанов А.С., Исагулов А.З., Сіргетәева Г.Е., Лорен К.</i> Fe-Mn-C-O төрткомпоненттік жүйесін күйдіру процестеріне қатысты термодинамикалы-диаграммалық талдау	84	<i>Байсанов А.С., Исагулов А.З., Сиргетәева Г.Е., Лорен К.</i> Термодинамически-диаграммный анализ четырехкомпонентной системы Fe-Mn-C-O применительно к обжиговым процессам	84
<i>Григорьева С.В.</i> Қуатты жарық диодтың жұмыс параметрлерін автоматты басқару жүйесі	90	<i>Григорьева С.В.</i> Автоматизированная система управления рабочими параметрами мощных светодиодов	90

<i>Жомартқызы Г.</i> Білім және білімді басқару жүйелері	95	<i>Жомартқызы Г.</i> Знания и системы управления знаниями	95
<i>Жомартқызы Г.</i> Білімді басқару жоғары оқу орнын дамыту факторы ретінде	100	<i>Жомартқызы Г.</i> Управление знаниями как фактор развития вуза	100
<i>Қасымова А.Б.</i> Э-сауда жүйесінде өңдеу үшін тапсырыстардың формализациясы	104	<i>Қасымова А.Б.</i> Формализация заявок для обработки в системе э-коммерции	104
<i>Увалиева И.М., Құмаргажanova С.К., Даниярова Ж.Е.</i> Балалардың дамуының физиологиялық көрсеткіштерінің ауытқуын бағалаудың бағдарламалық қамтамасын жасақтау	108	<i>Увалиева И.М., Құмаргажanova С.К., Даниярова Ж.Е.</i> Разработка программного обеспечения оценки отклонений физиологических показателей развития детей	108
<i>Ұзақнай А.А., Увалиева И.М., Құмаргажanova С.К.</i> Ломбард қызметінің бизнес-үдерістерін CASE-құралдары көмегімен талдау	112	<i>Ұзақнай А.А., Увалиева И.М., Құмаргажanova С.К.</i> Анализ бизнес-процессов ломбарда с помощью CASE-технологии	112
<i>Хурметбек Ж., Джексембаев Д.М., Акбердин А.А.</i> Fe-Ti-Al жүйесінің фазалық құрамының диаграммасының математикалық моделі	118	<i>Хурметбек Ж., Джексембаев Д.М., Акбердин А.А.</i> Математическая модель диаграммы фазового состава системы Fe-Ti-Al	118
<b>ӘСКЕРИ ҒЫЛЫМДАР</b>		<b>ВОЕННЫЕ НАУКИ</b>	
<i>Веселков С.И.</i> Әскери қызметкердің моральды-психологиялық дайындығының жауынгерлік міндетін атқару кездегі әсері	123	<i>Веселков С.И.</i> Влияние морально-психологической подготовки военнослужащего при выполнении боевой задачи	123
<i>Гроскоп Р.В.</i> БТР-80 бронетранспортері мысалында сауытты танк қару-жарағы қозғалтқыштарының сенімділігін арттыру	126	<i>Гроскоп Р.В.</i> Повышение надёжности двигателей бронетанкового вооружения на примере бронетранспортёра БТР-80	126
<i>Терещенко В.И., Маицуров О.А.</i> Сабак жетекшілерінің әдістемелік дайындығы – оқушылардың білім мен дағдыларын жетілдірудің негізі	131	<i>Терещенко В.И., Маицуров О.А.</i> Методическая подготовка руководителей занятий – основа совершенствования знаний и навыков обучаемых	131
«ШҚМТУ Хабаршысы» журналында 2016 жылы жарияланған ғылыми мақалалар көрсеткіші	146	Указатель научных статей, опубликованных в журнале «Вестник ВКГТУ» в 2016 г.	146

**Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік  
техникалық университетінің ХАБАРШЫСЫ**

Ғылыми журнал  
1998 жылы шыға бастады.  
Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық келісім министрлігінде тіркеліп,  
1998 ж. 27 ақпанында № 145-ж куәлігі берілген.

**ВЕСТНИК Восточно-Казахстанского государственного  
технического университета имени Д. Серикбаева**

Научный журнал  
Издается с 1998 г.  
Зарегистрирован Министерством информации и общественного согласия  
Республики Казахстан. Свидетельство № 145-ж от 27 февраля 1998 г.

---

Редакторы - Редактор  
С.Е. Волкова, Г.Т. Жантасова  
Корректорлар - Корректор  
С.Е. Волкова, Г.Т. Жантасова  
Руководитель редакционно-издательского центра О.Н. Николаенко

---

Материалдарды компьютерде терген  
және беттеген

Набор, верстка,  
изготовление оригинал-макета  
Е.И. Богатырева

---

Басуға 26.12.2016 қол қойылды.  
Форматы 84×108/16. Офсет қағазы.  
Көлемі: 15,02 есептік баспа табағы, 16,38 шартты баспа табағы  
Таралымы 350 дана. № 1515-2016 тапсырыс.  
Бағасы келісім бойынша.

---

Подписано в печать 26.12.2016.  
Формат 84×108/16. Бумага офсетная.  
Объем: 15,02 уч.-изд. л., 16,38 усл. печ. л.  
Тираж 350 экз. Заказ № 1515-2016.  
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