ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ҚазҰТУ ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК КазНТУ

№1 (95)

АЛМАТЫ 2013 ЯНВАРЬ

Главный редактор
Ж.М. Адилов –
академик Международной инженерной академии и НИА РК,
доктор экономических наук, профессор

Зам. главного редактора
Е.И. Кульдеев –
проректор по научной работе и инновациям

Отв. секретарь
Н.Ф. Федосенко

Редакционная коллегия:

Б.С. Ахметов, И.М. Азимов, И.Н. Дюсембаев, С.Е. Кудайбергенов, С.Е. Кумеков, Н.С. Сеитов, Д.К. Сулеев – акад. НАН РК, Г.Ж. Жолтаев, В.А. Луганов, С.С. Набойченко – чл.-корр. РАН, Б.Р. Ракишев – акад. НАН РК, Г.Н. Нысанбай, С.С. Нуркееа, Д.Ж. Сыздыков, А.Т. Турдалиев, М.Р. Тюреходжаев, В.Н. Шайхутдинов – акад. НАН РК, Д.Н. Шукаев.

Учредитель:

Казахский национальный технический университет
имени К.И. Сатпаева

Регистрация:

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

Основан в августе 1994 г. Выходит 6 раз в год

Адрес редакции:

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

© КазНТУ им. К.И. Сатпаева, 2013

УДК 349

В.С. Шевцова

ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В Республике Казахстан, экономика которой характеризуется развитым сектором добывающей и перерабатывающей отраслей промышленности, защита работников от совокупного комплекса профессиональных рисков, является приоритетной задачей.

Так как для экономики страны характерен высокий удельный вес добывающих отраслей и отраслей первичной переработки природных ресурсов, проблема формирования действенных механизмов социальной зашиты работников от сложных сочетаний профессиональных, экологических и природно-климатических рисков является особенно актуальной.

Уровень производственного травматизма во многом зависит не только от проводимых работ со стороны работодателя и государственного контроля за исполнением требований безопасности и охраны труда, но и незнанием основополагающих нормативно-правовых актов трудового, экологического законодательства, законодательства в области чрезвычайных ситуаций, а также, в определенной степени, от увеличения количества промышленных предприятий, численности работающих на производстве и других факторов.

По данным Министерства чрезвычайных ситуаций Республики Казахстан, на предприятиях и объектах, подконтрольных территориальным органам МЧС РК в области промышленной безопасности, основной причиной несчастных случаев являются нарушение технологических процессов, недостатки в организации и осуществлении производственного контроля, низкий уровень трудовой, производственной дисциплины и организации работ, личная неосторожность пострадавших.

Комитетом по государственному контролю за ЧС и промышленной безопасностью с начала 2012 г. проведены обследования 32341 объекта и 5523 предприятий, в результате которых выявлено 62633 нарушения правил и норм технической безопасности, при этом приостановлена работа 3155 объектов и 2 предприятий, наложено штрафных санкций на 1544 руководителей предприятий на сумму 50125,2 тыс. тенге.

В области пожарной безопасности с начала года проводилась целенаправленная работа по предупреждению пожаров на объектах хозяйствования и в жилом секторе, при этом проверено противопожарное состояние 49001 объекта, в том числе 1761 промышленный объект и объектов жизнеобеспечения и 47240 объектов социально-культурного назначения. В ходе обследования была приостановлена эксплуатация 581 объекта, находящегося в пожароугрожаемом состоянии, выявлено 160987 нарушений. За нарушения правил пожарной безопасности к административной ответственности привлечены 22612 человек, в том числе оштрафовано 21506 должностных лиц на сумму 225 млн**.** 422 тыс. тенге.

В средствах массовой информации состоялось - 35321 выступление, из них: 3232 – по каналам телевидения, 7660 – в печатных изданиях, 23240 - по радио и громкоговорящим устройствам, 1189 - информационных лентах.

Обеспечивались постоянная готовность аварийно-спасательных служб Министерства по ЧС, которыми за отчетный период совершен 44771 выезд на аварийно-спасательные работы, спасено 4471 человек, эвакуировано из зоны ЧС 3760 человек, оказана первая медицинская помощь 1913 пострадавшим.

Службой пожаротушения и аварийно-спасательных работ было совершено 38426 выездов по тревоге, в том числе: на пожары - 9584, на аварийно-спасательные работы - 2919, на случаи горения, не берущиеся на учет как пожары - 25848, ложных вызовов - 75.

С начала года силами Государственной противопожарной службы МЧС спасено 1369 человек.

Несмотря на принятые превентивные меры по оперативным данным, за восемь месяцев текущего года на территории Республики Казахстан зарегистрировано 12640 чрезвычайных ситуаций и происшествий природного и техногенного характера (на 8,9 % больше, чем за этот же период в 2011 г.), включая крупные дорожно-транспортные происшествия. При этом пострадало 3410 чел (на 4,2 % больше, чем за соответствующий период в 2011 г.), из них погибло 1130 чел (на 7,9 % больше, чем за этот же период 2011 г.). Материальный ущерб по предварительным данным составил 3458,3 млн. тенге, в 2011 г. – 19008,5 млн. тенге.

Каждый пятый работник трудится в условиях, не отвечающих требованиям норм правил по охране труда. Наше государство несет колоссальные убытки от аварий, катастроф, пожаров, несчастных случаев, профессиональных заболеваний. Ни с чем не сравним моральный ущерб, нанесенный людям, которые лишились в результате травм возможности работать или потеряли кормильца.

Исходя из вышеизложенного, каждый человек должен быть знаком со своими правами в области труда, экологии, чрезвычайных ситуаций.

Поэтому для студентов специальности «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» - будущих специалистов в области безопасности и охраны труда, защиты в чрезвычайных ситуациях и окружающей среды разработана специальная дисциплина. Целью дисциплины «Правовые основы безопасности жизнедеятельности и защита окружающей среды» является изучение правовых, нормативных и других законодательных актов РК по безопасности и охране труда, защите окружающей среды, при оценке ЧС, выработки оптимальных решений для ликвидации их последствий, поможет студентам глубже разобраться и лучше ориентироваться в подходах к их оценке, улучшению условий труда, сохранению здоровья и работоспособности с правовой и законодательной точки зрения, а также при организации работы в случае стихийных и экологических бедствий, аварий и катастроф.

В соответствии с Законом Республики Казахстан от 24 марта 1998 г. №213-1 «О нормативных правовых актах», нормативный правовой акт – письменный официальный документ установленной формы, принятый на референдуме либо уполномоченным органом или должностным лицом государства, устанавливающий правовые нормы, изменяющий, прекращающий или приостанавливающий их действие.

Нормативные правовые акты (НПА) подразделяются на **основные** и **производные**.

К **основному** виду нормативных правовых актов в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды относятся:

- Конституция, конституционные законы, кодексы, законы;
- указы Президента РК;
- нормативные постановления Парламента РК и его палат, Правительства РК, Конституционного Совета, Верховного суда РК.
- нормативные правовые приказы министров РК и иных руководителей центральных госорганов;
- нормативные правовые постановления центральных государственных органов;
- нормативные правовые решения маслихатов, нормативные правовые постановления акиматов, нормативные правовые решения акимов.

К **производному** виду нормативных правовых актов относятся:

- регламент – нормативный правовой акт, регулирующий внутренний порядок деятельности какого-либо государственного органа и его структурных подразделений;
- технический регламент – нормативный правовой акт, устанавливающий обязательные требования к продукции и (или) процессам их жизненного цикла, разрабатываемый и применяемый в соответствии с законодательством Республики Казахстан о техническом регулировании;
- регламент оказания государственной услуги – нормативный правовой акт, определяющий порядок деятельности государственных органов, иных государственных учреждений и государственных предприятий, их структурных подразделений, а также должностных лиц по оказанию государственной услуги;

- стандарт оказания государственной услуги – нормативный правовой акт, устанавливающий нормативные значения показателей количества, качества и доступности государственной услуги, порядок взаимодействия с физическими и юридическими лицами и иные нормы, обязательные для выполнения, обеспечивающие право физических и юридических лиц на получение государственных услуг установленного количества и качества;

- положение – нормативный правовой акт, определяющий статус и полномочия какого-либо государственного органа или его структурного подразделения;

- правила – нормативный правовой акт, определяющий порядок организации и осуществления какого-либо вида деятельности;

- инструкция – нормативный правовой акт, детализирующий применение законодательства в какой-либо сфере общественных отношений.

Законами Республики Казахстан могут быть предусмотрены иные формы нормативных правовых актов производного вида.

Нормативно-правовая база Республики Казахстан по безопасности и охране труда основывается на Конституции Республики Казахстан и состоит из Трудового Кодекса РК, Гражданского кодекса РК, Кодекса об административных правонарушениях РК, Уголовного кодекса РК, законов Республики Казахстан и иных нормативных правовых актов Республики Казахстан.

Нормативно-правовая база Республики Казахстан в области чрезвычайных ситуациях основывается на Конституции Республики Казахстан, а также:

- законе РК «О чрезвычайном положении» от 8 февраля 2003 года;
- законе РК «О чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера» от 5 июля 1996 года;
- законе РК «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» от 27 марта 1997 года;
- законе РК «О гражданской обороне» от 7 мая 1997 года;
- законе РК «О государственном материальном резерве» от 27 ноября 2000 года;
- законе РК «О пожарной безопасности» от 22 ноября 1996 года;
- законе РК «О промышленной безопасности на опасных производственных объектах» от 3 апреля 2002 года;
- законе РК «О радиационной безопасности» от 23 апреля 1998 года.

Основным законом Республики Казахстан является Конституция РК (принята на республиканском референдуме 30 августа 1995 года).

Согласно статьи 24 Конституции РК:

- каждый имеет право на свободу труда, свободный выбор рода деятельности и профессии. Принудительный труд допускается только по приговору суда либо в условиях чрезвычайного или военного положения;

- каждый имеет право на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены, на вознаграждение за труд без какой-либо дискриминации, а также на социальную защиту от безработицы;

- признается право на индивидуальные и коллективные трудовые споры с использованием установленных законом способов их разрешения, включая право на забастовку;

- каждый имеет право на отдых. Работающим по трудовому договору гарантируются установленные законом продолжительность рабочего времени, выходные и праздничные дни, оплачиваемый ежегодный отпуск.

Основным Законом Республики Казахстан, устанавливающим правовые основы в области охраны труда, является принятый в мае 2007 года **Трудовой кодекс Республики Казахстан** (Астана, Акорда, 15 мая 2007 года № 251-III) (далее – ТК РК), который вступил в действие с 1 июня 2007 года.

С его введением в действие утратили силу Законы РК «О труде в Республике Казахстан», «О коллективных договорах», «О социальном партнерстве в Республике Казахстан» и «О безопасности и охране труда». Но, как показывает педагогический опыт кафедры, при консультировании дипломных проектов выпускников нашего ВУЗа, об этом знает только 20 % от всего контингента обучающихся. Помимо такой правовой безграмотности, следует отметить о том, что когда-то обязательный предмет «Охрана труда», где изучается раздел «Правовые и нормативные основы безопасности жизнедеятельности» стал предметом по выбору. Тогда как приоритетом политики нашего государства остается безопасность жизнедеятельности, охраны труда, защиты в чрезвычайных ситуациях населения, а также ведется серьезная работа по обучению, подготовке, переподготовке специалистов-инженеров по охране труда, технике безопасности и защиты окружающей среды, так как согласно Трудовому

кодексу РК на каждом предприятии должен быть такой специалист, а где работающих предприятия более 50 человек – должна функционировать служба по охране труда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трудовой кодекс РК. – Алматы: Юрист, 2010. – 112 с.
2. Охрана труда в Республике Казахстан. – Национальный обзор. – МОТ, 2008.
3. Закон РК от 5 июля 1996 года «О чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера».
4. Конституция РК.
5. Закон РК от 15 мая 2007 года № 253-III «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Казахстан по вопросам регулирования труда»
6. *Бисакаев С.Г.* Безопасность труда и законодательство. Методическое пособие по разъяснению основных положений и по расследованию несчастных случаев на производстве. – Астана, 2010. – 480 с.
7. Постановление Правительства Республики Казахстан от 21 августа 2007 года №720 «Об утверждении Правил предоставления информации и ведения государственной статистики в области безопасности и охраны труда».
8. Постановление Правительства Республики Казахстан от 21 августа 2007 года «721 «Об утверждении Правил принятия нормативных правовых актов в области безопасности и охраны труда соответствующими уполномоченными органами».
9. Закон РК от 9 ноября 2004 года N 603 «О Техническом регулировании».
10. Интернет-ресурс Министерства ЧС РК www.emer.kz (Анализ фактов чрезвычайных ситуаций, происшедших на территории Республики Казахстан за 8 месяцев 2012 г.)
11. Закон РК от 24 марта 1998 г. №213-1 «О нормативных правовых актах».

Резюме

Қауіпсіздік және еңбекті қорғауға, қоршаған ортаны қорғау бойынша ҚРдың заң акттері тағы басқалар зерттеу заңға сүйенген, нормативтік, олардың зардаптарының жоюы, студенттер үшін ЧС, ұтымды шешімдердің өндіруін бағаның жанында тереңірек ретке келтіріп және заңға сүйенген және заң шығару көзқарасынан олардың еңбек жағдайларының бағаға, жақсартуына, денсаулық және жұмысқа қабілеттіліктің сақтауы, сонымен бірге күтпеген апат және экологиялық апаттар, апаттар және апаттардың жағдайдағы жұмысты ұйымдастырудың жанында жолдардағысын жақсы бағдарлауға көмектеседі**.**

Summary

The study of legal, regulatory, and other acts of Kazakhstan on health and safety, environmental protection, in assessing emergencies, develop optimal solutions to deal with them will help students more deeply understand and better navigate the approach to their assessment, improvement of working conditions, health maintenance and performance with legal and regulatory point of view, as well as the organization of work in the event of natural and environmental disasters, accidents and catastrophes.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 10.11.13 г.*

УДК 669.213.6

М.С. Саельдинова, С.М. Нурмакова

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД В КАЗАХСТАНЕ

В Казахстане золото добывается как на коренных золоторудных месторождениях, так и попутно, в качестве компонента полиметаллического сырья при производстве цветных металлов, наглядно это видно на рис. 1. По некоторым оценкам, крупнейшим его продуцентом в республике является ОАО «Казцинк», которое ежегодно производит около 5,5-6 т золота. Второе место занимает ОАО «Казахмыс», которое выпускает его в качестве попутного компонента медного производства около 3-4 т [1].

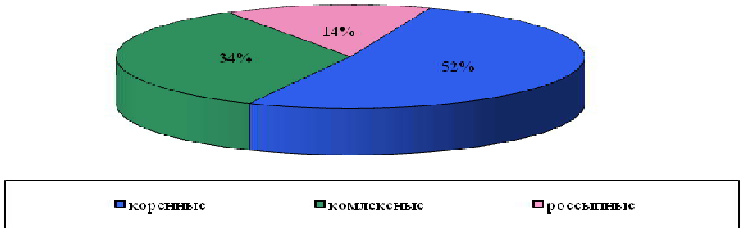


Рис. 1. Структура добычи золота в Казахстане из различных месторождений, %

70% всего производимого в Казахстане золота добывается в основном на мелких (с запасами до 25 т) и средних (от 25 до 100 т) месторождениях. Месторождения золота выявлены во всех регионах Казахстана, по уровню запасов лидирующее положение занимают Восточный, Северный и Центральный Казахстан [2]. В группу малых месторождений включено 62 разведанных месторождения. Подавляющее большинство объектов этой группы (46 из 62-х месторождений) не эксплуатируются [3]. Золоторудные и золотосодержащие месторождения встречаются в 16 горнорудных районах. Важнейшими из них являются: Калбинский и Рудно-Алтайский в Восточном Казахстане (месторождения Бакырчик, Большевик, Риддер-Сокольное и др.); Кокшетауский и Жолымбет-Бестобинский в Северном Казахстане (месторождения Васильковское, Жолымбет, Бестобе и др.); Шу-Илийский и Джунгарский в Южном Казахстане (Акбакай, Бескемпир, Архарлы и др.); Майкаинский и Северо-Балхашский в Центральном Казахстане (Майкаин, Бощекуль, Саяк IV, Долинное и др.); Жетыгаринский и Мугоджарский в Западном Казахстане (Жетыгара, Комаровское, Юбилейное и др.) [2].

Казахстан имеет большие потенциальные возможности для существенного увеличения производства золота, но не в полной мере использует эти возможности.

Существующие методы добычи и переработки сырья не соответствуют современным техническим, экономическим и экологическим требованиям.

Традиционным способом гидрометаллургического и геотехнологического извлечения благородных металлов, содержащихся в природных материалах, до настоящего времени являлся процесс цианирования, сущность которого заключается в выщелачивании металлов с помощью растворов цианистых солей (KCN, NACN, $Ca(CN)_2$) в присутствии кислорода воздуха. Главным достоинством этого процесса является достаточно высокая эффективность и избирательность действия по отношению к золоту. При всех достоинствах цианистого процесса извлечения золота из руд у него имеется и существенный недостаток – очень высокая токсичность цианистых солей, до сих пор не решена проблема обезвреживания стоков. К недостаткам этого метода также можно отнести относительно высокую стоимость и дефицитность реагента. Поэтому уже давно ведется поиск альтернативных реагентов для гидрометаллургической (в том числе и геотехнологической) переработки золотосодержащего сырья.

В настоящее время существует ряд методов, заменяющих цианидное выщелачивание:

- тиомочевинное (тиокарбамидное) выщелачивание;
- тиосульфатное и аммиачно-тиосульфатное выщелачивание;
- окислительное выщелачивание минеральными кислотами и солями;
- гидрохлорирование золота.

Наибольший интерес в мировой практике извлечения золота из природных материалов вызывает процесс выщелачивания с применением в качестве основного реагента тиосульфата аммония или натрия, т.к. именно этот метод приобретает практическое значение для условий подземного выщелаивания. Тиомочевина в промышленном масштабе применяется лишь на предприятиях с очень богатым концентратом, что оправдывает затраты на реагент. В России в результате испытаний на опытных установках выявлены недостатки способа: длительность операции закисления, высокий расход дорогостоящей кислоты, обогащение продуктивных растворов элементами-примесями и др. Хлор, наряду с высокой стоимостью и корризионной агрессивностью, неприменим из экологических соображений. Другие растворители представляют пока теоретический интерес и не вышли за пределы лабораторных исследований.

Тиосульфатное выщелачивание имеет очевидные преимущества как по технологическим, так и экологическим параметрам. Проблемы реагентов не существует. Основной реагент сульфит-бисульфит аммония получают в местных условиях при санитарной очистке газов от диоксида серы.

Специалистами ЗАО «Технопарк–Степногорск» разработана технология автономного производства тиосульфатного реагента из раствора сульфит-бисульфита аммония, образующегося при абсорбции аммиачным раствором сернистого газа, получаемого при сжигании комовой серы в печи кипящего слоя с производительностью до 100 кг серы в час. Производство тиосульфат-сульфита аммония позволяет полностью отказаться от цианидной технологии при переработке золотосодержащего сырья.

Практика применения тиосульфатного выщелачивания для переработки Кумыстинского рудного поля, проведённая казахстанскими учёными, показала, что достигаемая степень извлечения золота из руд сопоставима с получаемой при цианидном выщелачивании. Однако скорость выщелачивания золота при тиосульфатном процессе значительно превышает скорость выщелачивания при цианидном процессе. Большим достоинством является и скорость. Так, например, одинаковая степень извлечения золота из измельчённых до 80% класса – 0,074 мм руд достигается при тиосульфатном выщелачивании за 12 – 18 ч, а при цианидном за 96 ч.

Технология извлечения золота по тиосульфатной технологии имеет очевидный экологический выигрыш за счёт экологически чистого реагента, а также и явные экономические преимущества, которые складываются из относительно малой капиталоёмкости и дешевизны реагентов. Для сравнения приведем экономическое сопоставление двух проектов, которые выполнялись при участии казахстанских учёных (табл. 1 и 2). При этом в вариантах сравнения затраты на горные работы и дробление руды не принимаем в расчёт, т.к. руда в обоих случаях должна быть одинаково добыта и продроблена. Сравнение производится по затратам на капитальное строительство и расход реагентов.

ТОО «Кен» на месторождении «Карьерное» эксплуатировал комплекс кучного выщелачивания золотосодержащих руд по проекту АО «Технопарк-Степногорск» по традиционной цианидной технологии.

АОЗТ «Алтын-Арка» на золоторудном месторождении «Жерек» использовал переработку руд по схеме тиосульфатного кучного выщелачивания. Для наглядности ниже приводятся сравнения по отдельным статьям затрат на единицу перерабатываемой руды.

Таблица1. **Потребление основных видов реагентов на ТОО «Кен» при переработке золотосодержащих руд месторождения «Карьерное»**

№ п/п	Реагент	Удельный расход, кг/т	Цена, $/т	Затраты на переработку 1 т руды, $
1	Цианид натрия	0,8	2000,0	1,6
2	Уголь активированный	0,25	2500,0	0,625
3	Известь товарная	0,6	80,0	0,048
4	Щёлочь	0,2кг/кг NaCN	600,0	0,096
5	Гидрохлорид кальция	0,06	1070,0	0,0642
6	Прямые расходы на реагенты (без транспортно-заготовительных)			
Итого:				2,43322

Таблица 2. **Потребление основных видов реагентов на АОЗТ «Алтын-Арка» при переработке золотосодержащих руд месторождения «Жерек» (на 1 т руды) данные за какой год)**

№ п/п	Реагент	Удельный расход, кг/т	Цена, $/т	Затраты на переработку 1 т руды, $
1	Сульфит-бисульфитный раствор (СБР)	5,0	185,0	0,925
2	Сера элементарная	0,8	61,0	0,0488
3	Аммиачная вода	0,3	38,5	0,01155
4	Медный купорос	0,22	1070,0	0,2354
5	Цинковая пыль	0,03	2020,0	0,0606
Итого(без транспортно-заготовительных расходов)				1,28135

Таким образом, затраты на реагенты при тиосульфатном выщелачивании почти в два раза дешевле, чем по классической токсичной цианидной технологии, точнее – (2,4832:1,2813)=1,93 раза, даже в условиях, когда по тиосульфатной технологии предусмотрено получение продукции более высокой готовности.

При этом наряду с экономией средств основным преимуществом тиосульфатной технологии остаётся безопасность на всех стадиях технологического передела, а также обеспечение безопасности здоровья обслуживающего персонала.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Жаркенов М.И., Токтамысов М.Т., Сатыбалдин О.Б.* Эффективность выщелачивания отвальных и бедных руд цветных и чёрных металлов Казахстана. Алматы: КазГОСИНТИ, 1993.С. 150.

2. *Белявский М.А., Мейерович А.С., Меретуков М.А.* Перспективные способы гидрометаллургической переработки золото- и серебросодержащего сырья за рубежом. Обзорная информация. Москва, 1985. Вып.3.

3. *Алтаев Ш.А.* Геотехнологические методы разработки рудных месторождений. Алматы: Рауан, 1997.С. 288.

Резюме

Қазақстанның минералды-шикізаттық базасы өте үлкен. Болжамдық алтын камбаларынның көлемі бойынша Қазақстан ОАР, АҚШ және Канада елдерінен кейн төртінші орында. Индустриялық босалқы қорларында Қазақстан тоғызыншы орын алады. Алтын өндідру шарасында Республикамыздың әлеуетті мүмкіндігі мол. Бүгінгі алтынның өңдіру және өңдеу технологиялары заманауи техникалық, экономикалық және экологиялық әдістерге сәйкес емес.

Summary

Kazakhstan has an enormous raw mineral-material base. Kazakhstan occupies 4 place after REPUBLIC of south Africa, USA and Canada on volume prognosis resources of gold. Today Republic occupies 9(2,12%) place on industrial supplies. Kazakhstan has large potential possibilities for the increase of production of gold, but not to a full degree uses these possibilities .

The existent methods of booty and processing of raw material fall short of to the modern technical, economic and ecological requirements.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 10.10.12 г.*

УДК 669.213

З.С. Пирмаханова, С.К. Курбаниязов

КАРСТОВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ БАРИТОВЫХ РУД ЦЕНТРАЛЬНОГО КАРАТАУ

Баритовые руды - природные минеральные образования, содержащие барит в таких концентрациях, при которых технически возможно и экономически целесообразно его извлечение и использование. Месторождения баритовых руд разделяются на собственно баритовые и комплексные, преимущественно сульфидно-баритовые. К первым относятся те, в которых барит является единственным или главнейшим полезным компонентом. Собственно баритовые руды по минеральному составу разделяются на существенно баритовые, кварц-баритовые, кальцит-баритовые и др. В виде примесей в них присутствуют окислы железа, сульфиды свинца, цинка, меди, золото; концентрации последних могут достигать значений, представляющих интерес при комплексной переработке руд. В состав баритовых руд может входить витерит, содержание которого достигает нескольких десятков %. Установленные мировые запасы собственно баритовых руд, содержащих более 50% барита, составляют около 300 млн. т. Комплексные баритовые руды подразделяются на барито-флюоритовые, барито-колчеданные, барито-полиметаллические, барито-целестиновые и др.; барит из них извлекается как попутный компонент. По условиям образования баритовые руды выделяются следующие генетические типы месторождений:

1) гидротермальные, средне- и низкотемпературные, среди которых различают жильные (наиболее распространённые), имеющие форму плитообразных и линзовидных жил длиной до 1-2 км и мощностью от несколько м до 5-10 м;

2) метасоматические по карбонатным породам, характеризующиеся пластами неправильной формы значительных размеров, но худшим качеством руд;

3) месторождения выветривания — элювиальные и делювиальные россыпи баритовых руд, образующиеся за счёт разрушения коренных месторождений; залежи имеют крупные размеры, руды характеризуются низким содержанием барита (15-20%), но легко обогащаются.

Коккиинская группа баритовых месторождений находится на ЮВ склоне Центрального Каратау, в 11-13,5 км от к югу от рудника Ачисай; непосредственно в районе месторождений проходят узкоколейная железная дорога Кентау-Ачисай, линия высоковольтной передачи, протекает р.Коккия. Группа включает в себя месторождение Карстовое, рудопроявление Антиклинальное, рудопроявление Карст Правобережный. В орографическом отношении рельеф представляет собой типичный мелкосопочник с абсолютными отметками 545-720м.

В геологическом строении рудного поля принимают участие, главным образом, карбонатные породы фаменского и в меньшей степени нижнее турнейского, франского возраста (рис.1,3,4).

На месторождении Карстовое и рудопроявлении Карст Правобережный большим развитием пользуется рыхлые отложения мезокайнозоя.

Стратиграфия. *Франский ярус.Корпешская свита ($Д_3$ fr kr)*. Терригенные образования залегают в основании Хатынкамальского тектонического покрова. В литологическом отношении они представлены зелеными, зеленовато-серыми аргиллитами, алевролитами и их брекчиями.

Фаменский ярус

1. Шошаковская пачка ($Д_3$f m ss) сложена преимущественно известняками грубо тонкослоистыми, массивными часто комковатых, комковато-обломочных, органогенно-обломочных, реже комковато- слоистых структур

2. Курусайская пачка ($Д_3$ fm kr) представлена переслаивающимися глинистыми тонкослоистыми известняками, мергелями, доломитизированными известняками.

3.Акжарская пачка ($Д_3$ fm ag) представлена переслаиванием известняков массивно-комковатых, грубослоистых, разнослоистых, глинисто-органогенных и мергелей.

4.Уртандинская пачка ($Д_3$ fm ur) сложена тесно переслаивающимися известняками (тонкослоистыми) и мергелями.

5.Ачисайская пачка ($Д_3$ fm ac) представлена исключительно массивными комковатыми, реже комковато-слоистыми известняками.

6.Акбулакская пачка($Д_3$ fm ak) сложена мергелями, в меньшей степени тонкослоистыми углисто-глинистыми известняками.

Нижнетурнейский подъярус

Турланская пачка(C_1t_1tr) представлена переслаивающимися известняками, доломитами

Мезокайнозой.Верхний мел(K_2) сложен преимущественно красноцветными и в меньшей степени зелеными плотными глинами, среди которых отмечаются прослои алевролитов. Глины , как правило загипсованы, а в областях развития карстов зачастую содержат глыбовый и щебенчатый материал коренных палеозойских пород. Глины залегают с резким угловым несогласием на размытой поверхности PZ -их отложений.

Верхненеоген-четвертичные отложения (N_2-Q_1)

Развиты в долине р.Коккия. Они представлены грубо-и среднегалечниковыми отложениями, конгломератами, состоящими из хорошо окатанных галек карбонатных пород и песчаников, сцементированных песчаным и гравелитовым материалом.

Четвертичная система.Современные отложения (Q_{IV}) пользуются значительным площадным развитием и представлены буровато-серыми суглинками и песчанистыми глинами с эллювиально-деллювиальным щебенчатым материалом палеозойских пород.

В тектоническом структурном плане район расположен в юго-восточной части Хатынкамальского тектонического покрова, наличие шва которого подтверждается результатами бурения глубоких колонковых скважин.

В составе Хатынкамальского тектонического покрова наблюдается две антиклинальные складки: Коккиинская -1 и Коккиинская-2 с выходами в ядерных частях терригенных пород корпешской свиты и являющихся для района структурами второго порядка.

Складки имеют структурную форму, характеризующуюся пологими углами падения пород в ядрах и более крутыми на крыльях складок.

В районе месторождений кроме складчатости существенную роль играет разрывная и трещинная тектоника. Коккиинский разлом проходит вдоль южного крыла антиклинали Коккиинская-2 и имеет крутые северные падения под углами 75-85$^{0.}$ Ориентировка его меняется на северо- восточный на западе до субширотной на востоке. Зона разлома, в своей юго-западной части выполнена брекчиями карбонатно - аргиллитового состава, достигающими мощности 30-70м. В северной части, она сопровождается брекчированием и дроблением пород при одновременном срезании отложений уртандинской, акжарской и курусайской пачек фамена. Здесь же отмечается интенсивное ожелезнение и баритизация пород, зона разлома несет следы явно проявленных гидротермальных процессов.

Более мелкие разрывные нарушения пользуются большим развитием, полости их часто интенсивно закарстованы и выполнены жильными образованиями, падение их обычно вертикальное или близкое к нему. Перемещение по ним обычно составляет первые метры и лишь в единичных случаях достигает до 20-30м.

Трещинная тектоника проявлена особенно сильно (характерно для м\я Карстовое) и наблюдаются следующие системы трещин: северо-восточные, С-В -восточные, северо-западные,Северо-З-западные. Имеющиеся данные свидетельствуют о том ,что большинство трещин имеет вертикальное или близкое к нему залегание.

Месторождение Карстовое (Левобережное)

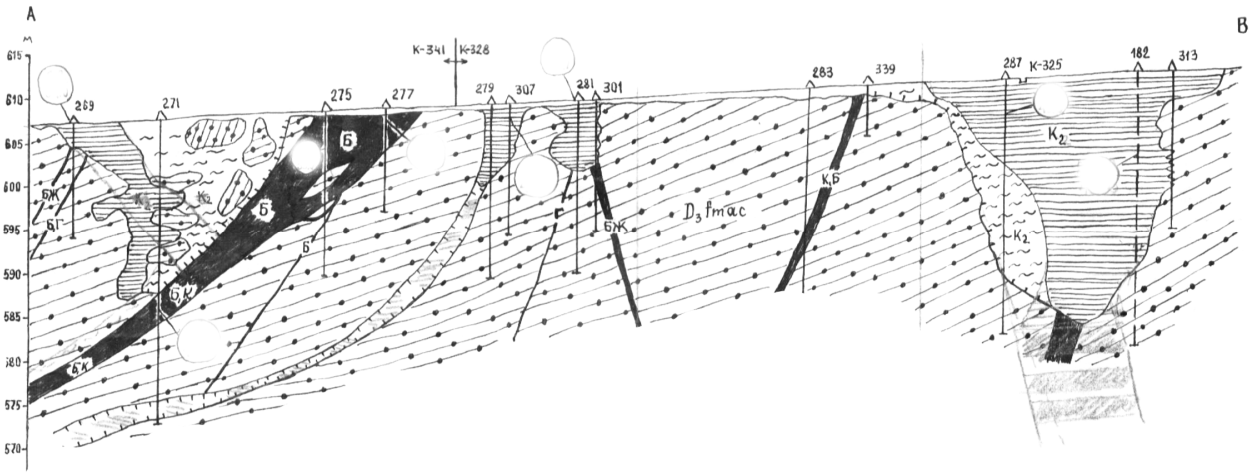
Месторождение представляет собой линейный штокверк, контролируемый трещинами С-В-го, С-В-В-го, С-З-го, С-З-З-го направлений, выполненными кальцитовыми карбонатно-баритовыми, баритовыми, гематитовыми и барит-гематитовыми жилами.

В меловое время верхние горизонты его были подвергнуты интенсивному выветриванию и закарстованию, что способствовало формированию рудоносных карстов (рис.1). Таким образом месторождение представлено двумя генетическими типами: карстовыми россыпями (м\я выветривания, остаточный класс по Смирнову В.И.) и жилами выше названного состава. Вмещающими породами этих типов баритовых руд являются породы ачисайской пачки.

В центральной части месторождения являющейся сравнительно обнаженной, коренные выходы комковатых известняков в пределах блока с размерами 900м.х350-500м.представляют собой систему бесконечно- многочисленных островков сложной мозаичной формы и различных размеров наблюдаемых среди эллювиально-деллювиальных суглинков и красноцветных глин. Вся эта площадь буквально усеяна глыбовым и щебенистым материалом, представленном известняками, баритом и гематитом, находящимся в различных процентных соотношениях. Однако следует отметить некоторую зональность в распределение обломков барита и гематита, часто представленного уже бурыми железняками на Севере, Востоке, и ЮВ-ке в высыпках наблюдается преимущественно гематит.

Рудоносные карсты образовались в результате развития площадной коры выветривания (по Смирнову В.И) и месторождение является неизменённым и незначительно переотложенным (по Смирнову В.И), о чем свидетельствует угловатый характер обломков барита. Залежи барита зачастую погребены под современными отложениями.

По своей морфологии карсты являются поверхностными, подземными, заполненными и очень редко полыми (по Гинсбургу И.И. Корину И.) (рис.) Несмотря на сложную морфологию карстов, ориентировка их особо наиболее крупных, довольно четко обусловлена основным направлением трещинной и разрывной тектоники, а «раздувы» соответствуют пересечениям различных направлений. Карсты развивались по вмещающим крутопадающим жильным известнякам (под головами жил) и в висячих бокахжил.



Карсты заполнены верхнемеловыми глинами преимущественно буровато-красными, обычно сильно загипсованными, характеризующимися обратным соотношением Al_2O_3 к SiO_2. Размер обломков барита от частиц песчаной фракции до 1 м и больше.

Текстура рыхлая обломочная, структура цементная.

Барит имеет белую, слабую небесно голубую окраску (последняя обусловлена присутствием стронция, который неизменно присутствует во всех пробах). Нередко встречается полупрозрачный, бесцветный барит. Обычно агрегаты барита покрыты пленками окислов железа, которые выполняют трещинки в барите. В обломках барит крупнокристаллический, часто в срастании с гематитом. Обычно барит, по критерию присутствия, распределен относительно равномерно в глине, выполняющей карстовые полости. Но по содержаниям, распределение барита неравномерное и часто рудные залежи имеют сложную морфологию (рис.2). Встречаются жилообразные сплетения барита шириной до 10м. и протяженностью десятки метров. Это, видимо, реликты жил в разложившихся известняках.

Содержание барита в центральных и восточных частях месторождения при средневзвешенных 22,76% и мощности рудных карстов 10,4м достигает 45-50 %, в жилах до 60 %, максимальная мощность до 26м, тогда как, описанные подобного типа месторождения (Романович И.Ф.) в округе Вашингтон (США), имеют гораздо меньшие значения этих параметров. В западной части месторождения руды беднее: средневзвешенное содержание барита 13% при мощности 4,5м. Кроме этого в этой части глубины вскрыши составляет 5-10м и более, а центральных частях её практически нет.

Жилы месторождения по своей морфологии простые, в единичных случаях сложные. Кроме барита в рудах присутствует кальцит, гематит, сидерит, бурые железняки (вероятно развивающиеся по гематиту и сидериту). Состав жил м.б. от сложного при присутствии вышеназванных минералов, до простого мономинерального.

Зональность жильных образований при сложном составе обычно следующая: в центральной части они сложены баритом с включениями отдельных кристаллов гематита (или гематитом с баритом), который по периферии замещается железистым карбонатом (сидеритом) и далее кальцитом. Наблюдается прямая зональность, характеризующаяся отложением вещества от зальбандов к центру, что подверждается наличием своеобразных ответвлений –прожилков от внутренних поясов жилы в сторону внешних (Летувнинкас А.И.). Процентные и качественные соотношения между минералами могут быть самыми различными, но отмечается следующая закономерность. При мощности жил до 0,3м. слагающие их минералы присутствуют примерно в равных соотношениях. В мощных же жилах отмечается преимущественно мономинеральный состав с подчиненным количеством других компонентов.

Текстуры жил массивные, крусочкрикационные. Барит белый, реже небесно-голубого оттенка или бесцветный, полупрозрачный, крупнокристаллический. Кристаллы таблитчатые, иногда изогнутые слабо. Структура равномерно-зернистая и дробленная. Наблюдается одна генерация барита.

Гематит встречается в виде кристаллов в срастании с баритом, участвует в структурах дробления, а также отмечается в виде почковидных форм со сферолитовой структурой в пустотках роста и выщелачивания, т.е.отмечается в трех генерациях.

Кальцит также отмечается в трех генерациях: белый кальцит рудной стадии; серый, черный пострудный; щетки кальцита в пустотах роста и выщелачивания.

Схема последовательности минералообразования.

Этапы стадии / Минералы	Гидротермальный		Инфильтрационный
	Рудная	Пострудная	Закарстование
Барит Гематит Кальцит	---------- ----------	---------- ----------	---------- ---------- ----------
Дробление	----------	----------	---------- -------

Контакты баритовых жил с вмещающими породами чёткие. Мощность баритовых жил до2-6м. при протяженности до 800м (жила-1), содержание барита до 90%.

Известняки на контакте с карстами выветривания выщелоченные, часто кавернозные, осветленные, ожелезненные. Генезис жил гидротермальный.

Рудопроявление Карст «Правобережный»

Находится в 1 км СЗ-ее месторождения Карстовое, на Южном крыле антиклинальной складки Коккиинская-2. Складка в плане является линейно-вытянутой. В своей центральной части она имеет сундучную форму и характеризуется пологими углами падения известняков ($30\text{-}40^0$), падение пород в крыльях крутое и составляет $70\text{-}80^0$ на ЮВ. Южное крыло складки осложнено крутопадающим на север Коккиинским разломом. Вдоль этого нарушения отмечается интенсивное дробление пород и сопровождается баритовыми жилами (жила II, рис.).

Жилы С-В-го простирания крутопадающие, близкие к вертикальным, имеют протяженность до 500м. при мощности 2,7 и 3,5м.

На восточном фланге рудопроявления, в карстах, вскрыты крутопадающие жилы северо-восточного простирания, имеющие протяженность до 800м.

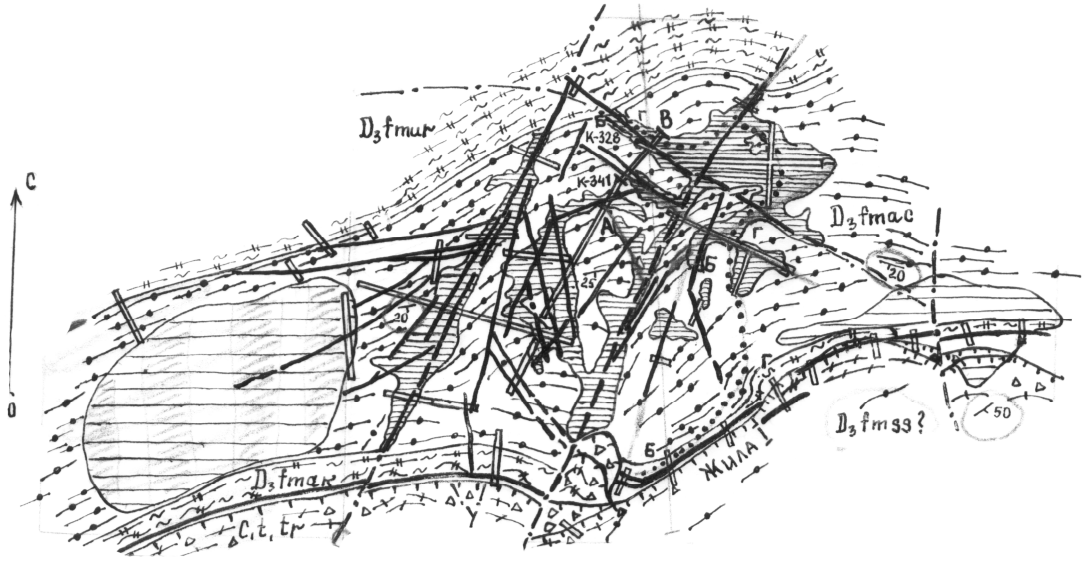
Все жилы рудопроявления имеют барит-карбонатный и баритовый состав. Барит имеет белую окраску, массивную текстуру и равномернозернистую, крупнокристаллическую структуру. По трещиноватости барит ожелезнен окислами железа.

Такой же барит в виде щебня и глыб (до 0,3м в поперечнике) представляет и другой генетический тип баритовых руд рудопроявления Карст Правобережный: карстовые россыпи. Зона закарстования имеет линейный характер, поскольку контролируется субсогласными в плане, крутопадающими жилами и изменяющуюся в пределах 40-200м ширину. Карсты выполнены красноцветными глинами имеют максимальную глубину 34 м при средних 1-5м. Содержание барита в карстах характеризуется максимальными значениями 18,5% при средних 2-7%. Вмещающие карст известняки в верхних частях ожелезнены, в меньшей степени осветлены, на незначительных участках доломитизированы, последнее свидетельствует о гидротермальной природе рудных образований (Смирнов В.И.) На востоке рудопроявления баритовая минерализация в зоне закарстования затухает и переходит в бурожелезняковую.

Первичные образования барита (жилы) имеют гидротермальную природу, а россыпи барита в карстах- результат выщелачивания баритоносных известняков Шошаковской пачки.

Рудопроявление «Антиклинальное»

Находится в 1 км на Севере от месторождения Карстовое, приурочено к темно-серым грубослоистым известнякам шошаковской пачки и представлено седловидными залежами монобаритных руд в Ю-В-ой переклинали складки Коккиинская – I (рис).



Барит белый, иногда чуть голубоватый, крупно кристаллический, кристаллы таблитчатые, структура равномернозернистая. Залежь прослежена на расстоянии 400м по простиранию при мощности 2-5м и содержания барита 86,5-87%. Как правило, седловидные рудные залежи прослеживаются на значительное расстояние по падению, величина которого обычно намного превышает размеры по простиранию.

Морфологические особенности баритовых жил, зачастую сопровождающихся гематитовой и сидеритовой минерализацией, свидетельствует о принципиальном сходстве процессов формирования их с залежами сульфидных руд месторождения Ачисай. В обоих случаях железо обособляется в периферических частях залежей: в рудах ачисайского типа это пирит, в баритовых- это гематит, сидерит.

Выше сказанное дает основания предполагать на флангах баритовых участков переходы баритового оруденения в барит-полиметаллическое (колчедан-свинцово-цинковое).

ЛИТЕРАТУРА

Петувнинкас А.И. Стадийность постмагматического минералообразования, Томск, 1977 г.

Романович И.Ф.и др. Промышленные типы месторождений неметаллических полезных ископаемых, Москва, «Недра»,1982г.

Смирнов В.И. Геология полезных ископаемых, Москва, «Недра»,1982г.

Черкасов Ю.И., Кислицын А.Р. и др. Отчет о поисках в Кокиинском районе….

Резюме

Мақалада орталық Қаратау жотасының барит рудасы туралы айтылып, оның осы өңірдегі үш түрінің ерекшелігіне сипаттама берілген. Әсіресе автор орталық Қаратау жотасының оңтүстік-шығысында орналасқан Көкқия барит тобы кендеріне ерекше тоқталып өткен.

Summary

Article focuses on barite ore of central Karatau. There were analyzed the characteristics of barite ore and described three types of them . The author emphasizes Kokkin group of barite deposits located on southern-east of the Central Karatau.

ТОО «Алекс Минерал компаний»
МКТУ им. Х.А.Ясави

Поступила 05.11.12 г.

УДК 669

З.С. Пирмаханова, С.К. Курбаниязов, Б. Тасболат

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКОВ «САРБАС»

По своей природе известняк – широко распространённая осадочная порода, образующаяся при участии живых организмов в морских бассейнах. Это мономинеральная порода, состоящая из кальцита с примесями. Название разновидности известняка отражает присутствие в нём остатков породообразующих организмов, район распространения, структуру (оолитовые), примесей (железистые), характер залегания (плитняковые), геологический возраст (триасовые). Известняк широко применялся в качестве строительного материала, мелкозернистые разновидности использовали для создания скульптур. Обжиг известняка даёт негашёную известь – древний вяжущий материал, до сего времени применяемый в строительстве. Одним из основных строительных материалов, получаемых из известняка, является известняковый щебень, который широко используется в дорожном строительстве и в производстве бетонов. В металлургии известняк используется как флюс. В наше стране имеются многочисленные месторождения данных известняков. Одним из таких месторождений является Сарбасское месторождение, которое находится в ЮКО в 3-х км на северо – восток от г. Кентау. Район месторождения представляет предгорье, прилегающее к юго – западному склону хребта Каратау, вытянутого с юго-востока на северо-запад. Абсолютные отметки у подножья гор не превышают 400 м.

Гидрографическая сеть района представлена рекой Кызылата, Биресек, Баялдыр и Хантаги. Водосборная площадь реки Хантаги составляет 320 км2 при длине 36 км. Сток рек неравномерный и зависит от количества выпадаемых осадков и снеготаяния.

Период высоких вод в реках обычно начинается со второй половины февраля, а спад начинается в конце марта. В летний период русло практически сухое, так как вода разбирается для полива.

По климатическим особенностям район относится к засушливой жаркой зоне, где проявляются все черты типичного континентального климата. Лето сухое, зима сравнительно теплая и короткая с отдельными очень морозными днями. Самым холодным месяцем является январь, а самыми жаркими – июль и август. Среднегодовая температура воздуха составляет + 10°, максимальная отмечается в июле до + 40°, минимальная в январе до - 30°.

Осадки в течение года выпадают крайне неравномерно. Среднегодовая сумма их не превышает 240 мм, а максимальное количество приходится на зимне-весенний период. Абсолютная и относительная влажность воздуха изменяется в течение года в значительных пределах. Абсолютная влажность в зимнее время всего 3,3 – 4,0 г/м^3, с наступлением весны постепенно увеличивается и достигает в летнее время 10 – 11 г/м^3.

На летний период приходится около 6 % всего количества выпадаемых осадков, и они носят характер краткосрочных ливней. Интенсивность ливней в редкие годы достигает 50 мм в сутки.

Снежный покров образуется во второй половине ноября и удерживается до марта – апреля. высота его от 12 до 36 см.

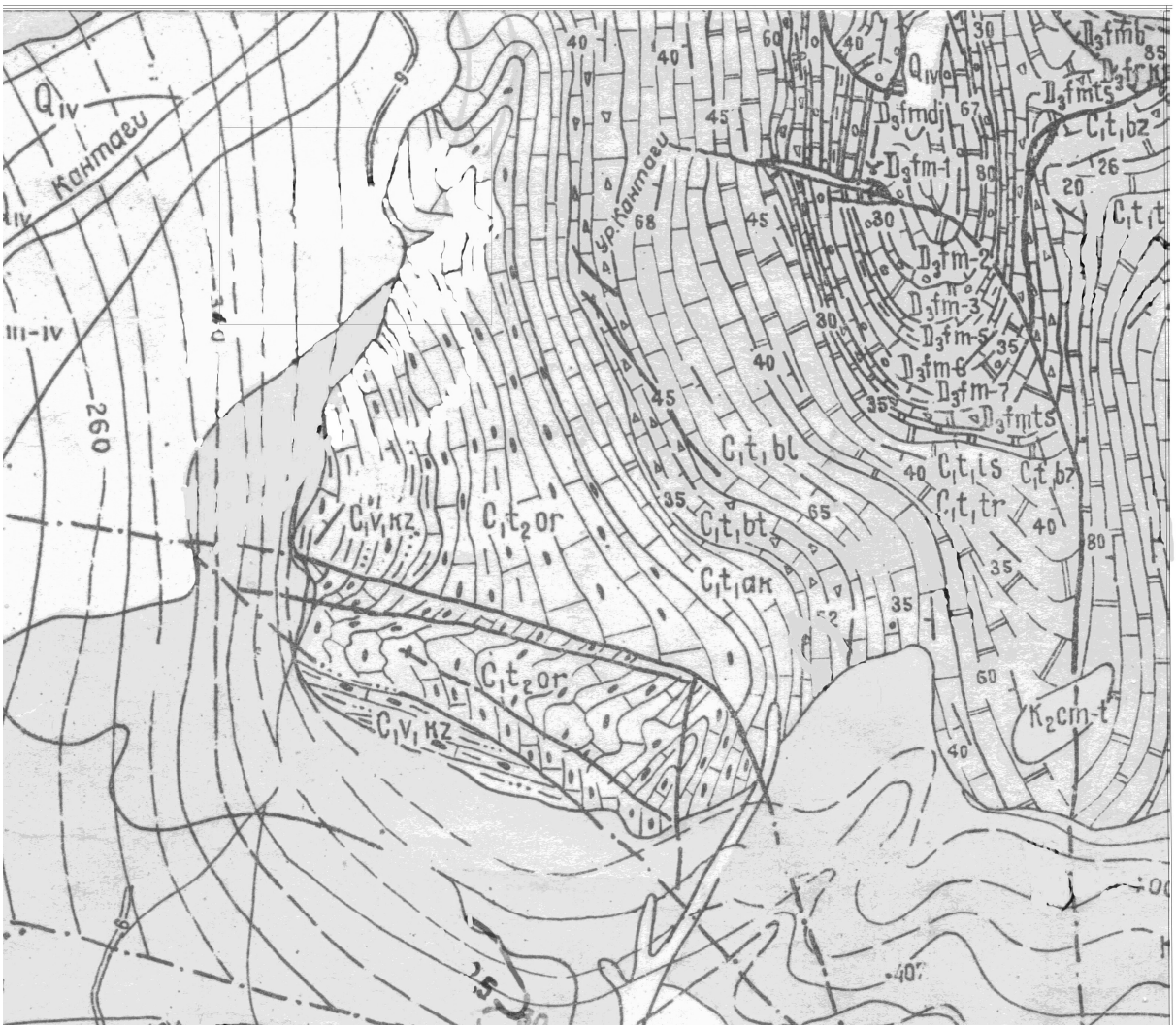
С мая по сентябрь дуют сильные ветры, в основном, южного направления.

Скорость ветров 5-10 м/с, с порывами до 40 м/с. Согласно экологического паспорта города Кентау, среднегодовая роза ветров распределяется следующим образом

С	-	7 %	Ю	-	4 %
СВ	-	19 %	ЮЗ	-	6 %
В	-	25 %	З	-	12 %
ЮА	-	9 %	СЗ		18 %

В сейсмическом отношении район спокойный. Мерзлотные явления отсутствуют, глубина промерзания почвы зимой незначительная.

Геологическое строение



Участок Сарбасского месторождения известняков расположен в предгорьях северо-западного склона хребта Каратау и сложен мощной толщей карбонатных пород.

Абсолютная отметка горы Хантаги составляет 673 м, относительное превышение бровки обрыва в западной части месторождения над подножием составляет от 90 до 120 м.

В возрастном отношении известняки месторождения относятся к нижнекаменноугольным отложениям нижнетурнейского яруса и представлены шукурганатским горизонтом ($C_1 t_1$ - 2).

В структурном отношении участок месторождения представляет собой моноклиналь, сложенную карбонатными породами с крутопадающими пластами.

Падение их на юго-запад под углами от 32^o до 60^o, редко 70^o и больше.

Все пласты известняков залегают между собой согласно при общем азимуте простирания 140^o-150^o. Видимая мощность равна 870 м. Литологический состав известняков в пределах месторождения довольно однороден. В основном известняки представлены толщей переслаивающихся серых и темно-серых слоев с малым содержанием доломита. Породы существенно доломитового состава преобладают в северо-западной части месторождения.

Зона выветривания известняков (мощность 0,15 – 0,20 м) большого развития на месторождение не имеет. Закарстованность незначительная и отмечается только с поверхности в виде небольших карманов пустот выщелачивания размерами 2-5 см. Породы месторождения, как правило, трещиноватые – более с поверхности, менее на глубину. Процессы современного выветривания проявляются в выщелачивании и переотложении кальцита по трещинам с отдельными образованиями друз и гнезд.

Известняки Сарбасского месторождения относятся к общераспространенным полезным ископаемым

Исходя из геологического строения района, степени трещиноватости и закарстованности пород, а также из условий питания, размещения, циркуляций и разгрузки подземных вод в пределах района выделяются три типа вод и комплекса пород :

а) трещинные воды песчаников «Тюлькубасской свиты»;

б) трещинные и трещинно-карстовые воды карбонатной толщи среднего палеозоя;

в) трещинные и пластовые воды песчано-глинистых отложений мезокайнозоя.

Питание подземных вод происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков по всей площади распространения пород.

Глубина залегания уровня подземных вод колеблется от нескольких метров в речных долинах и саях до 100 м и более на водоразделах.

ЛИТЕРАТУРА

Швецов М.С. Петрография осадочных пород, Москва, 1948.

Геология ССР Том XL Южный Казахстан. Геологическое описание. Изд. «Недра», Москва, 1971.

Геология ССР Том XL Южный Казахстан Полезные ископаемые. Изд. «Недра», Москва, 1971.

Резюме

Мақалада Сарбас известняк кенінің географиялық орналасуы, табиғи-климаттық жағдайы мен кеннің геологиялық ерекшелігі сипатталған.Әсіресе автор кеннің геологиялық ерекшелігі есептелетін карстану мен жарықтану дарежесін көрсеткен.

Summary

In this article was researched the Sarbass limestone deposit and were characterized geographic location, climatic conditions and geological features of the deposit. The author emphasizes the geological features of the field, highlighting the degree of fracturing and karst rocks in the area.

ТОО «Алекс Минерал компаний»
МКТУ им. Х.А.Ясави

Поступила 05.11.12 г.

Б.Ә. Балтабаева

3D СЕЙСМИКАЛЫҚ БАРЛАУ ӘДІСІНДЕГІ ЗАМАНАУИ БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕЛЕРІ

Сейсмикалық барлау әдісі мұнай мен газ кенорындарын іздеу, барлау және өндіру салаларында геологиялық-геофизикалық жұмыстардың барлық кезеңдерінде қолданылады. Соңғы жылдары үшөлшемді (3D) сейсмобарлаудың үлесі айтарлықтай артты, себебі ол Жер қойнауының көлемдік көріністерін алуға мүмкіндік береді және геологиялық қиманың заттық құрамы мен флюидсыйғыш қасиеттерін болжау саласында зерттеулер тиімділігін арттырды.

XX-ғасырдың екінші жартысынан бастап мұнай мен газ кенорындарын іздеу мен барлауда сейсмобарлау жетекші әдіс болып табылады. Өйткені, Жер қойнауындағы мұнай-газ табиғи резервуарларының геологиялық құрылысы өте күрделі, оларды барлауда көлемдік 3D сейсмобарлауды қолдану анағұрлым тиімді.

Іс жүзінде, жергілікті жағдайға бейімделіп 3D сейсмобарлау жұмыстары тұрақты (регулярный) және тұрақсыз (нерегулярный) бақылау жүйелері арқылы жүргізіледі [1-3]. Тұрақты (ортогональді) бақылау жүйелері «айқасқан» (крест) жүйе түріне негізделіп жасалып, қабылдау және қоздыру сызықтары өзара перпендикуляр орналасқан жиынтықтан тұрады. Мұндай жүйелер 3D сейсмобарлау тәжірибесінде жиі қолданылады. Өйткені, технологиялық тұрғыдан тиімді және жұмысты орындауға жұмсалатын шығын мөлшері (аспаптар мен құрылғыларды бір орыннан екінші орынға ауыстыру, профильдерді орналастыру) аз.

Қайбір бақылау жүйесі болмасын, оның маңызды сипаттамасы ретінде бин мөлшері (өлшемі) қарастырылады, өйткені зерттеудің көлденең құрастырушысының қабілеттілігі осы мөлшерге тікелей байланысты. Әдетте, биннің екі өлшемі қолданылады [2]:

• 25х25м;

• 25х50м.

Кейінгі жылдары (2000 жылдан бастап), іс жүзінде, алаңдық бақылау жүйесімен зерттелген аудандарда сызықты өлшем 25м құрайды (мысал үшін, 1992-1998 жылдарғы сейсмикалық түсірілімдерде 50м болған). Бұдан аз өлшемді биндер бірқатар себептерге байланысты өндірісте кеңінен қолданылмайды. Бұның негізгі себебі – бин өлшемі төмендеген сайын экономикалық тиімділік күрт төмендеп, айыру қабілеті айтарлықтай жоғарыламайды. Сондықтан да, төменде бин өлшемі 25х25м бақылау жүйелері қарастырылған.

Әрбір жүйенің сипаттамаларын талдау барысында, стандарт ретінде ПВ (пункт взрыва – жарылыс пункті) мен ПП (пункт приема – қабылдау пункті) пункттерінің нөмірлері жұмыс ауданының сол жақтағы төменгі бұрышынан басталады (әдетте, батыстан шығысқа қарай немесе оңтүстіктен солтүстікке қарай).

Қазіргі таңда 3D сейсмобарлау жұмыстарын жүргізу үшін бірнеше бақылау жүйелері қолданылады [1-2].

1. Өзара перпендикуляр орналасқан ЛПВ (линия пунктов возбуждения – қоздыру пункттерінің сызығы) мен ЛПП (линия пунктов приема – қабылдау пункттерінің сызығы) ортогональді (айқасқан) жүйелер (1 *а,* сурет).

2. ЛПВ-сы көлбеу орналасқан жүйелер, мұнда ЛПП сызығының ЛПВ-ға көлбеу бұрышы 90 градустан өзгеше болу керек (1 *б,* сурет).

3. ЛПП-ға ортогональді шахмат тәртіпте орналасып, бір-бірімен параллель, үздіксіз ЛПП сызықтарынан және кесінділерден құралған ЛПВ сызықтарынан тұратын «кірпіш» типтес жүйелер (1 *в,* сурет).

4. Бір-бірімен параллель ЛПП сызықтарынан және ирек ЛПВ сызықтары жиынтықтарынан құралған «ирек» («зигзаг») типтес жүйелер (1 *г*, сурет).

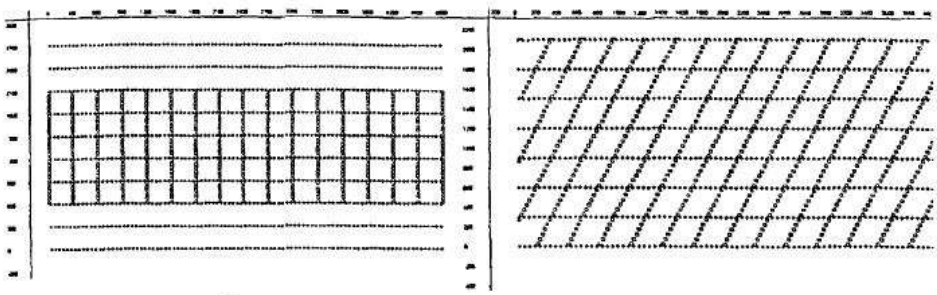
5. «Кнопка» типтес жүйелер. Мұнда ПП ұяшықтарды толтырады, ал ЛПВ сызықтары түзу және бір-бірімен параллель орналасқан (1 *д*, сурет).

6. Параллель жүйелер (ЛПВ сызықтары ЛПП сызықтарына параллель орналасқан). Мұндай жүйелер теңіздік сейсмобарлау жұмыстарында қолданылады (1 *е,* сурет).

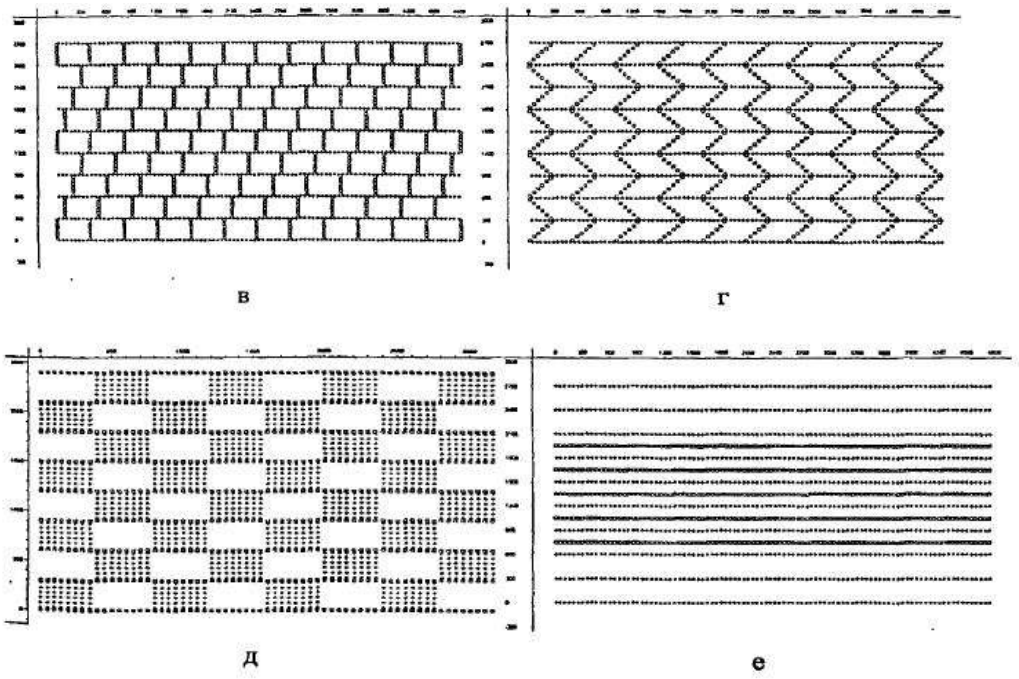
7. Радиалды (тарамды) жүйелер, ПВ және ПП радиалды профильдерден тұрады (2 *а,* сурет).

8. Дөңгелек жүйелер, ЛПП мен ЛПВ шоғырлас (концентрический) шеңберлерден құралған (2 *б,* сурет).

9. Пункттері кездейсоқ орналасқан жүйелер. Мұндай жүйелер жоғарыда аталған жүйелердің біреуіне негізделеді және оларға кездейсоқ элемент енгізумен ерекшеленеді, яғни ПВ мен ПП-ң өздерінің жобадағы жағдайынан кездейсоқ ауытқуымен сипатталады (2 *в*, сурет).

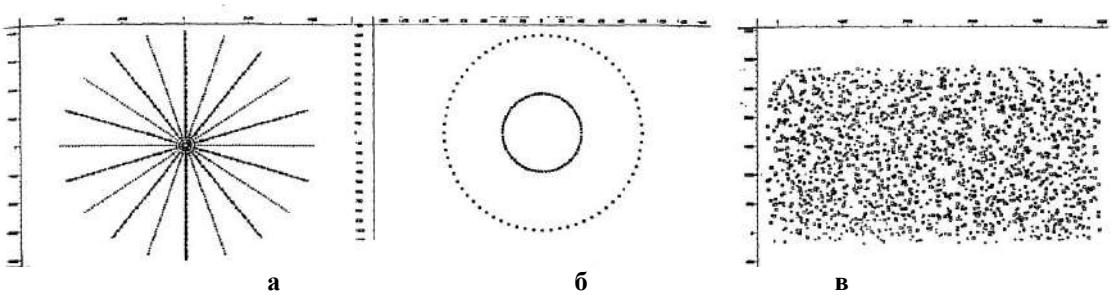


а б



1-сурет

Пункттері тұрақты орналасқан бақылау жүйелерінің мысалдары. а) – ортогональді; б) – ЛПВ көлбеу орналасқан; в) – кірпіш; г) – ирек (зигзаг); д) – кнопка; е) ЛПП-ға қарағанда ЛПВ параллель орналасқан. Квадратиктер – ПВ, крестиктер- ПП



2-сурет

Пункттері тікбұрышты емес орналасқан бақылау жүйелерінің мысалдары; а) - радиалды; б) – сақиналы; в) – пункттері кездейсоқ орналасқан. Кубиктер – ПВ, крестиктер – ПП

Аталмыш стандартты бақылау жүйелерінің өзіндік артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Бұл ерекшеліктер төмендегі кестеде топтастырып келтірілген.

Кесте 1. **Стандартты бақылау жүйелерінің артықшылықтары мен кемшіліктері**

Бақылау жүйесі	Артықшылықтары	Кемшіліктері
Ортогональді жүйе	Геометриясы –қарапайым. Жүйемен жұмыс істеу бағасы - орташа. Қашықтаулардың орналасуы - жақсы. Қондырғылардың орын ауыстыруы - максималды.	Азимуталды спектрде минимумдар анық көрініс береді және азимуталды сараптау барысында бос секторлар орын алады.
Қоздыру сызығы көлбеу орналасқан жүйе	Геометриясы – қарапайым. Жарылыс сызықтары - үзіліссіз. Айқасқан жүйемен салыстырғанда азимут спектрлері ұлғайған.	$l_{max\,min}$ шамасының көбеюі, жоғары орналасқан горизонттарды зерттеуге қолайсыз.

«Кірпіш» жүйесі	L_{min}-нің аздығы жоғары горизонттарды зерттеуге мүмкіндік береді. ЛПП қадамын көбейтуге мүмкіндік бар. Азимуттар спектрі - орташа.	ЛПВ сызығы кеңістікте үзілді-кесілді орналасқан, бұл топографиялық-геодезиялық жұмыстарды күрделендіреді.
«Кнопка» жүйесі	Каналдар саны көп жүйені тиімді пайдалануға болады. Азимуттар мен қашықтаулардың спектрлері жақсы.	ПВ-ның санын көбейтуді талап етеді. Канал санының артуы ЛПП тығыздығын жоғарылатады.
«Ирек» («зигзаг») жүйесі	l_{min} мөлшерінің аздығы жоғары горизонттарды зерттеуге мүмкіндік береді. ЛПП қадамын көбейту мүмкіндігі болады. Қашықтау спектрлерінің орта диапазонда байытылуы.	Топографиялық – геодезиялық жұмыстар күрделенген. Зерттеу ауданында жұмыс істеу қиынға соғады. ЛПВ-ны жиі орналастыру қажет.
«Радиалды» («тарамды») жүйе	Тұзды күмбез және оған ұқсас құрылымдар туралы мәліметтерді толығымен алу.	Жұмыс істеу технологиясы төмен.
«Дөңгелек» («круговая») жүйе	Азимуттар мен қашықтаулардың спектрлері – оңтайлы.	Тәжірибені жүзеге асыру мен жобалауда қиындықтар бар. Техногендік кедергілер орын алады.

Сонымен, кестеде жоғарыда қарастырылған 3D сейсмобарлауда қолданылатын бақылау жүйелерінің қорытындысы келтірілген. Бұл жүйелердің Қазақстан жерінде, әртүрлі сейсмогеологиялық жағдайларда және де алға қойылған геологиялық мақсатқа байланысты қолданылып жүргенін айта кеткен жөн.

Каспий маңы ойпатында жүргізіліп жүрген 3D сейсмобарлау жұмыстарын талдай келе төмендегі қорытындыларға келеміз [2]:

1. Қазақстан территориясы үшін ортогональді бақылау жүйесі тиімді болып саналады. Сонымен қатар басқа да бақылау жүйелері, әсіресе, тұрақсыз және сақиналық жүйелердің де өзіндік тиімділігі барлығын айта кеткен жөн.

2. Ортогональді бақылау жүйесін пайдаланып жүргізілетін 3D сейсмобарлау жұмыстар технологиясы жергілікті сейсмологиялық жағдайларға байланысты әлі де болса жетілдіруді қажет етеді. Стандартты технологиядан Каспий маңы жер қойнауын геологиялық тиімді зерттеуге мүмкіндік беретін экологиялық және экономикалық тұрғыдан пайдалы модификацияларға өтуді ойластырған жөн. Ол үшін арнайы тәжірибелік - әдістемелік жұмыстар жүргізіліп, дала жұмыстарында қолданылатын бақылау жүйелерін әдістемелік – технологиялық тұрғыдан зерттеу қажет.

3. Шамамен 400 м-ден 3-4 км тереңдікке дейінгі аралықта орналасқан түзілімдерді зерттеуде, таңдалған бақылау жүйелерінің тығыздығы нақтылануды қажет етеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. *Белоусов А.В.* Оптимизация систем наблюдений для изучения кинематических параметров среды в сейсморазведке 3D. Москва, 2006.

2. *Мусагалиев М.З.* Подготовка перспективных на нефть и газ объектов в западном Казахстане на основе оптимизированной технологии 3D сейсморазведки. Москва, 2010.

3. *Урупов А.К.* 3D сейсморазведка - целевое назначение и системы наблюдений. - М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003

Резюме

Мақалада 3D сейсмобарлау бақылау жүйелеріне сипаттама беріліп, олардың артықшылықтары мен кемшіліктері келтірілген. Мысал ретінде, Каспий маңы ойпатындағы 3D сейсмобарлау жұмыстарының бақылау жүйелері тиімділігі қарастырылған.

Summary

В статье приведены достоинства и недостатки современных систем наблюдений 3D сейсморазведки. На примере 3D сейсморазведки в Прикаспийской впадине показана эффективность используемой системы.

Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ *Түкен күні 10.12.12 г.*

Р.А. Молдошев, Ч.Э. Абдылдаев, Э.К. Абдылдаев

ДЕФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ, УЧИТЫВАЮЩИЕ ДИЛАТАЦИИ И РАЗУПРОЧНЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

При проектировании объектов разработки месторождения полезных ископаемых не полный учет основных влияющих факторов на устойчивость выработок, может привести в процессе эксплуатации к обрушениям объектов, нанеся значительный ущерб горному производству. Одним из весомых факторов эффективного освоения и эксплуатации месторождения полезных ископаемых является исследование геомеханических процессов (деформирования, перераспределения напряжений и разрушения) породных массивов, сопровождаемых горными работами. Современный уровень развития математического аппарата решения прикладных задач и средств вычислительной техники, позволяют автоматизировать процесс проектирования объектов разработки, учесть все детали строение массива, добиться большей достоверности проектных решений [1,2].

Запишем закон Гука для условий плоской деформации ($\varepsilon_2 = 0$) в следующем виде:

$$\sigma_1 = \boldsymbol{E}_п(\boldsymbol{\varepsilon}_1 + \boldsymbol{\nu}_п \boldsymbol{\varepsilon}_3)/(1- \boldsymbol{\nu}^2_п)$$
$$\sigma_3 = \boldsymbol{E}_п(\boldsymbol{\varepsilon}_3 + \boldsymbol{\nu}_п \boldsymbol{\varepsilon}_1)/(1- \boldsymbol{\nu}^2_п) \quad (1)$$

где $\boldsymbol{E_П}$, $\boldsymbol{\upsilon_П}$ – «плоские» аналоги модуля Юнга E и коэфициента Пауссона $\boldsymbol{\upsilon}$, связанные с ними соотношениями: $\boldsymbol{E_П}$ =E/(1- $\boldsymbol{\nu}^2$), $\boldsymbol{\upsilon_П}$=$\boldsymbol{\nu}$/(1-$\boldsymbol{\nu}$).

Считая, что предел прочности рассматриваемой среды в области сжатия описывается критерием Кулона:

$$\sigma_1 = S + \sigma_3 \mathrm{ctg}\delta \quad (2)$$

где $\boldsymbol{S = 2c\ \mathrm{ctg}(\pi/4 - \varphi/2)}$ - прочность на одноосное сжатие; ctgδ= (1+sin φ)/(1-sin φ); $\boldsymbol{c, \varphi}$ - сцепление и угол внутреннего трения.

в области растяжения дополним критерием σ_3 = T, T – прочность на растяжение. После несложных преобразований, получим описания границ прочности через главные деформации - сжатия считаются положительными:

$$[(\boldsymbol{E}_п\ \boldsymbol{\varepsilon}_1 - S)\ (1 - \boldsymbol{\nu}_п \mathrm{ctg}\delta)/(\ \mathrm{ctg}\delta - \boldsymbol{\nu}_п) - \boldsymbol{\nu}_п S] / \boldsymbol{E}_п - \boldsymbol{\varepsilon}_3 = 0 \quad (3)$$
$$T(1- \boldsymbol{\nu}^2_п)/ \boldsymbol{E}_п - \boldsymbol{\nu}_п \boldsymbol{\varepsilon}_1 - \boldsymbol{\varepsilon}_3 = 0 \quad (4)$$

В координатах $\boldsymbol{\varepsilon_1}$ *и* $\boldsymbol{\varepsilon_3}$ уравнения (3) и (4) имеют вид соответственно прямых A'B' и D'A ' рисунок 1,а. Таким образом, в области 1 в пределах контура D'A'B' по известным деформациям $\boldsymbol{\varepsilon_1}$ *и* $\boldsymbol{\varepsilon_3}$ напряжения σ_1 и σ_3 могут быть найдены по формулам (1). За пределами контура A'B'C' действуют иные уравнения связи деформаций и напряжений.

Пусть в процессе нагружения деформированное состояние элемента среды вышло в некоторую точку E′ на границе зоны упругости (рис. 1,а). Рассмотрим закономерности дальнейшего пластического деформирования, протекающего при постоянном минимальном главном напряжении. Увеличение деформации $\boldsymbol{\varepsilon_1}$ (т.е. укорочение элемента среды в направлении $\boldsymbol{\varepsilon_1}$) сопровождается уменьшением деформации $\boldsymbol{\varepsilon_3}$ (расширением в перпендикулярном направлении). Полный вектор пластических деформаций $\boldsymbol{\varepsilon}_р$ (E'F' на рисунке 1,а) состоит из двух компонентов: $\boldsymbol{\varepsilon_{1р}}$ *и* $\boldsymbol{\varepsilon_{3р}}$, а взаимосвязь этих компонентов определяется принятым законом течения.

Если принять $\boldsymbol{\varepsilon_{3р} = -\ \varepsilon_{1р}}$, то укорочение в направлении $\boldsymbol{\varepsilon_1}$ будет равно удлинению в направлении $\boldsymbol{\varepsilon_3}$, а объем элемента среды при пластическом деформировании будет оставаться неизменным. Такое пластическое течение может быть названо равнообъемным. В более общем случае связь компонентов пластических деформаций может быть охарактеризована соотношением вида

$$\boldsymbol{\varepsilon_{3р} = -ctg\beta\ \varepsilon_{1р}}. \quad (5)$$

Угол $\boldsymbol{\beta}$ на рисунке 1,а определяет степень разрыхления при пластическом течении; величина $\boldsymbol{ctg\beta}$ может быть названа коэффициентом дилатации. При $\boldsymbol{\beta = \delta}$ формула (5) соответствует принципу нормальности (ассоциированному закону течения).

При этом, если деформации элемента среды $\boldsymbol{\varepsilon_1}$ *и* $\boldsymbol{\varepsilon_3}$ характеризуют точку F' на рисунке 1а, то они могут быть представлены в виде суммы упругих и пластических компонентов:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_{1_e} + \varepsilon_{1_p};\ \ \varepsilon_3 = \varepsilon_{3_e} + \varepsilon_{3_p}. \qquad (6)$$

Упругие компоненты ε_{1_e} и ε_{3_e} являются координатами точки E' и определяются из формул упругости (1) при подстановке в них значения σ_1 на границе упругости по формуле Кулона (2). Подставив полученные таким образом значения ε_{1_e} и ε_{3_e} и величину ε_{3_p} из формулы (5) в уравнения (6), получим систему двух уравнений, решив которые относительно σ_3 и ε_{1_p}, найдем величину напряжения σ_3 соответствующую данному деформированному состоянию:

$$\sigma_3 = [E_п(\varepsilon_1 + \varepsilon_3) + S\,(\nu_п - 1)]/(1\text{-}\nu_п \operatorname{ctg}\delta + \operatorname{ctg}\delta - \nu_п) \qquad (7)$$

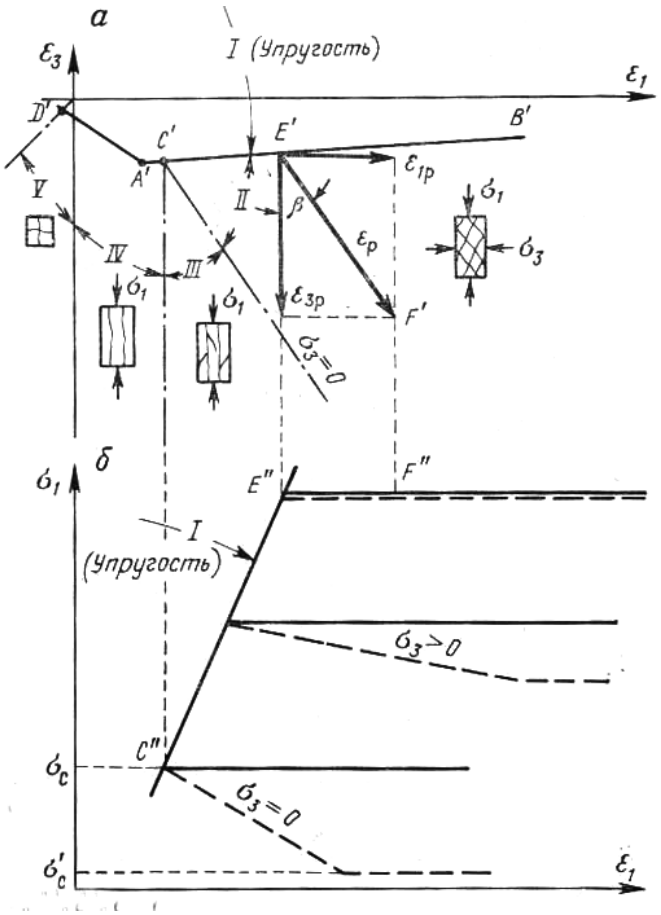


Рис. 1. Закон состояния среды

Для определения величины σ_1 должно быть задано семейство графиков связи σ_1 и ε_1 при пластическом деформировании в условиях $\sigma_3 = const$ рисунок 1,б. Если в процессе деформирования сопротивляемость остается постоянной (идеальная пластичность), то графики σ_1 - ε_1 имеют вид горизонтальных прямых (сплошные линии на рисунке 1,б), а сама величина σ_1 может быть рассчитана по ранее определенной величине σ_3 с помощью формулы (2).

Для пород, разупрочняющихся в процессе запредельного деформирования, может быть предложено [3], например, семейство графиков, изображенных на рисунке 1,б штриховыми линиями. Эти графики характеризуют среду, сопротивляемость которой в процессе пластического деформирования снижается от исходной величины, определяемой по формуле (2), до остаточной величины

$$\sigma_1 = \min[(S + \sigma_3 \operatorname{ctg}\delta), (S' + {}_3\operatorname{ctg}\delta')], \qquad (8)$$

где S' и δ' – характеристики остаточной прочности ($S' < S$, $\delta' < \delta$). Разработанные модели реализованы в виде численных процедур для случаев плоской деформации в деформационном варианте теории пластичности на основе метода конечных элементов.

Основная процедура метода конечных элементов рассматривает среду как упругую и сводится к решению системы линейных алгебраических уравнений относительно неизвестных перемещений $\{u\}$:

$$\{F\} = [K]\{u\}, \quad (9)$$

где $[K]$ - матрица жесткости системы; $\{F\}$- вектор узловых сил.

Поскольку исследование напряженно - деформированного состояния породного массива с учетом запредельной деформируемости представляет собой нелинейную задачу, в работе нами получены новые разработки в области комбинированной процедуры применительно к общему случаю, когда закон состояния среды задается на основе предложенной модели. Отладка программы, проверка качества конечно-элементной сетки и геомеханической модели породного массива осуществлены решением тестовых задач, имеющих аналитические решения.

Для количественной и качественной оценки решения МКЭ по разработанной программе проведено решение, сопоставимое с известной задачей Галина. Заданы свойства идеально-пластической среды с критерием текучести Треска. Численные характеристики: $E = 103$ Мпа, $v = 0.3$, $\gamma = 0$, $c = 1$ Мпа, $\varphi = 0$. Коэффициент дилатации $\lambda = 1$, что обеспечивает равнообъемное течение.

Для того чтобы выяснить характер роста зоны пластических дефор-маций с изменением нагрузки, задача решалась в двух вариантах. В первом варианте нагрузка σ_y=3МПа и σ_x=2,4 МПа прикладывалась целиком, во втором задавалось приращениями в пять ступеней. Результаты расчетов по вариантам, соответствующих полной нагрузке совпадают. На рисунке 2 показаны перемещения точек контура выработки U, рост зоны пластических деформаций. По полученному решению контур пластической зоны представляет собой эллипсоподобную фигуру с большой полуосью a=3,14R и малой полуосью b=1,77R (R-радиус отверстия). Из решения Галина следует, что зона пластических деформаций имеет вид эллипса с полуосями a=3,05R, b=1,64R. Напряжение вблизи контура отверстия равны пределу прочности на одноосное сжатие, а вдали от контура на поверхности- заданным напряжениям.

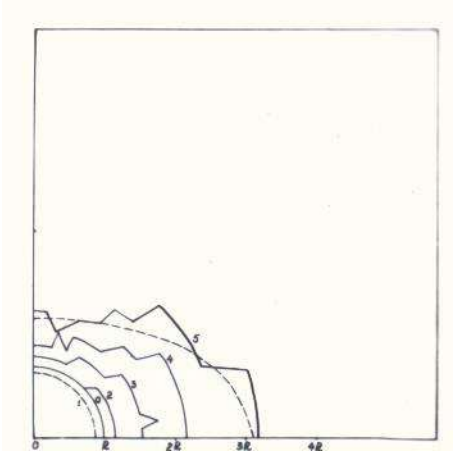


Рис. 2. Перемещения точек контура выработки U и рост зоны пластических деформаций

В табл. 1 приведена величина перемещения узлов контура – отверстия в долях R, а в таблице 2-значения напряжений в пластической зоне полученные по формулам Галина и по МКЭ. Из таблицы следует, что даже при сравнительно крупной сети элементов аналитическое и численное решения очень близки.

Таблица 1. **Величина перемещения узлов контура – отверстия**

Номер узла	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\Delta x\ 10^3/R$	-41	-40	-38	-34	-29	-24	-18	-12	-6	-4	0
$\Delta y\ 10^3/R$	0	-9	-16	-23	-29	-32	-36	-38	-39	-39	-39

Таблица 2. **Значения напряжений в пластической зоне**

Горизонтальная ось					Вертикальная ось				
	σ_x		σ_y			σ_x		σ_y	
r/R	по Галину	по МКЭ	по Галину	по МКЭ	r/R	по Галину	по МКЭ	по Галину	по МКЭ
1	0	0.1	2	2.07	1	0	0	2	2.08
1.28	0.49	0.49	2.49	2.62	1.14	0.27	0.39	2.27	2.39
1.8	1.18	1.20	3.18	3.37	1.28	0.49	0.58	2.49	2.58
2.14	1.52	1.50	3.52	3.60	1.64	0.99	1.10	2.99	2.88
2.57	1.89	1.85	3.89	3.92					
3.05	2.23	2.19	4.23	4.24					

В заключении необходимо отметить, что разработанные процедуры и программы позволяют решать с помощью современных компьютеров широкий класс геомеханических задач, в которых требуется определять напряженно-деформированное состояние породного массива, ослабленного выработками в разных горнотехнических и горногеологических условиях. Компоненты естественного поля напряжений представляются в виде зависящих от геомеханических структур месторождения, и в программе учитываются с помощью граничных условий. При этом граничные условия могут быть заданы в виде нулевых или ненулевых узловых сил или перемещений (или же смешанных условий). Неоднородность массива учитываются по моделям путем введения различных прочностных и деформационных характеристик E, v, γ, c, φ (модуль упругости, коэффициент Пуассона, плотность, сцепление и угол внутреннего трения). Поверхности ослабления и нарушения в массиве имитируются слоями элементов с соответствующими пониженными прочностными свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Фадеев А.Б.* Метод конечных элементов в геомеханике. – М.: Недра, 1987, - 221 с.

2. *Абдылдаев Э.К.* Напряженно-деформированное состояние массива горных пород вблизи выработок. - Фрунзе: Илим, 1990,-164 с.

3. *Абдылдаев Э.К.* Метод конечных элементов при решении прикладных задач. – Алматы.: Полиграфия-сервис, 2011, - 111 с.

Резюме

Мақалада шекті элементтер әдісі негізінде серпімді-пластикалық есептердің шешімінің нәтижелері мен деформацялық модельдері келтірілген

Summary

Deformative models and results of solving the elastico-plastic problems on the base of finite elements method are presented in this paper

КазЭУ им. Т. Рыскулова *Поступила 10.12.12 г.*

УДК 656.085.24
621.398

М.М. Молдабеков, Д.И. Еремин, Ю.А. Понятов

МОНИТОРИНГ УРОВНЯ ВОДЫ ОЗЕР, РЕК, МОРЕЙ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Территория Казахстана обладает значительными водными ресурсами. Озера и реки являются источниками пресной воды, которая используется как в жизнеобеспечении населения страны, так и для полива сельскохозяйственных угодий. Каспийское и Аральское моря являются ценными природными ресурсами и источником рыбного промысла страны. Проблема Аральского моря носит катастрофический характер. Борьба за восстановление этого некогда четвертого по величине моря небезус-

пешно продолжается и по сей день [1]. В горной местности Казахстана имеются моренные озера, расположенные на большой высоте.

Использование воды в качестве источника энергии способствовало развитию в Казахстане гидроэнергетической отрасли. В стране функционируют более 30 гидроэлектростанций [2].

Однако фактом остается и разрушительная сила воды, способная сметать на своем пути целые поселения. Опасность таится не столько в затоплении, сколько в возможности образования селевых потоков, которые могут нести камни, ледяные глыбы и т.д. Горьким примером служит недавний прорыв Кызылагашской плотины [3].

Причиной возникновения водной угрозы может стать как неконтролируемое изменение климатических условий, так и деятельность человека. Так, например, изменение русел рек, впадающих в Аральское море, было направлено на подъем аграрно-культурного уровня Советского Союза, а обернулось это мероприятие экологической катастрофой.

Большая доля природных катастроф, источниками которых являются водоемы, вызвана чрезмерным увеличением уровня воды. Защитные сооружения не способны противостоять силе, которая превосходит их характеристики в несколько раз. В то же время слишком низкий уровень воды в реках препятствует развитию речного судоходства. Изменению уровня воды в озерах предшествуют различные факторы. Засушливая погода впоследствии может стать причиной уменьшения уровня воды в озерах. Увеличение количества осадков, как следствие, вызывает пополнение объема воды [4]. Реки подвержены еще большему количеству влияний на их уровень. Например, сброс воды с плотины может сказаться на уровне воды в реке на далеком расстоянии от плотины. Некоторые реки протекают на территории разных государств, вследствие чего обычный сброс воды в реку может стать поводом для политического скандала или вовсе оказаться причиной стихийного бедствия. На незначительные изменения уровня воды в реке способен повлиять даже ветер, в зависимости от его направления относительно течения реки. Встречный ветер может замедлять течение, следовательно ниже по реке уровень воды будет уменьшаться, а вверх по реке - подниматься [5].

Для своевременного принятия мер по недопущению прорыва гидротехнических сооружений и естественных водоемов и рек необходим постоянный мониторинг уровня воды в контролируемом водоеме. В данном аспекте ключевым является слово «постоянный», что и ставит задачу создания автономных средств мониторинга уровня воды в водоемах.

Несмотря на наличие множества методов измерения уровня воды в водоемах, от самых примитивных до высокотехнологичных, – идея создания системы мониторинга является актуальной, так как она предоставляет автоматизированные средства регистрации уровня воды. Уровень воды – высота поверхности воды, отсчитываемая относительно некоторой постоянной плоскости сравнения [6]. В различных реализациях измерителей уровня воды плоскость сравнения может быть разной. Так существуют измерители, которые устанавливаются над поверхностью воды (например, под мостом) и регистрируют расстояние от плоскости их размещения до водной поверхности по принципу эхолота. Данная реализация является привязанной к месту установки устройства.

Один из методов измерений уровня воды – гидростатический метод, который основывается на измерении давления столба жидкости известной плотности на дно сосуда с известной площадью сечения. Из этих данных вычисляется высота столба жидкости. При данном методе постоянная плоскость – дно сосуда.

Наряду с описанными выше методами измерений уровня воды в водоеме, применяется оборудование, использующее в своей работе буй. Замеряется расстояние от буйка до дна, достичь которого позволяет груз, к которому крепится измерительный трос. Выбор конкретного метода измерения уровня воды зависит от применимости этого метода к водоему и в данной статье не рассматривается.

Для работы практически любого измерительного оборудования необходима электрическая энергия, обеспечение которой порой является невозможным, например, при размещении оборудования контроля уровня воды в море или озере на удалении от береговой линии, либо в случае с моренными озерами.

В общих чертах необходимое средство мониторинга уровня воды в водоемах можно охарактеризовать как устройство сбора и передачи данных об уровне воды, способное функционировать самостоятельно.

Сформулируем требования к средствам мониторинга.

Технические средства должны быть защищенными. Необходимо обеспечить надежную защиту от попадания влаги, которая неизбежно вызовет повреждение и выход из строя электронных компонентов, входящих в состав средства мониторинга. Вода некоторых водоемов включает в свой состав примеси, имеющие агрессивную природу, т.е. способные вызвать коррозию материалов, из которых построена конструкция средства мониторинга. Нужно обеспечить защиту от коррозии материалов внешней конструкции средства мониторинга. Электронные компоненты оборудования мониторинга должны быть защищены от ударов, вибраций, поскольку в больших водоемах и реках вода практически никогда не находится в спокойном состоянии.

Важная составляющая процесса мониторинга – сбор данных. Данные, получаемые с датчиков технических средств мониторинга, должны передаваться с заданной периодичностью в центр сбора и обработки данных. Передача данных не должна сопровождаться привязкой к месту установки средств мониторинга. Исходя из этих требований, можно реализовать передачу данных посредством низкоорбитальных космических систем связи (НКСС).

Наиболее остро стоит вопрос обеспечения электропитания всего комплекса оборудования. Оптимальным источником энергии, доступным в описанных условиях эксплуатации, является солнечная энергия.

Обобщив все обязательные условия, можно прийти к выводу, что решение задачи мониторинга уровня воды в озерах, реках, морях и гидротехнических сооружениях находится в применении систем «Автоматизированная подсистема энергоснабжения спутниковых систем передачи данных» и «Унифицированная система передачи данных» в комплексе с измерительными средствами.

Концепции и структура указанных систем описываются в других статьях, посвященных этим системам. В данной статье приведем лишь краткое описание этих систем.

Унифицированная система передачи данных предоставляет средства и инструменты для организации передачи данных посредством спутниковых систем связи.

Автономная подсистема энергоснабжения для спутниковых систем передачи данных включает в себя комплекс оборудования, функции которого заключаются в выработке и накоплении энергии для последующего его использования в целях обеспечения электропитания оборудования передачи данных.

Оборудование измерений уровня воды может быть различным. Для обеспечения функционирования системы измерительное оборудование будет сопрягаться с подсистемой передачи данных и подсистемой энергообеспечения.

Сопряжение указанных систем позволит осуществлять мониторинг уровня воды в моренных озерах, расположение которых является крайне труднодоступным.

Технические средства, измеряющие уровень воды, должны быть способны получать данные с датчиков с различной периодичностью. Как было сказано выше, данные, поступающие с измерительного оборудования, будут передаваться в центр сбора и обработки данных посредством НКСС.

Схема, отражающая концепцию системы мониторинга уровня воды, приведена на рис. 1.

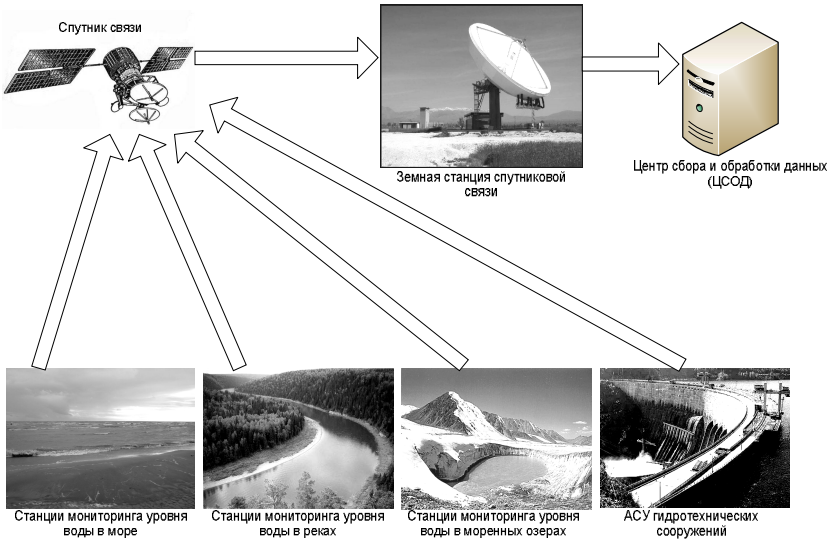


Рис. 1. Концепция мониторинга уровня воды

Накапливаемые данные будут передаваться в ситуационные центры и использоваться специальными службами для прогнозирования возможных паводков и наводнений, подсчета расхода воды и в прочих целях.

Система мониторинга может быть связана с другими автоматизированными системами, например системами забора и сброса воды на плотинах гидроэлектростанций, системами тревожного оповещения, и прочими функционально взаимосвязанными системами.

Внедрение Системы мониторинга уровня воды позволит осуществлять профилактику возникновения чрезвычайных ситуаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Свободный источник Интернет – http://www.ecoproblems.org/2009/01/blog-post_25.html.
2. Свободная энциклопедия – Википедия – http://ru.wikipedia.org/wiki/ Список гидроэлектростанций Казахстана.
3. Новостной портал Kazakhstan Today – http://www.kt.kz/?lang=rus&uin=1133168071 &chapter=1153530244.
4. *Ю. Мизун,* Уровень воды в озерах и солнечная активность, М.: Вече, 2000 – http://solncev. narod.ru /Soln_a2.htm.
5. В. *А. Михеев*, Гидрология, Динамика уровня воды в озерах – http://samorazvitie.net/book/105-gidrologiya-v-a-mixeev/40-44-dinamika-urovnya-vody-v-ozerax.html.
6. Свободная энциклопедия – Википедия – http://ru.wikipedia.org/wiki/Уровень_воды.

Резюме

Мақалада ел халқының өмірі мен денсаулығына төнетін әлеуетті қауіп көздері болып табылатын гидротехникалық құрылымдар мен көлдер, өзендер мен теңіздердегі су деңгейінің мониторингін жүргізу мәселелеріне сипаттама берілген. Мәселелердің сипатталуымен қатар, оларды әзірленетін автоматтандырылған жүйелердің негізінде шешу әдістері де келтірілген.

Мақаланың жазылу мақсаты – салдары, әдетте, ауқымды материалдық нұқсан мен адам өліміне алып келетін дүлей апаттар мен төтенше жағдайлар болып табылатын мәселелергеге назар аударту болып табылады.

Мақаланың міндеттері су қоймаларындағы су деңгейінің мониторингін жүргізу әдістері мен құралдарын орнатудан құралады. Сипатталатын әдістер су қоймаларындағы су деңгейі туралы ақпаратты жинаудың техникалық құралдарын қолдануға негізделеді.

Мақаланың соңында жасалған қорытындылар су қоймаларындағы су деңгейін бақылау әдістері мен құралдарын ендіру мен қолданудан берілетін болжамды әсерге негізделеді.

Summary

This article provides the description of problems of monitoring the water level in lakes, rivers, seas and waterworks which are potential threat source for safety of life and health of population. Together with the problem description are provides the methods of solving based on developing automated systems.

The target of writing of this article is attention drawing to problem which result as a rule to natural disasters and emergency situation which accompanied by great material damage and human deaths.

The tasks of the article includes of establishing methods and the means of monitoring of the water level in ponds. The described methods are based on using technical means of collect of information about the condition of water level in ponds.

Conclusions which are presented at the end of article are based on intended effect of implementation and use the methods and means of water level control in ponds.

Институт космической техники и технологий *Поступила 10.12.12 г.*

ЖОК 655.753 (075)

Ш.Қ. Сақабекова, Л.Р. Қиянбекова

САНДЫҚ ФЛЕКСОГРАФИЯ. ФЛЕКСОГРАФИЯЛЫҚ БАСУ ФОРМАСЫНА АҚПАРАТТЫҢ САНДЫҚ ЖАЗЫЛУ РЕЖИМДЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ

«Сандық флексография» термині 1995 ж. "Drupa" көрмесінде алғаш рет ұсынылған маскаланған CtP формаларынан (LAMS) басылымды анықтау үшін қолданылады. Флексографиялық формалардың қалыңдығы бірнеше микрон, қарапайым фотополимерлік формаға жағылатын қара жабындысы – маска болады. Бұл жабынды экспонирлеу үшін дәстүрлі пленкалы негатив орнына қолданылады. Басу элементтерінен маска лазерлік сәулемен жойылады. Қара жабынды лазер энергиясын сіңіріп, булану нәтижесінде жойылады. УК-қатырылатын фотополимерлік формаларды тура оймалаумен салыстырғанда, сандық флексографиялық басу формаларын дайындау үшін 30-50 есе кем қуат қажет. Экспонирлеуден кейін сандық форма қарапайым дәстүрлі форма секілді тура сол өңдеуге ұшырайды. Басқаша айтқанда, кері және тура экспонирлеуден, жуып-шаюдан, кептіру мен финишингтен өтеді.

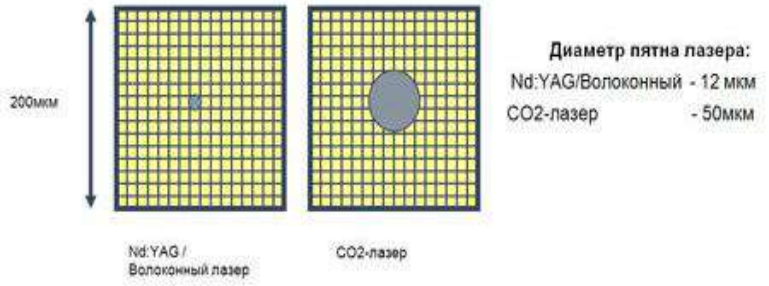
Пластиналардың ұзақ кебуін жоққа шығаратын жаңа термальды әдістер басылымға дайын өлшемі 889x1193,8 мм сандық формасын экспонирлеуден кейін жарты сағаттан соң алуға мүмкіндік береді. Бейне формада термоаусым технологиясы көмегімен қалыптасады және де термо айқындалатын болып табылады. Температуралық режимді нақты қадағалау мен айқындауыш цилиндрдің үлкен емес қысымы кезінде рельефтің экспонирленбеген аймақтары жойылады. Осыдан кейін форма қосымша экспозиция мен финишигке дайын: сольвентті технология бойынша жүргізілген қарапайым форманы өңдеу кезінде жүргізілетін операциялар. Басу формаларын дайындаудың бұл жүйесі толығымен құрғақ болғандықтан, химиялық еріткіштерді сақтау, қалпына келтіру мен жоюдың қажеті жоқ.

Модуляция типі және фокустық нүкте

Бейненің ерекшелігіне байланысты лазерлі модуляция сәулелендіруінің сырт күйі – окустоптикалық модулятор арқылы немесе лазерлі сәулелену көзінің өзімен тіке ішкі модуляция жолымен (сапаның маңызды төмендеуімен) беріледі.

CO_2 лазерінің ерекшелігі – жоғары қуаттылық және өнімділік. Лазердің толқын ұзындығы 10,6 мкм құрайды. Қарапайым жағдайда лазерлі сәуленің фокусы нүкте бере алмайды, сондықтан лазер толқынының диаметрі бес еседен аспайды. Жоғары қуатты CO_2 лазер нүктесінің өлшемі шамамен 50 мкм көрсетеді. Бұл анық сәйкестендіруде мүмкін өлшемі тек 500 DPI және максималды линиатуралық мүмкіндігі шамамен 20 сызық/см. Мүмкін өлшемнің мөлшерін жоғарылатқанымен лазер нүктесі өзгермейді, соған орай жарық пен көлеңке аумағында растрлы нүкте саны азаяды. Басылым кезінде бейненің контрастылығы мен мөлдірлігі жоғалады, ал аусымдары сатылы және жай емес күйге ауысады.

1-суретте 50 сызық/см линиатурасымен (127 lpi) 2000 ppi мүмкін өлшемінде CO_2 лазерлі сәулелендіруі және Nd көзіне арналған растрлы нүктенің пиксельді бейнесі көрсетілген. Белсенді орта ретінде неодим қоспасы бар немесе оптоталшықты лазері бар алюминий-иттрийлі гранат қолданылады.



1-сурет. Әртүрлі лазерлер нүктелерінің өлшемдерінің қатынасы

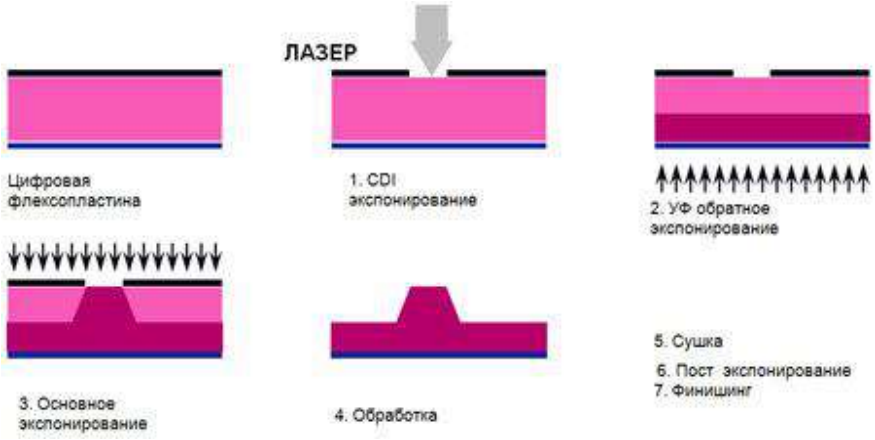
Әртүрлі лазерлі сәулелендіру кезінде нүкте мөлшерінде үлкен айырмашылық байқалды, сондықтан CO_2 лазерінің қолданылуы үлкен реңдік градацияның берілу мөлшерінің азаюына алып келеді.

CO_2 лазерлеріне қарағанда Nd:YAG лазерлері мен оптоталшықты лазерлер толқынның қысқалығының арқасында (1,06 мкм немесе 1064 нм) жоғары линиатуралы бейнені жаза алады, және де осыған байланысты сандық флексографияда кеңінен қолданыс тапты.

LAMS-технологиясы

«Сандық флексография» дегенде, әдетте, LAMS-технологиясы деп түсінеміз (LAMS –Laser Ablatable Mask, «лазермен жойылатын маска»).

LAMS қабатына бейнені жазғаннан кейін сандық басу флексографиялық пластинасы дәстүрлі пластиналар секілді өңдеуге ұшырайды, негізгі экспонирлеу, УК сәулелену көмегімен кері экспонирлеу, жуу, шаю, қосымша өңдеуді қоса (2-сурет).



2-сурет. Флексографиядағы LAMS технологиясы

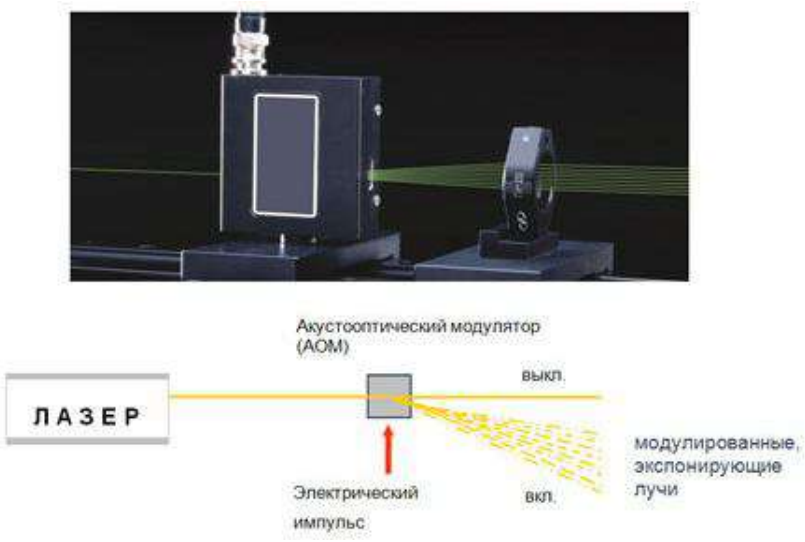
Екі сатылы технологиялық процесс заманауи сапа және өндіру талаптарына толығымен жауап береді. 200 сызық/см линиатурасы кезінде жартылай реңді бейнелерді беру жиналмалы қораптар мен этикеткаларда флексографиялық әдіспен басуда стандартқа айналды. Тіпті гофрленген қатырма үшін 60 сызық/см дейінгі линиатуралар мүмкін болады. Бүгінгі таңда орама, этикеткалар мен лотерея билеттерін басуда қолданылатын қорғаныс элементтері басу үшін линиатурасы 400 сызық/см дейінгі (бұл кезде өлшемі 8000 DPI жетеді) сандық флексографиялық формалар дайындалады.

LAMS қабатын сандық флексографиялық пластинадан жою термалды офсетті пластинаға бейне жазуға қарағанда қуаттылығы 30 есе жоғары және де УК сәулеленуге сезімді фотополимерлік пластинаға тура оймалауға қарағанда қуаттылығы 100 есе аз лазерді қажет етеді. Сөйтіп, тура оймалау үшін өндірілген лазерлік технологиялар да, термалды офсетті пластиналарға бейне жазуға қолданылатын технологяилар да сандық флексография үшін жарамсыз, сапа деңгейін, өнімділігі мен өз тиімділігін төмендетуі мүмкін. Бұл кезде жиі оптоталшықты лазерлер қолданылады. Олардың ерекшелігі – флексографиялық пластинада LAMS қабатын жоюға жеткілікті болатын қуаттылығы,

бұл лазерлік сәуленің жақсы сапасын қамтамасыз етеді. Соңғысы қанықтылығының тереңдігін тудыруға мүмкіндік береді.

Оптоталшықты лазерлер

2000 ж. бастап оптоталшықты лазерлер негізіндегі жаңа лазерлік жүйелер кеңінен қолданыла бастады, оларда лазерлік диодтар әсерінен оптикалық талшықтардың толтырылуы жүреді. Талшықтардың ортасы неодим (Nd), иттрий (Y), иттербий (Yb) секілді сирек жер элементтерімен легирленген. Оптоталшықты лазерлер сәулеленудің жоғары сапасын береді, қуаттылығы қажет деңгейде және де жұмыс әрекетінің тұрақтылығына ие. Растрлардың дәл берілуі мен жоғары линиатуралы ауысымдар үшін бөлек экспонирлеуші сәулелердің бірыңғайлылығы қажет. Ол үшін «1 сәуле көзі + 1 модуляциялық блок» принципі қолданылады. Оптоталшықты лазерлік жүйелерде модуляциялық блок ретінде акустооптикалық модулятор (АОМ) қолданылады. АОМ бастапқы сәуленің голографиялық көшірмелерін жасайды. Бұдан шығатыны, бөлек сәулелер сапасы мен қуаттылығы жағынан бірдей болады. Сөйтіп, жазу кезіндегі ақаулар жоққа шығарылады, ең бастысы, флексографиялық бұрыштарды қолданғандағы муар.



3-сурет. Талшықты лазер мен АОМ модуляторынан тұратын, сәулелер санын көбейтетін құрылғы

Жазу процесін жақсарту үшін лазер қуаттылығы мен сәуле саны арасындағы қатынасы жақсартылады. Оптоталшықты лазерлердің қуаттылығы бұған мүмкіндік береді. Оптоталшықты лазерлік замануи жүйелерде 4-тен 16-ға дейін сәулелері бар жүйелер қолданылады. Сәулелер санына жазу жылдамдығы байланысты болып келеді.

Esko-Graphics CDI CtFP жүйесінде оптоталшықты лазердің толтырылуынан кейін сәуле бірнеше бірдей сәулелерге бөлінеді. Жоғарыда айтылғандай, растрлардың дәл берілуі мен жоғары линиатуралы ауысымдар үшін бөлек экспонирлеуші сәулелердің бірыңғайлылығы қажет. Бұл әрекетті жүзеге асыру үшін, сәулені көп бірдей сәулелерге бөлетін, акустоптикалық модулятормен бірге бір сәуле көзін қолдану ұсынылады.

Сәуленің қасиеттері лазердің бүкіл өмірі бойы өзгеріссіз болып қалады, күнделікті оптиканың калибровкасының қажеті жоқ, осының арқасында пластиналарды жазудың жоғары дәлділігі мен технологиялық процестің сапасы ұзақ уақыт сақталады. Оптоталшықты лазерлер өте көп бөлек диодтармен толтырылады, сондықтан егер бөлек бір диодтар жұмыс істемей қалса жүйе тоқтап қалмайды. Осы бөлікте отпоталшықты лазерлердің диодты лазерлерден айырмашылығына көңіл бөлінеді, яғни аса жоғары сенімділікке – лазерлік жүйелерді қолданушылар үшін маңызды қасиет. Оптоталшықты лазерлерге оптикалық толтыру үшін лазерлік диодтар да қолданылады, бірақ та әр лазерде олар ондаған болып келеді, сонымен қатар олар аса жүктемелі режимде жұмыс істемейді, бұл олардың ұзақ жұмысқа төзімділігін қамтамасыз етеді. Лазерлердің біреуі жұмыс істемей қалса, қуаттылықтың жоғалуы басқа диодттарда токты жоғарылатудың арқасында жойылады, бұл тұрақты шығу қуаттылығы бар оптоталшықты лазердің ұзақ жұмыс істеуін қамтамасыз етеді.

Фокус туралы бірнеше сөз

Фокус тереңдігі флексографиялық пластинаның бетінің кедір-бұдырлығының тереңдігінен асу керек. Фокус тереңдігі лазер толқынның ұзындығына байланысты, мына теңдеу бойынша есептелінеді, мұндағы l – толқын ұзындығы:

$$b = \frac{2 * d_{пятна}^{2}}{\lambda * M^2} \qquad (1)$$

M^2 көрсеткішін лазерлік сәулелену сапасының кешенді сандық сипаттамасы үшін қолданады. M^2 келесі теңдеумен анықтауға болады:

$$M^2 = \frac{d_{real} * \Theta_{real}}{d_{gauss} * \Theta_{gauss}} \qquad (2)$$

мұндағы d_{real} – нақты лазерлік шоқтың нүкте диаметрі, Q_{real} – нақты лазерлік шоқтың өзгешелігі, d_{gauss} – гаусс лазерлік шоғының нүкте диаметрі, Q_{gauss}– гаусс лазерлік шоқтың өзгешелігі.

M^2 көрсеткіші нақты лазерлік шоғының мінсіз гаусс бөлінуіне жақындығының дәрежесін сипаттайды деп есептеуге болады. Неғұрлым M^2 бірлікке жақын, соғұрлым лазерлік шоқ «жақсы» - бұл сөзде бірнеше мағына бар: бұл фокустаудың аз нүктесін және фокустың үлкен тереңдігін қамтамасыз ету қабілеттілігі, және де лазерлік сәулеленудің модуляция жүйесінің сенімділігі мен тиімділігін жоғарылату.

Лазерлік шоқ M^2 көрсеткішін «пайда болу» кезінде иемденеді, келесі оптикалық жүйеде оны жақсартуға (яғни, төмендетуге) болмайды, сондықтан бейне жазудың лазерлік құрылғылардың қасиеттері оларда қолданылатын лазерлердің түріне байланысты болып келеді. Оптоталшықты лазерлер үшін M^2 1,1 – 1,2 тең, яғни бұл лазерлер мінсіз. Басқа жағынан, қуатты диодты лазерлер үшін, мысалы толқын ұзындығы 830 нм, M^2=20 көрсеткіші өте жақсы болып келеді, өйткені әдетте бұндай лазерлер үшін ол көрсеткіш едәуір нашарлау және де 40, 60, тіпті 100 құрайды.

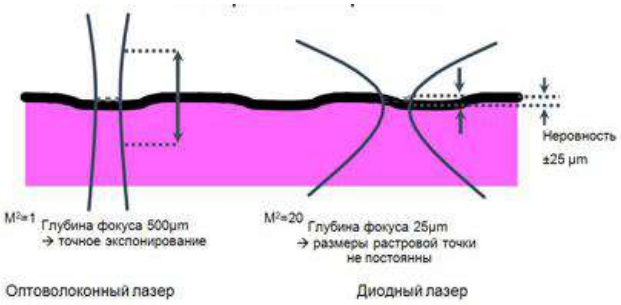
Егер отпоталшықты және диодты лазерлер негізіндегі оптикалық жүйелерді салыстыратын болса, жоғарыда келтірілген теңдеуден көрініп тұрғандай, оптоталшықты лазермен салыстырғанда материалда диодты лазер негізіндегі лазерлік сәулеленудің бірдей нүктелерін алу үшін 20 есе үлкен өзгешелікті қамтамасыз ету керек. Өзгешелік – лазерлік шоқтың нүкте жиналу бұрышы. Белгілі жайт, неғұрлым өзгешелік төмен, соғұрлым фокус тереңдігі үлкен – өңделетін материалдың оптикалық ось бойымен орналасу аймағы, оның шегінде бейне жазудың өзгерістері байқалмайды. Сөйтіп, диодты лазерлер жағдайында, оптоталшықты лазерлермен салыстырғанда, өзгешелік үлкен, фокус тереңдігі төмендейді.

Егер лазерлік диодтар толтыру үшін емес, материалды тура экспонирлеу үшін қолданылса, фокустаудың төмен тереңдігімен қатар жүйе сенімділігін төмендететін бірнеше қауіптер бар. Мысалы, бөлек лазерлік диодтар қатары қолданылған кезде әр жазудың алдында қуаттылықты реттеу мәселесін шешу қажет. Ал егер бір кристалдағы лазерлік диодтардың тізбегі қолданса, есте сақтайтын маңызды мәселе – тізбектің бір диоды істен шығып кетсе артынан басқалары да аз уақыт ішінде бұзыла бастайды. Әрине лазерлік жүйелерді өндірушілер бұндай мәселелерді калибровка, бақылау, автофокустадың қосымша құрылғыларының көмегімен шешеді. Бірақ та бұның барлығы жүйені күрделендіреді, осыдан оның сенімділігі төмендейді.

Жоғарыда айтылғандай, оптоталшықты лазерлер үшін M^2=1,1, диодты лазерлер үшін M^2=20. Яғни Esko-Graphics CDI үшін фокус тереңдігі = 2x(15 мк)^2 / 1,064 мк / 1,1 =380 мк. Диодты лазерлер негізіндегі жүйелер үшін фокус тереңдігі (10 мк)^2 / 0,830 мк / 20 = 12 мк тең. Парақтағы флексографиялық пластиналардың бетінің кедір-бұдырлығы 50 мк және 250 мк-ге дейін құрайды.

Динамикалық фокустаудың жүйесі мәжбүр реакциясы ретінде пайда болады, ол өз кезегінде басқа екі мәселе тудырады: автофокус шаң бөлшектеріне алдана алады, «ореол» (гало) пайда болады. Техникалық көзқарас жағынан: бейне бір уақытта әр қайсысын автофокустау процедурасына

ұшыратылатын көп сәулелермен жазылатынын елестетейік. Флексографиялық пластиналардың кедір-бұдырлығының сипаты, іс жүзінде, локалды, яғни бір сәулені автофокустау керек, ал көршілестерін ұшыратпайды. Мысалы, Creo автофокустау жүйесі әр сәулені бөлек-бөлек емес, сәулелер блоктарын ғана реттей алады. Жазу 10 мк 64 сәулемен жүргізіледі, яғни бейне 0,64 мм сызықпен басылады.



4-сурет. Фокус тереңдігінің кедір-бұдыр беттердегі сандық флексография сапасына әсері

Экспонирлеудің дұрыс жүйесі үшін тағы қандай көрсеткіш маңызды? Экспонирлеудің және тізбектіліктің жоғары біркелкілігі кезінде жоғары мүмкін болатын өлшем. Растрлық нүктелердің үлкеюін материал бетіндегі лазерлік нүктенің өлшеміне тәуелсіз қадағалау керек. Бұл мағынада сәулеленудің толқын ұзындығы 830 нм диодты лазерлер негізіндегі жүйенің 10 мк нүкте CDI 15 микронды нүктесімен салыстырғанда ешқандай ерекшеліктер бермейді. Керісінше 10 микронды нүкте форма жазу кезінде сіңіру көзі бола алады.

Оптикалық жүйені тұрғызудың ерекшеліктерін бірнеше сөйлеммен айтуға болады. Біріншіден, оптоталшықты лазерлер негізіндегі жүйелерде диодты лазерлер негізіндегі жүйелерге қарағанда сапа деңгейі бір саты жоғары болады. Екіншіден, пайдалану шығындары тура сол принципиалды көзқарас жағынан төмен болады.

ӘДЕБИЕТ

1. *Якимов А.М.,* Оптоволоконные лазеры – №1 в цифровой флексографии, http://article.unipack.ru/24077/

2. *Ян Буквайтс*, Изготовление флексографских форм: тенденции и новые технологии. Журнал Флексо Плюс №1, февраль,2006

3. http://www.vipsys.ru

Резюме

Термин «цифровая флексография» используется для обозначения печати с маскированных (LAMS) форм CtP, впервые представленной на выставке drupa в 1995 г. Цифровые флексографские формы имеют черное покрытие - маску - толщиной всего в несколько микрон, которая наносится на обычную фотополимерную форму. Это покрытие для экспонирования заменяет традиционный пленочный негатив. На печатных элементах маска удаляется лазерным лучом. Черное покрытие поглощает энергию лазера и буквально исчезает в результате испарения. Для изготовления цифровых флексографских форм требуется в 30-50 раз МЕНЬШЕ мощности, чем для прямого гравирования УФ-отверждаемой фотополимерной формы. После экспонирования цифровая форма подвергается той же самой обработке, что и обычная аналоговая. Другими словами, проходит через обратное и основное экспонирование, вымывание, сушку и финишинг.

Summary

The Term «a digital flexography» is used for press designation from masked (LAMS) of the CtP forms, for the first time presented at the drupa exhibition in 1995. Digital fleksography forms have a black covering – a mask – thickness in only some micron which is put on a usual photopolymeric form. This covering for exhibiting replaces a traditional film negative. On printing elements the mask is removed a laser beam. The black covering absorbs energy of the laser and literally disappears as a result of evaporation. Manufacturing of digital fleksography forms needs at 30-50 time LESS THAN a capacity, than for direct engraving of a photopolymeric form by UF-firm. After exhibiting the digital form is exposed to the same processing, as the usual analog. In other words, passes through return and main exhibiting, washing away, drying and a finishing.

Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ *Түскен күні 15.11.12 ж.*

ЭОЖ 002:004:378

Г.С. Боранқұлова

«КОМПЬЮТЕРЛІК ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ НЕГІЗДЕРІ» КУРСЫН ОҚЫТУ БАРЫСЫНДА АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ҚҰРАЛДАРЫН ҚОЛДАНУ

Компьютерлік технологиялардың екпінді дамуы жоғары білім беру жүйесінің барлығына ықпал етеді және оқу үдерісі мен жоғары оқу орындарында оқытудың әдістемесін өзгертуді талап етеді.

М.Х.Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университетінде оқу үдерісін ақпараттандыруды пайдалану барысында оқу-әдістемелік кешендер жасалып жатыр. Бұл ақпараттық-коммуникациялық технологияларды (АКТ) жүйе жасаушы компонент ретінде қолдануды ескереді. Осыны іске асыратын құралдар кешенін *кейс* деп атайды және оны жеке оқытуды іске асыру үшін қолданады. Қолға алынған тұжырымдамаға сәйкес «*оқушы-кейс-АКТ құралдары*» атты кейс шеңберінде көбінесе дербес қызметін қамту керек.

«Ақпараттық технологиялар» кафедрасында күндізгі оқу формасының екінші курс студенттеріне арналған «Компьютерлік технологиялардың негіздері» атты пән енгізілген. Бұл пән бір топ мамандықтарға жоғары білім берудің жалпы білім беретін бағдарламасына сай таңдау пәндер топтамасына кіреді.

«Компьютерлік технологиялардың негіздері» атты курсы білімгерлерге компьютерлік технологиялар туралы, ақпараттық технологиялар құралдарын жасау мен қолданудың дидактикалық негіздері туралы бүтіндік ұсыныс, жергілікті компьютерде жұмыс жасау үшін компьютерлік технологияларының бағдарламалық жабдықтарын қолдану, ақпараттық қорлардың тәсілдері мен әдістерін және оларды жасауын кәсіби қызмет барысында тиімді қолдануды қалыптастыруға бағытталған арнайы пән болып табылады.

Кафедра оқытушылары «Компьютерлік технологиялардың негіздері» атты курс бойынша оқу-әдістемелік кешенін жасаған, оның ішіне дәрістер курстар, білімгерге арналған пән бойынша оқыту бағдарламасы (силлабус), тәжірибелік жаттығу сабақтары, білімгерлердің өзіндік жұмысқа арналған тапсырмалары және емтиханға арналған тест сұрақтары кіреді. «Компьютерлік технологиялардың негіздері» атты курстың негізгі мақсаты – ақпараттық компьютерлік технологияларының базалық тұжырымдамасына қатысты сұрақтарда, ақпараттық желілердің жұмыс істеуін қамтамасыз ететін технологиялары мен әдістерін зерделенуінде және ғаламтор технологиясын қолдануды қамтитын ақпараттық жүйелер құрылымын жасау үшін алған білімдерін қолдануда көрініс табады.

Теоретикалық курстың мазмұнына келесі сұрақтар кіреді: "MS Excel" редакторы арқылы деректерді өңдеу, формулалармен жұмыс істеу технологиясы, деректер базасын "басқару" жүйесімен жұмыс істеу, күрделі формалар мен есептерді жасау, MS Access бағдарламасында сұраныстармен жұмыс жасау, ғаламтор желісінде жұмыс жасау болып табылады.

Практикум құрылымы тәжірибелік жұмыстарға қойылатын заманауи талаптарға сай келеді. Оған курстың тақырыптар тізбесі, кешенді қолдану бойынша әдістемелік нұсқаулар, анықтама және қосымша әдебиеттердің тізімі кіреді. Ұсынылған жұмыстың жетістіктері ретінде келесі ұстанымдарды көрсетуге болады: толық және өтімді құрылымдалынған материалдары, жете жасалынған орындау алгоритмі, қызықты бақылау тапсырмалары. Сонымен қатар, тест қабықшасы ретінде іске асырылған бақылау сұрақтары мен тапсырмаларын бақылау топтамасы оның нәтижелері автоматты өңдеу мен дұрыс жауаптарды көруге мүмкіншілік жасалған. Практикумға қойылған мақсаттарды іске асыруды қатамасыз ететін барлық қажетті элементтер кіргізілген.

Осы жасауларды бейімделген-әдістемелік жүйе немесе кейс деп атауға болады, себебі олар алынған тұжырымдаманың негізгі ережелеріне сәйкес келеді.

1. Кейс көбінесе дербес қызметті қамтамасыз етеді және дербес оқытуға бағытталған.
2. Кейс біріктірілген болып табылады, яғни кейске тек қана электрондық емес, қағаз түріндегі материалдар да кіреді. Материал қағаз түрінде және электрондық нұсқалар арасында келесі түрлерге бөлінген: қысқа теориялық материал – баспа түрінде, одан толығырақ, баспа түрдегі

материалды толықтыратын және тәжірибелік жаттығуларды қосқан материал электронды түрде берілген.

3. Кейске оқу қызметін басқару және бақылау құралдары мен әдістері кіреді. Практикумның бақылау қызметін баспа материалы орындайды, ол өз бетімен оқу технологиясы бойынша толық нұсқау болып табылады. Бұл жағдайда интерактивтік АКТ арқылы қамтылады.

4. Компьютерлік қолдауды жергілікті компьютерге орналастыру үшін CD-дискіде оқушыларға берілетін электрондық материалдардың тізбесі болып табылады, оған ары қарай тереңдетіп оқу үшін қосымша оқу материалдары; бақылау жүйесі (кіріс, ағымдық және қорытынды) тест түрінде, сонымен қатар дәстүрлі тапсырмалар кіреді. Компьютерлік қолдау, сонымен қатар арақашықтық оқыту жүйесі арқылы іске асырылады: ол үшін бірқатар материал арақашықтық оқыту жүйесі арқылы сайтқа орналастырылады, оған тіркелген оқушылар ғаламтор арқылы қол жеткізеді.

5. Кейс оқытушының тек қана жалпы кәсіби мәдениетін қалыптастырмай, сонымен қатар оқытушының әдістемелік біліктілігін жоғарылатуын қамтамасыз етеді және таңдау курстарының негізі болуы мүмкін.

Осы технологияларды білім беру жүйесіне белсенді және тиімді еңгізілуі ақпараттық білім беру талаптарына сай болатын және заманауи индустриялық қоғамның талаптар қарсаңында дәстүрлі білім беру жүйесін реформалау үдерісінде білім беру жүйесін жасау барысында маңызды фактор болып табылады.

АКТ қоғам мен білім беруді ақпараттандыру жағдайда оқу қызметінің құрама бөлігі болып табылады және ол негізінде жаңа сипатқа ие болды. Атап айтқанда оның уәждемесі өзгерді, әртүрлі әдістер мен әдістемелер қолданылады, оқу үдерісінің материалдық-техникалық қамтамасыз етуінің деңгейі жоғарылады, инновациялық технологиялар белсенді еңгізілді, оқытушы мен білімгерлердің рөлі негізінде өзгерілді. Алдымен, оқытушы өзінің ресми мәртебесі бойынша оқу қызметінің негізгі субъекті бола отырып, көбінесе фасилитатордың сипатына ие болды, ал білімгер, өзінің мәртебесін сақтай отырып, оқу қызметінің объектісінен оның белсенді субъектісіне айналып жатыр. Бұл бірқатар объективті және субъективті себептен болып жатыр. Алдымен, олардың оқу қызметінің сипаты мен мазмұнының өзгеруі, акценттік қызметтің дербес түрлеріне көшуі, білімгерлердің білім мен дағдыларының белгілі жиынтығын алу барысында және оқу үдерсіне уәждеменің өзгеруіне байланысты. Осы жағдайлар оқу үдерісіне АКТ-ны белсенді еңгізуіне әкелді.

Біздің ойымызша, жасалған өнімдерді белсенді еңгізу оқытудың уәждемесі мен нәтижелігінің жоғары деңгейін қамтамасыз етеді, оны тек қана 2-3 сынақтан кейін бағалауға мүмкін болады. Сынақ барысында әрбір кейсті ретке келтіру тәуелсіз сараптамадан басталу керек. Содан кейін әрбір оқушы сұхбаткер болып, оның нәтижелігін бағалау үшін статистиканың жинақтауын камтамасыз етіп, өзіне қызығушылығын көрсетеді.

ӘДЕБИЕТ

1. *Семакин И.Г.* Обучение информатике в вузе в условиях высокоразвитой информационно-образовательной среды [Электронный ресурс] / И.Г. Семакин, Е.К. Хеннер // Регион. науч.-практ. конф. «Информационные и коммуникационные технологии в образовании» (Екатеринбург, 2008).

2. Дидактические технологии в высшей школе. М.: Юнити, 2002.

Резюме

Рассмотрены возможности использования средств информационно-коммуникационных технологий в процессе изучения элективного курса «Основы компьютерных технологий».

Summary

In the article the possibilities of using information – communicative technologies in teaching “The fundamentals of computer technologies” are considered.

Key words: Information technology, higher education, learning process, teacher, information and communication technologies.

М.Х. Дулати атындағы ТарГУ

Түскен күні 10.11.12 ж.

УДК 656.225.073.473:665.6/.7

Г.М. Нуржанова, Р.С. Устемирова

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ НЕФТЯНЫХ ГРУЗОВ В ПУТИ СЛЕДОВАНИЯ НА МАССУ

Важнейшими факторами, определяющими качество грузовых перевозок на железных дорогах РК наряду с регулярностью перевозок и сроками доставки грузов, являются безопасность движения, а также сохранность, то есть снижение потерь и порчи грузов. В этой связи важное значение имеют исследования по разработке и внедрению дифференцированных норм налива нефти и нефтепродуктов при их отгрузке в регионы Северного (станция Павлодар) и Южного Казахстана (станция Шымкент).

В пунктах погрузки и выгрузки были собраны статистические данные по температурам нефтегрузов при наливе и сливе за период 2010 - 2011 г. Анализ данных показал, что они подчиняются законам нормального распределения, в соответствии с которыми с вероятностью Р-0,99 были определены минимально возможные температуры груза в пунктах налива и максимально возможные - в пунктах слива по месяцам года. Итоговые результаты представлены на рис. 1, 2.

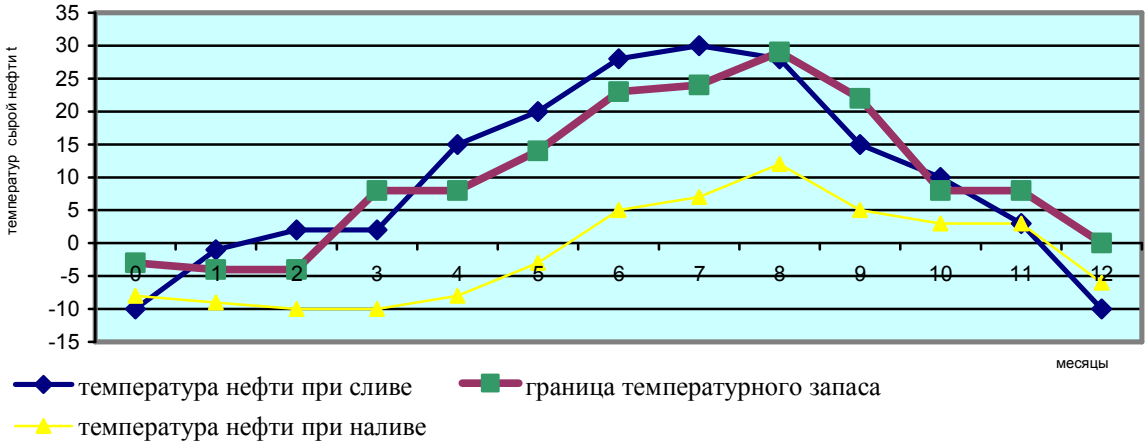


Рис. 1. Минимальные температуры сырой нефти при наливе и при сливе по месяцам года

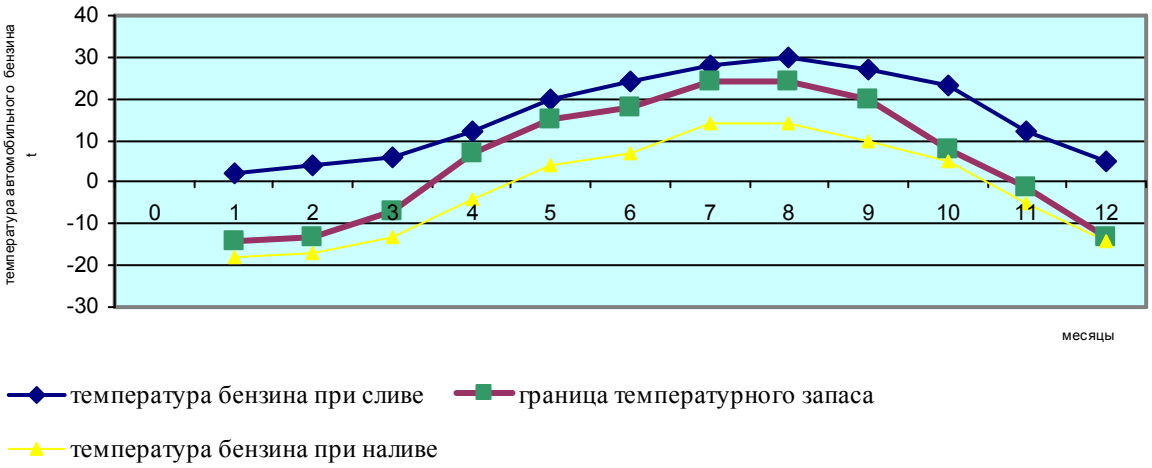


Рис. 2. Минимальные температуры бензина при наливе и при сливе по месяцам года

Как видно из представленных графиков, разность температур при наливе и сливе нефтепродуктов значительно выше температурного запаса на их тепловое расширение. В результате имеют место путевые потери грузов, значительно превышающие нормы естественной убыли нефтепродуктов.

Анализ условий перевозок бензина со станции Павлодар до станции Шымкент за тот же период показывает, что разница между конечной и начальной температурами нефтепродукта при транспортировании оказывает существенное влияние на сохранность груза (рис. 3).

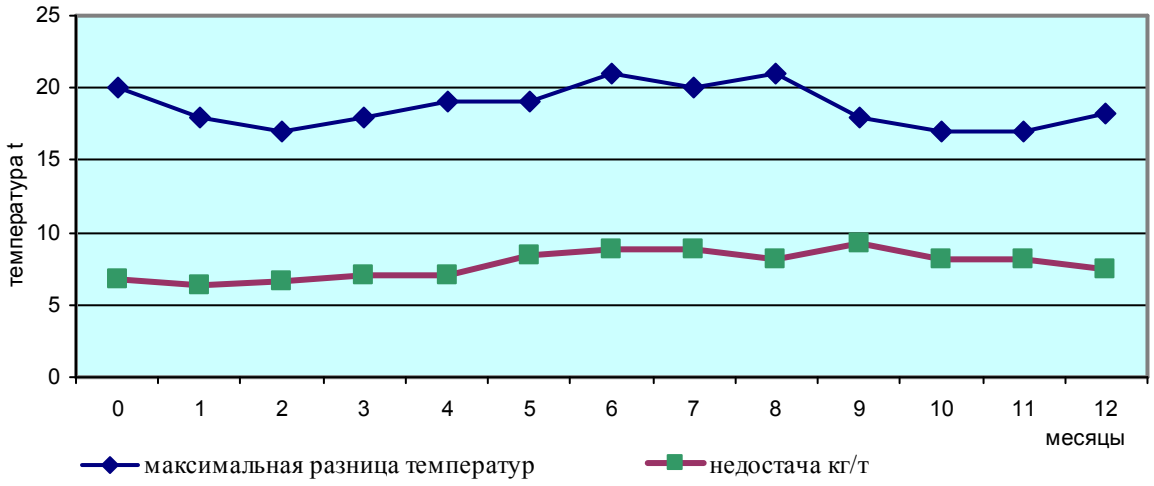


Рис. 3. Влияние разницы конечной и начальной температур бензина на потери, приходящиеся в среднем на одну отгружаемую тонну

Собранные и обработанные данные были подтверждены результатами опытных перевозок.

Опытной перевозке подвергались 67 четырехосных вагонов-цистерн, загруженных сырой нефтью и 21 четырехосный вагон-цистерна, загруженные светлыми нефтепродуктами, все вагоны грузоподъемностью 50-68 т.

Испытания проводились в два этапа: в пунктах погрузки и в пунктах выгрузки. В пунктах налива проверялась исправность вагонов-цистерн в техническом и коммерческом отношении с заполнением актов. Подготовка цистерн под налив проводилась по технологии, принятой на станции налива. Налив осуществлялся в соответствии с действующими Правилами перевозок грузов [1].

Замеры высоты налива, температуры, плотности груза проводились в соответствии с ГОСТ 2517-85, ГОСТ 3900-85, таблицами калибровки железнодорожных цистерн [2].

После окончания налива на нефтяных пунктах производилась проверка качества герметизации сливо-наливного оборудования вагонов-цистерн. Вагоны, загруженные светлыми нефтепродуктами, пломбировались свинцовыми пломбами.

В пунктах выгрузки проверялась исправность поступивших вагонов-цистерн в коммерческом и техническом отношении с заполнением актов, определялась масса груза объемно-массовым статическим методом. В результате опытных перевозок было установлено следующее. Наполнение цистерн производилось в соответствии с действующими нормами налива нефтепродуктов. Вследствие превышения на 17°С конечной температуры груза при перевозке над начальной в пунктах выгрузки наблюдалось повышение уровня груза на 3 - 8 см. В тех вагонах, где износ уплотнительных прокладок не превышал 25% и на крышке люка-лаза было закрыто не менее 6 болтов из 8, размеры потерь груза колебались в пределах от 28 до 1611 кг. Средняя величина недостачи на вагоне составила 542 кг.

В то же время у цистерн, имеющих неполный комплект закрытых откидных болтов люка-лаза (колпака), либо неисправную уплотнительную прокладку люка-лаза (порезы, некачественный стык, износ) или ее полное или частичное отсутствие, а также перекосы крышки люка-лаза размеры недостачи составляли от 28 до 2092 кг, а на боковой поверхности котла имелись следы выплескивания перевозимого груза. Средняя величина недостачи в тех вагонах-цистернах, где герметизация не была обеспечена, составила 732 кг.

Причиной потерь груза явилось превышение конечной температуры перевозки над начальной и, как следствие, расширение продукта, его утечка через крышку люка-лаза (колпака) и предохранительный клапан [3].

При нагревании нефтепродукта происходит увеличение его объема - тепловое расширение, которое необходимо учитывать при наливе вагонов-цистерн. Тепловое расширение характеризуется коэффициентом объемного расширения β, т.е. тем добавочным объемом, на который происходит расширение нефтепродукта при нагревании на 1°С [4]. Объем нефтепродукта при нагревании:

$$V_t = V_н(1 + \beta\Delta t) \quad (1)$$

где $V_н$ - объем груза при наливе, м^3;

Δt - разность температур, °С.

Преобразуем формулу (1) для определения первоначального объема нефтепродукта:

$$V_н = \frac{V_t}{1 + \beta\Delta t} = \frac{0{,}995V_n}{1 + \beta\Delta t} \quad (2)$$

где V_n - полный объем котла вагона-цистерны,м^3;

Коэффициент объемного расширения β, в соответствии с [5], определяется по формуле:

$$\beta = \frac{\rho_{15} - \rho_{50}}{35\rho_{50}} \quad (3)$$

где ρ_{15}, ρ_{50} - плотность груза соответственно при 15°С и 50°С, т/м^3 .

Следует отметить, что чем меньшую плотность имеет нефтепродукт при 20°С,тем большим коэффициентом объемного расширения он характеризуется. Наибольшие коэффициенты объемного расширения - у бензина и нефть, как у самых легких из нефтепродуктов [6].

В соответствии с приведенной методикой определяется степень наполнения цистерны в долях от полного объема котла.

Внедрение указанных норм позволит резко сократить путевые потери грузов, кроме того снизить вероятность возникновения аварийных ситуаций с такими грузами в процессе перевозки [7].

Расчет ожидаемого экономического эффекта от сокращения расходов, связанных с возмещением недостач нефтепродуктов, применительно к годовому объему перевозок автомобильного бензина производим по формуле:

$$Э_{возм} = (i_1 - i_2)NP_{ст}Ц_{гр} \quad (4)$$

где i_1 - доля потерь бензина в перевезенном объеме по статистическим данным;

i_2 - доля потерь бензина при перевозках с применением дифференцированных норм налива;

N - средний годовой объем перевозок бензина, ваг;

$P_{ст}$ - средняя статическая нагрузка вагона-цистерны, т;

$Ц_{гр}$ - средневзвешенная цена бензина

Для определения i_1, N, $P_{ст}$ составляем табл. 2, пользуясь данными, представленными в табл. 1.

Таблица 1. **Среднегодовые данные по несохраненным перевозкам автомобильного бензина со станции Павлодар до станции Шымкент**

Наименование показателя	Бензин А-76	Бензин АИ-93	Средневзвешенное значение
Количество использованных цистерн N	2240	450	2690
Масса перевезенного груза, т	115920,5	24980,4	140900,9
Недостача по нормам, кг	34473	7331	41804
Недостача фактическая, кг	526066	195666	721732
Средняя загрузка цистерны $P_{ст}$, т	51,7	55,5	52,4
Недостача по нормам i_2, кг/т		0,3	
Недостача фактическая i_1, кг/т	4,5	7,8	5,1

Таким образом, в ценах на конец 2011 г. получим

$Э_{возм} = (0{,}0051 - 0{,}0003) \cdot 2690 \cdot 52{,}4 \cdot 7200 = 4871{,}4$ тыс. расч. показателей

Расчетный показатель – это коэффициент для исчисления платежей в соответствии с законодательством Республики Казахстан, устанавливаемый законом о бюджете на соответствующий год. Любые деньги со временем обесцениваются. Если прописывать фиксированные суммы, выраженные в тенге, то через какое-то время в результате инфляции в эти суммы придется вносить изменения. Поэтому вместо указания конкретных сумм используется этот коэффициент. Размер РП рассчитывается при планировании бюджета, исходя из ожидаемого размера инфляции в будущем году.

Вывод. Одними из важнейших факторов, определяющих качество перевозок нефтяных грузов, являются безопасность и сохранность. На условия перевозок жидких грузов наливом в вагонах-цистернах существенное влияние оказывает изменение температуры окружающего воздуха и воздействие солнечной радиации. Анализ показал, что при перевозках нефти и нефтепродуктов с Северных регионов на Южные регионы существует определенная зависимость между потерями грузов и температурными режимами налива, транспортирования и слива. Внедрение научно обоснованных объемов налива нефти и нефтепродуктов позволит обеспечить оптимально использование технических средств транспорта и промышленных предприятий, сохранность перевозимых грузов и безопасность движения поездов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила перевозок грузов.-М.: Транспорт.-1976.-190 с.
2. Таблицы калибровки железнодорожных цистерн. - М.: Транспорт.-1997 .-109 с.
3. *Черепов О.В.* Выбор и обоснавание конструкций дуг безопасности котлов цистерн.-Автореф. дисс. на соиск. учен, степени канд. техн. наук.-Екатеринбург.- 1998 (Уральская государственная академия путей сообщения) .- 26 с.
4. *Черкашин Ю.М.* Расчет поперечных колебаний жидкости и боковой качки цистерны при неполном наливе. - "Вестник ВНИИЖТ".-1970.-№ 3.- С. 5-10.
5. *Черкашин Ю.М.* Динамика наливного поезда.-Труды ВНИИЖТ.- вып 541.-М.: Транспорт.-1975.-136 с.
6. *Долматов А.А., Кудрявцев Н.Н.* Динамика и прочность четырехосных железнодорожных цистерн. -Труды ВНИИЖТ.-М.: Транспорт.-1993 .-114 с.
7. *Вериго М.Ф., Львов А.А., Ромен Ю.С., Захаров А.Н.* Исследование собственных колебаний жидкости в котле цистерны в зависимости от уровня ее заполнения.- Труды ВНИИЖТ.-вып. 347.-М.: Транспорт.-1967. -С.58-76.
8. Цистерны. (Устройство, эксплуатация, ремонт).- Справочное пособие.-В.К. Губенко, А.П. Никодимов, Г.К. Жилин и др. -М Транспорт.-1990. - 151 с.
10. *Вериго М.Ф. , Коган А.Я.* Взаимодействие пути и подвижного состава / Под ред. М Ф. Вериго. М.: Транспорт.-1986. - 559 с.
11. Совершенствование перевозок нефтяных грузов. /Под ред. Е. А. Сотникова. - М.: Транспорт.-1980.- 36 с.

Резюме

Мұнай өнімдерін тасымалдау кезінде негізгі факторларының бірі тасымалдау қауіпсіздігі және сақталуы. Сүиық жүктердің тасымалдау шартына күн сәулесінің және қоршаған ауаның температурасының өзгерістері әсер етеді. Мұнай өнімдерін оңтүстік аудандардан тасымалдау кезінде жүктің салмағының өзгерістерімен және температуралық шарттардың баиланысы анықталды. Ғылыми зерттеу арқылы мұнаидың керкекті құю көлемін және көліктің техникалық құрылғыларын қолаилы паидалану шарттары көрсетілген. Мұнай өнімдерінің қауыпсыз тасымалдау шарттары көрсетілген.

Summary

One of the most important factors determining the quality of transportation of oil products are safety and security. On conditions for the transport of liquid cargo in bulk in tank cars is significantly affected by the change in temperature of the surrounding air and the effects of solar radiation. The analysis showed that the transport of oil and oil products to the Southern region, there is a definite relationship between the loss of cargo and temperature conditions of loading, transportation and unloading. Implementation of evidence-based filling volumes of oil and oil products to make the best use of technology and transportation industries, safety of transported cargo and traffic safety.

КазАТК им. М.Тынышпаева *Поступила 05.11.12 г.*

УДК 531.787.087.92

П.И. Артамонов, Б.Б. Ахметов, П.Т. Харитонов

ИЗМЕРИТЕЛЬ ОБЪЕМНОГО РАСХОДА ЖИДКОСТИ С ЕМКОСТНЫМ ДАТЧИКОМ

Задача повышения точности, надежности и технологичности средств измерения расхода жидкостей, в частности, нефтепродуктов, остается актуальной, несмотря на значительные усилия разработчиков соответствующей аппаратуры [1].

В ряде систем измерения и контроля расхода жидкости используются методы косвенного определения объемного или массового расхода – через измерение уровня, плотности, температуры, скорости потока с последующим расчетом искомого результата по, как правило, эмпирическим соотношениям. Как следствие, в процессе определения расхода возникают методические погрешности, для уменьшения которых используются различные конструктивные и технологические усовершенствования. Это приводит в конечном итоге к достаточно высокой стоимости расходомеров, их недостаточной эксплуатационной и метрологической надежности.

Наиболее серьезные трудности при использовании косвенных методов возникают при измерениях расхода нефтепродуктов, так как в производственных условиях существует значительный разброс таких параметров нефтепродуктов как плотность, вязкость, загазованность, доля воды. Усложняет проблему то обстоятельство, что все эти параметры различным образом изменяются в зависимости от температуры.

В значительной степени от перечисленных недостатков свободны способы прямого измерения объемного расхода. Они подразумевают подачу жидкости к потребителю через мерную емкость и измерение количества опорожнений (или измерение времени опорожнения) этой емкости. В то же время в известных расходомерах с мерным цилиндром (см., например, [2], использующихся на морских нефтяных платформах) существует серьезная проблема, заключающаяся в относительно малой длительности единичного хода поршня, что затрудняет точность измерения соответствующего интервала времени простыми средствами. Также возникает необходимость использовать достаточно сложные системы интерполяции для измерения длительности неполных («дробных») ходов поршня. Эти проблемы частично решаются увеличением числа поршней и усложнением порядка их подключения. Так, например, в четырехпоршневых расходомерах топлива фирмы «Ono Sokki Co. Ltd» (Япония) происходит поочередное заполнение топливом из бака и опорожнение во впускной коллектор двигателя внутреннего сгорания четырехмерных цилиндров малого объема. Точность контроля расхода обеспечивается здесь путем подсчета числа тактов работы расходомера. Существенным недостатком этого расходомера является сложная система распределения потоков топлива.

В способе прямого измерения объемного расхода топлива [3] указанные недостатки поршневых расходомеров устраняются за счет использования оригинального мерного гидроцилиндра со свободным разделительным поршнем. Расходуемая жидкость протекает через реверсивно заполняемый мерный гидроцилиндр, а величина объемного расхода определяется по числу циклов заполнения – опорожнения цилиндра. Объем, соответствующий неполному ходу, определяется по положению поршня в цилиндре. Схема мерного гидроцилиндра со свободным разделительным поршнем приведена на рисунке 1.

Цилиндрический корпус 1, имеющий калиброванные внутренний диаметр D и длину L внутренней полости, ограничен торцевыми стенками 2 и 3, на которых размещены (или нанесены) электроды 4 и 5, соответственно. Электроды являются обкладками емкостного датчика. Торцевые стенки 2 и 3 имеют патрубки 6 и 7 с каналами 8 и 9 для втекания и вытекания жидкости в полость гидроцилиндра и обратно. Внутри гидроцилиндра размещен свободный поршень 10 с уплотнительными кольцами 11, имеющий толщину H. Электроды 4…5 являются чувствительными элементами, служащими для определения положения поршня 10. Значения D, L и H определяют калиброванный полезный объем внутренней полости гидроцилиндра: $V = \pi D^2 H / 4$.

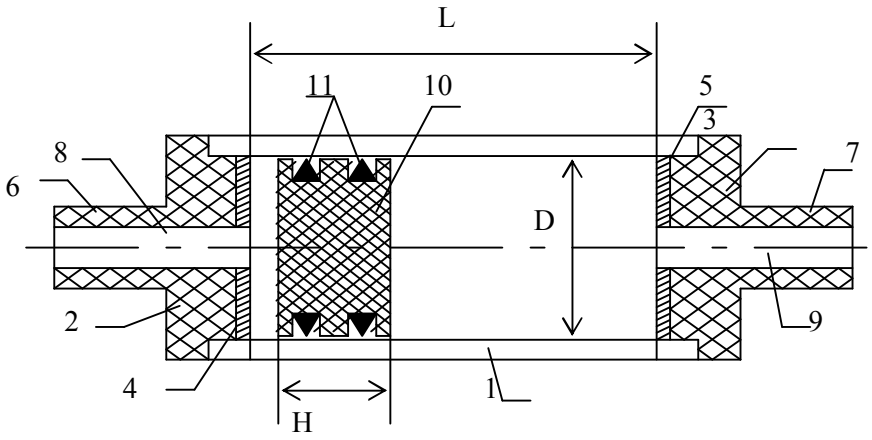


Рис. 1. Схема мерного гидроцилиндра со свободным разделительным поршнем

В принципе, для упрощения реализации способа, моменты завершения хода поршня можно фиксировать с помощью концевых выключателей, например, герконов. Однако, использование емкостных датчиков кроме фиксации промежуточного положения поршня дает дополнительные возможности, а именно: обеспечивает определение диэлектрической проницаемости жидкости. Дополнительное введение избыточности путем увеличения числа обкладок и использования специального алгоритма их опроса позволяет также осуществлять фиксацию наличия и определение концентраций фаз жидкости, а также корректировку влияния на результат измерения температурных изменений геометрических размеров цилиндра. Эта возможность реализуется за счет введения алгоритмической избыточности [4].

Рассмотрим подробнее алгоритм определения диэлектрической проницаемости расходуемой жидкости. На поршне дополнительно размещен электрод емкостного датчика, что реализует введение структурной избыточности. Для упрощения выкладок пренебрежем толщиной поршня. С учетом того, что электроды 4 и 5 образуют конденсатор, электрическая эквивалентная схема датчика может быть представлена следующим образом (рис. 2).

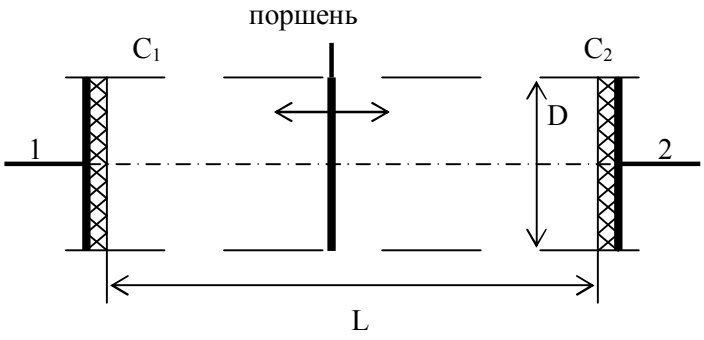


Рис. 2. Эквивалентная схема взаимодействия поршня с электродами

Для определения диэлектрической проницаемости $\varepsilon_ж$ перекачиваемой жидкости определяется емкость C_{12} конденсатора с обкладками 1 и 2 в двух крайних положениях поршня. В этом и состоит алгоритмическая избыточность. Пусть первое положение соответствует полностью заполненному жидкостью цилиндру. Тогда $C'_{12} = \varepsilon_0 \varepsilon_{ж} \frac{S}{L}$, где $(S = \frac{\pi D^2}{4})$. При нахождении поршня в противоположном крайнем положении цилиндр пуст. Примем, что он заполнен воздухом, для которого $\varepsilon_в \approx 1$. Тогда емкость $C''_{12} = \varepsilon_0 \varepsilon_в \frac{S}{L}$. Определив отношение $\frac{C'_{12}}{C''_{12}} = \frac{\varepsilon_{ж}}{\varepsilon_в} \cong \varepsilon_{ж}$, получим информацию о диэлектрической проницаемости расходуемой жидкости. Измерение отношения емкостей датчика не

является технически сложной задачей, см., например [5]. Результат может быть уточнен усреднением по определенному числу циклов.

При измерении расхода неполярных жидкостей, для которых справедливо соотношение Клаузиуса-Мосотти, характеризующее функциональную связь плотности жидкости и ее диэлектрической проницаемости [6], возможно определение также плотности расходуемой жидкости.

Расчеты и экспериментальные исследования показали, что, например, при полезном объеме мерного гидроцилиндра $V \geq 1000$ см^3 и задании соотношения $V \geq 20\ v_{max}$, где v_{max} – максимальная скорость расхода контролируемой жидкости, суммарная относительная погрешность измерения может быть обеспечена на уровне 0,2%, а минимальное время хода поршня из одного крайнего положения в другое составит десятки секунд.

Рассмотренный способ позволяет создавать точные измерители объемного расхода жидкостей, обладающие расширенными функциональными возможностями.

Повысить точность определения расхода при неполном ходе поршня можно, введя дополнительную структурную избыточность, реализуемую размещением дополнительной обкладки на подвижном поршне измерителя. Подвижные и неподвижные электроды подключены к схеме преобразователя емкости в унифицированный сигнал. При нахождении поршня в середине цилиндра емкости C'_1 и C'_2 равны. При некотором промежуточном положении поршня одна из емкостей (например, C_1) увеличивается, а другая – C'_2 – уменьшается на одну и ту же величину ΔC. Разность $C'_1 - C'_2 = 2\Delta C$ пропорциональна объему цилиндра (т.е. объему перекачиваемой жидкости), меньшему, чем полный объем цилиндра.

Для создания емкостных датчиков перспективна микроэлектронная технология, описанная в [7]. Подобные датчики обладают характеристиками, стабильными во времени и при воздействии внешних факторов.

К числу широко используемых измерительных преобразователей (ИП) давлений и разностей давлений относятся преобразователи с емкостными датчиками. Следует отметить, что конструкторские и технологические возможности совершенствования емкостных датчиков в значительной степени исчерпаны. При этом отслеживаются весьма высокие метрологические работы собственно преобразования «давление-емкость». Рассмотрим в качестве примера типичное устройство дифференциального емкостного датчика разности давлений [8] (рисунок 3).

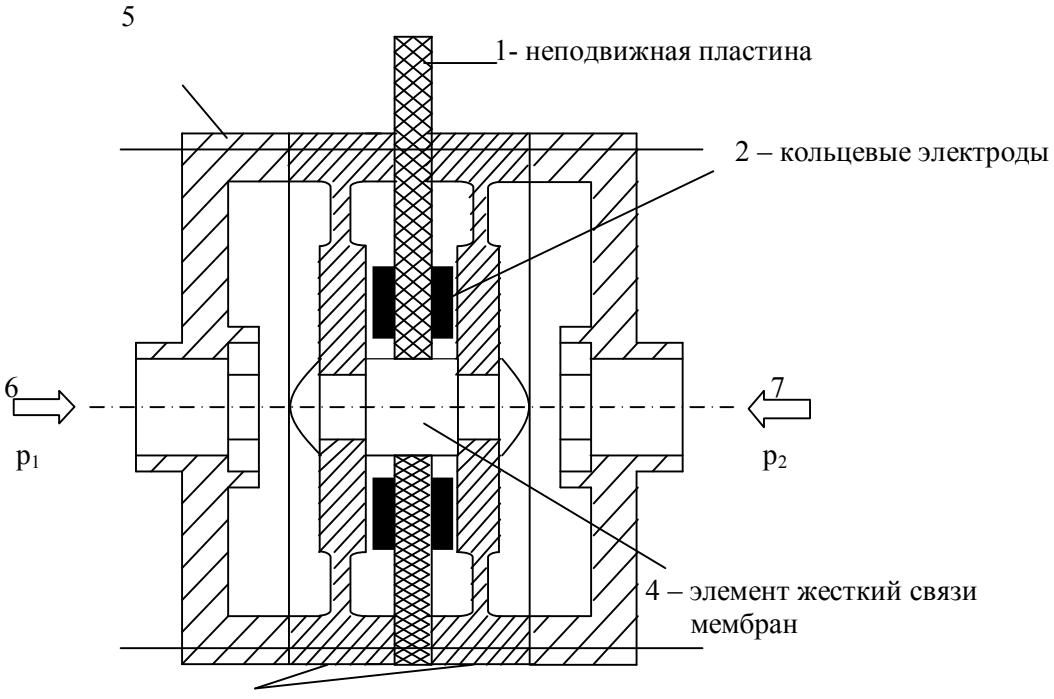


Рис. 3. Структура дифференциального емкостного датчика.

На противоположных поверхностях неподвижной пластины 1 из электроизоляционного материала располагаются центральные неподвижные кольцевые электроды 2; внешние подвижные круглые электроды, (изготавливаемые обычно как одно целое с приемными мембранами) 3; механический элемент 4 жесткой связи приемных мембран, проходящий через сквозное отверстие в пластине 1; 5 - внешний корпус; p_1 и p_2 – давления, создаваемые во внутренних полостях датчика; их разность Δp является информативным параметром.

Центры приемных мембран, деформируемых под воздействием давлений, жестко связаны элементом 4, что обеспечивает параллельное перемещение жестких центров мембран под воздействием измеряемой разности давлений. Это позволяет получать линейную характеристику преобразования. Внутренние полости между подвижным и неподвижными электродами могут быть заполнены специальным диэлектриком, за счет которого обеспечивается повышенная чувствительность датчика.

Основной характеристикой датчика является зависимость его емкости $C_Д$ от измеряемой разности давлений Δp. Значение емкости $C_Д$ зависит от расстояния между электродами, которое определяется перемещениями Δd жестких центров приемных мембран (рис. 4).

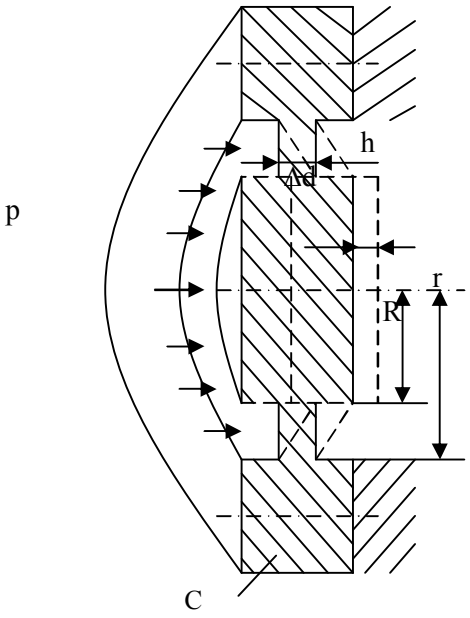


Рис. 4. Схема деформации мембраны от измеряемого давления P

Теоретически для круглых металлических мембран с жестким центром при выполнении условия $\Delta d/h < 1$ и с учетом того, что для значения материала мембран коэффициента Пуассона $\upsilon \approx 0{,}3$ можно использовать следующее выражение [9]:

$$p = \frac{Eh^4}{R^4}\left[k_1\left(\frac{\Delta d}{h}\right) + k_2\left(\frac{\Delta d}{h}\right)^3\right], \qquad (1)$$

где R - внешний радиус мембраны; r - радиус элемента жесткой связи (см. рис. 2); $k_{1,2}$ - постоянные коэффициенты, E - модуль упругости материала мембран.

Первый член в квадратных скобках в правой части выражения (1) определяет изгибную деформацию мембраны под воздействием давления p, а второй – ее деформацию растяжения. При малых перемещениях Δd элемента жесткой связи превалирует изгибной деформации, и зависимость между Δd и давлением p является практически линейной. При значениях Δd, соизмеримых с h, увеличивается влияние деформации растяжения, и зависимость между значениями Δd и p_M становится нелинейной. В [10] указывается, что в пределах задававшихся давлений от 0 до 150 кПа нелинейность зависимости (1) не превышает 0,02%.

Таким образом, механическая конструкция датчика обеспечивает потенциально достижение его достаточно высоких метрологических характеристик.

Следующим шагом получения информации об искомом давлении является преобразование перемещения Δd в разность емкостей плеч датчика ΔC. На рис. 5 показан вариант изменения емкостей дифференциального датчика.

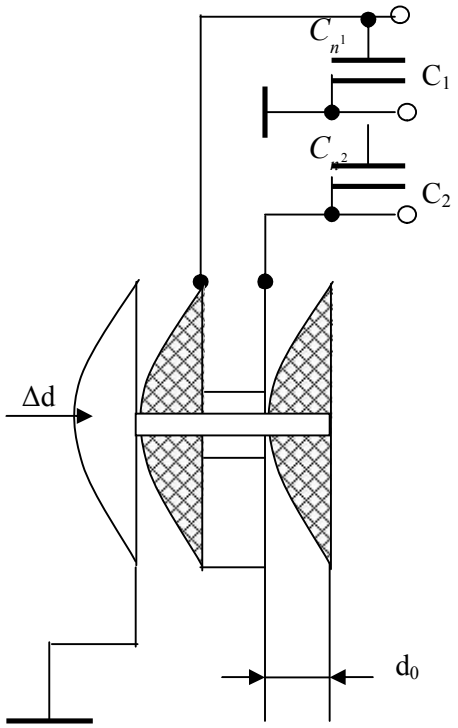


Рис. 5. Вариант изменения емкостей дифференциального датчика

При начальном междуэлектродном расстоянии d_0 и начальных значениях емкостей $C_1=C_2=C_0$ (см. рис. 5) зависимость изменений каждой из емкостей C_1, C_2 датчика от перемещения Δd элемента жесткой связи выражается следующей формулой:

$$\left|\frac{\Delta C_{1(2)}}{C_0}\right| = \left|\frac{C_0 - C_{1(2)}}{C_0}\right| = \frac{\frac{\Delta d}{d_0}}{1 \pm \frac{\Delta d}{d_0}}. \qquad (2)$$

При малых деформациях мембран ($\Delta d/d_0 < 5\%$) зависимости (2) как для C_1, так и для C_2 являются с высокой точностью линейными. На рис. 6 приведены зависимости относительных изменений емкостей $\Delta C/C_0$ от нормированных перемещений $\Delta d/d_0$ для уменьшающегося и увеличивающегося междуэлектродных зазоров. Штриховой линией обозначена линейная зависимость, приведенная для сравнения.

При определении реальных характеристик преобразования необходимо учитывать также влияние паразитных емкостей C_{n^1}, C_{n^2}, включенных параллельно выходам датчика (рис. 6). Положив, что $C_{n^1} = C_{n^2} = C_n$ и обозначив $C_n/C_0 = \alpha$, удобно записать:

$$C_{1(2)} = C_0\left(\frac{1}{1 \pm \frac{\Delta d}{d_0}} + \alpha\right). \qquad (3)$$

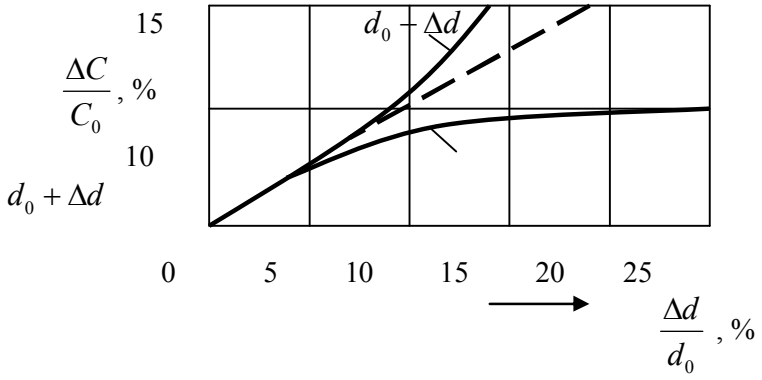


Рис. 6. Вариант изменения емкостей дифференциального датчика

Получим зависимость $C_{1(2)}$ от искомого давления p. Линейную часть выражения (1), соответствующую малым значениям Δd, можно представить следующим образом:

$$\Delta d = \frac{1}{2c} p_M , \tag{4}$$

где $c = \frac{k_1 E h^3}{R^4}$ - изгибная жесткость мембраны.

С учетом (4) выражение (3) принимает вид:

$$C_{1(2)} = C_0 \left(\frac{1}{1 \pm p/2cd_0} + \alpha \right). \tag{5}$$

Чувствительность каждого из плеч датчика определяется производной от выходной емкости $C_{1(2)}$ по измеряемому давлению. Например, для второго плеча она равна

$$S = \frac{dC_2}{dp_M} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon A}{d_0^2} \frac{1}{2c} \frac{1}{\left(1 - p/2cd_0\right)^2}, \tag{6}$$

где A – площадь электродов.

С учетом того, что абсолютные значения изменений междуэлектродных расстояний для плеч датчика одинаковы, можно записать следующее выражение для их чувствительностей:

$$S = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon A}{d_0^2} \frac{1}{2c} \pm 2 \frac{p}{2cd_0} . \tag{7}$$

При этом нелинейность функции преобразования при практически всегда выполняемом условии $\left| \frac{p}{2cd_0} \right| < 0{,}05$ составляет менее 0,012%.

Из выражения (7) следует, что чувствительность датчика может быть увеличена при снижении начального значения междуэлектронного зазора d_0 и уменьшения изгибных жесткостей с мембран. Однако при малых значениях d_0 перемещения жестких центров Δd становятся соизмеримыми с этими значениями, и, в соответствии с выражением (2), возрастает нелинейность функции преобразования.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Артамонов П.И.* Способ прямого измерения объемного расхода жидкости //П.И. Артамонов, Б.Л. Свистунов, П.Т. Харитонов / Сборник трудов Международной НТК «Проблемы автоматизации и управления в технических системах». – Пенза, 2011.

2. *Kinghorn F.C.* Challenging areas in flow measurement / Measurement and Control, 1998, 21, №8.

3. *Свистунов Б.Л.* Способ, система и устройство для измерения объемного расхода топлива двигателем внутреннего сгорания // Б.Л. Свистунов, П.Т. Харитонов / Патент РФ №2323365 от 27.04.2008.

4. *Свистунов Б.Л.* Классификация способов построения инвариантных средств измерения параметров электрических цепей // Датчики и системы, №2, 2003.

5. *Артамонов, П.И.* Устройство измерения емкости датчика для информационно-управляющих систем//Сборник научных трудов «Проблемы управления, обработки и передачи информации». – Саратов, 2011.

6. *Скворцов Б.В.* Приборы и системы контроля качества углеводородных топлив // Б.В. Скворцов, Н.Е.Конюхов, В.Н.Астапов / М.: Энергоатомиздат, 2000.

7. *Коломиец Д.В.* Микроэлектронные датчики давления на емкостном принципе действия / Сб.тр. Международного симпозиума «Надежность и качество».– Пенза, 2011.

8. *Свистунов Б.Л., Фролов И.М.* Приборы и системы управления, №12,1984. – С.28-32.

9. Nene Kapatitive Sensoren Fürdie Druckung Differenxdrucmessung. Beck Cn, «Feingerätetechnik», 1988, №8.

10. *Бурцев С.А., Волошина И.А., Ильина Е.В., Махнович С.В., Русаков И.В*. Расчет упругих характеристик измерительных диафрагм датчиков давления / Вестник Южно Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. 2005, т.54, №14. – С.32-36.

Резюме

Сұйықтықтың көлемді шығынын жоғары өлшеуіштің техникалық нұсқасының жүзеге асырылуы, соның ішінде мұнай өнімдерін, өлшемді гидроцилиндр әдісін қолдану қарастырылған. Еркін бөліну поршенінің жағдайы, сыйымдылық датчиктерінің жүзеге асырылуы ұсынылған және түбегейлі қарастырылған. Алгоритмдік шексіздік әдісін қолдана отырып, сұйықтық шығыны диэлектрлік өткізгіштігін анықтау алгоритмі ұсынылған.

Summary

The option of technical realization of high-precision measuring instruments of a volume consumption of liquids, including oil products with use of a method of a measured hydraulic cylinder is considered. Realization of capacitor sensors of position of the free dividing piston is offered and in details considered. The algorithm of determination of dielectric permeability of spent liquid with use of a method of algorithmic redundancy is offered.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 05.12.12 г.*

С.С.Усербаева, З.Ж. Сакиева

ШЫМКЕНТ ҚОРҒАСЫН ЗАУЫТЫНАН ШЫҒАРЫЛҒАН ЗИЯНДЫ ЗАТТЕКТЕР ҚАЛА ТЕРРИТОРИЯСЫНЫҢ ТОПЫРЫҒЫН АУЫР МЕТАЛЛДАРМЕН ЛАСТАУДА

Ауыр металдардың ішінде қоршаған ортаның ластануына, азық-түлік өнімдерінде және өсімдіктер, жануарлар мен адам ағзасындағы әртүрлі мүшелерде жинақталу қабілетіне және улылығына қарай ерекше орын алатындарының қатарына – қорғасын жатады.

Қорғасын – элементтердің периодты жүйесінде IV-топта орналасқан химиялық элемент. Атомдық номері 82, атомдық салмағы 207,2. Қосылыстарында +2 және +4 тотығу дәрежелерінде кездеседі. Қорғасын – көгілдір-сұр түсті жұмсақ металл. Қатты күйдегі тығыздығы - 11,336 г/см^3, ал ерітілген кезде (балқу температурасына жақындағанда) -10,686 г/см^3 тең. Балқу температурасы- 327,4 ^{0}С. Табиғатта 3 тұрақты изотопы Pb 204, Pb 207, Pb 208 кездеседі. Химиялық қосылыстарының көпшілігінде қорғасын 2 валентті. Мұндай қосылыстары негізінен тұздар. Олар Pb^{2+} катионын түзе диссацияциаланады, бірақ PbO^-_2 анионды плюмбит – тұздар да кездеседі. (Na_2PbO_2). 4 валентті қорғасын қосылыстары өте сирек кездеседі. Олар PbO_3^{2-} және PbO_4^{4-} аниондарын түзетін плюмбаттар ($CaPbO_3$) және кейбір комплексті қосылыстар. Pb^{4+} катионы $PbCI_4$, Pb $(SO_4)_2$ және т.б. бірқатар тұздардың құрамына кіреді. Қорғасын өзінің химиялық және биологиялық қасиеттеріне қарай топыраққа және тірі ағзаға сіңірілуге өте бейім элемент. Ауыр металдар өсімдіктерге 2 жолмен, яғни топырақтан тамыры арқылы және атмосферадан жапырақтары арқылы түседі.[1] Бізге дейінгі зерттеулердің нәтижесіне сүйенетін болсақ, Шымкент қаласының топырағында ауыр металдардың мөлшері өте жоғары. Облыстың аумағында кең таралған қоян арпа (Hordeum leporinum) өсімдігінде жиналған қорғасынның, мыс, мырыш және кадмийдің мөлшерін қаншалықты дәрежеде көп жиналғандығын салыстырмылы түрде 1-кестеден көруге болады.[2]

1-кесте. **Қоян арпа өсімдігіндегі ауыр металдардың мөлшері (мг/кг)**

Зерттеу орындары	Қорғасын	Мыс	Мырыш	кадмий
1-зерттеу орны	42,34 ± 2,12	26,85 ± 1,85	28,57 ± 2,73	1,12 ± 0,87
2-зерттеу орны	24,28 ± 1,46	18,67 ± 1,52	15,88 ± 1,68	0,85 ± 0,28
3-зерттеу орны	16,37 ± 1,16	10,26 ± 1,12	13,34 ± 0,68	0,55 ± 0,28
4-зерттеу орны	3,55 ± 1,13	2,13 ± 1,06	2,78 ±1,12	-

Атап айтқанда, "Южполиметалл" ӨК ЖАҚ өндірістік ауданындағы топырақта қорғасын мөлшері 900-1000 мг/кг, ол белгілі шекті концентрациядан 2-31 есе жоғары. Қорғасын-уран, актиний, торий элементтері радиоактивті ыдырауының соңғы өнімі болып табылады. Ол табиғатта қорғасын жарқылы PBS түрінде кездеседі.

Ауада қорғасын тез тотығып жұқа жарғақпен қапталады. Pb – коррозияға өте төзімді метал. Ол кейбір қышқылдарда (HCI, P_2 SO_4), сілтілерде, тұздарда амиакта әлсіз ериді. Қорғасынның барлық еритін қосылыстары улы. Қорғасынды ауада қыздырса оңай тотығып, қорғасын тотығы Pb_2O түзіледі, ары қарай температураны көтеріп балқытса, сары түсті ұнтаққа айналады. Ауыр металдар өздерінің химиялық және биологиялық ерекшеліктеріне қарай гео – және биоаккумуляцияға өте бейім элементтер. Өсімдіктер- қоршаған орта жағдайының сезімтал индикаторлары. Ауыр металдар өсімдік ағзасына екі жолмен – топырақтан тамыры арқылы және атмосферадан жапырақтар арқылы түседі.[3]

Қоршаған ортаның кең көлемде ластануы әсіресе қалалар мен өнеркәсіп орталықтарында күшті сезіледі. Топырақтағы ауыр металдардың таралу мөлшерін анықтау үшін 4 зерттеу орындары белгіленді.

Шымкент қаласының территриясының топырағына бақылау жүргізу үшін 4 зерттеу орнын белгіледік.

№1 зерттеу орны- қаланың оңтүстік-батыс бағытында орналасқан "Южполиметалл" ӨК АҚ-ның ауданы, яғни өндірістік аймақ.

№2 зерттеу орны- қаланың орталық ауданы, қорғасын өндірісінен 3 км қашықтықта орналасқан орталық саябақ.

№3 зерттеу орны ретінде - қаланың оңтүстік -шығыс бағытында орналасқан "Жеңіс " саябағы белгігенді. Саябақ "Южполиметалл" ӨК ЖАҚ - нан 8 км қашықтықта орналасқан.

№4 зерттеу орны – бақылау ауданы, қаладан 25 км қашықтықтағы «Ақ-су» елді мекені.

Осы зерттеу орындарынан топырақ сынамалары алынды. Ол үшін 1шаршы метр жерден 30-35 см тереңдіктен топырақ алынды. Топырақ беткі, ортаңғы және төменгі қабаттардан алынып, толық арластырылады. Көлеңкеде кептіріліп , содан соң химиялық әдіспен өңделді.

Шымкент қаласының топырағы қара-сұр топырақ. Ауа мен сумен салыстырғанда топырақтың өздігінен тазалануы өте нашар жүреді. Сонымен қатар, топырақ ауыр металдар үшін берік акцептор болып табылады. Олар топырақ қабатында химиялық заттармен әрекеттесіп, қиын еритін заттар түзеді. [4]. Топырақтағы ауыр металдардың мөлшері 2-кестеде көрсетілген.

2- кесте. **Топырақтағы ауыр металдардың мөлшері, (мг/кг)**

Зерттеу орындары	Топырақ ортасының реакциясы	Қорғасын 32 мг/кг	Мыс 33 мг/кг	Мырыш 55 мг/кг	Кадмий 1,0 мг/кг
1-зерттеу орны (өндіріс ауданы)	pH-8,2	445,72 ± 6,74	136,45 ± 4,64	169,26 ± 4,85	10,71 ± 1,42
2-зерттеу орны (Орталық саябақ)	pH-8,3	318,16 ± 5,23	110,35 ± 3,92	90.96 ± 4.10	2,88 ± 0,86
3-зертеу орны (Жеңіс саябағы)	pH-8,3	186,63 ± 4.86	86,63 ± 3,56	74,36 ± 3,28	1,82 ± 0,78
4-зертеу («Ақсу» елді-мекені)	pH-8,0	27,66 ± 2,45	23,15 ± 2,32	26,54 ± 2,80	-

Зерттеу нәтижесі бойынша топырақтағы қорғасынның мөлшері 1-зерттеу орнында байқалды, ол 445,72 мг/кг тең. Топырақ үшін белгіленген шекті концентрациямен салыстырғанда 14 есе жоғары. 2-зерттеу орнында 318,16 мг/кг анықталды, бұл шама ШРК-дан 10 есе артып отыр. 3-зерттеу орнында 186,63 мг/кг көрсетті, оның мөлшері 5,9 есе жоғары болып отыр. 6-зерттеу орнында 27,66 мг/кг көрсетті, оның мөлшері белгіленген шекті концентрациядан артпайды.

Топырақтағы мыстың мөлшері 1-зеттеу орнында жоғары. Оның мөлшері 136,45 мг/кг тең. Топырақтағы мыстың белгіленген шекті концентрациясы 33,0 мг/кг екенін ескерсек, мыстың мөлшері белгіленген шекті концентрациямен салыстырғанда 4,2 есе жоғары. 2-зертеу орнында 110,35 мг/кг анықталды, бұл шама ШРК-дан 3,3 есе артып отыр. 3-зертеу орнында 86,63 мг/кг көрсетті, оның мөлшері ШРК-дан 2,6 есе жоғары болып отыр. 6-зерттеу орнында 23,15 мг/кг көрсетті, оның мөлшері белгіленген шекті концентрациядан артпайды.

Мырыштың да концентрациясы өндіріс ауданы мен қала орталығындағы 2-зерттеу орнындағы топырақта көп жиналған, басқа зерттеу орындарында өндіріс орнынан алшақтаған сайын ауыр металдардың топырақтағы мөлшері азаюда. Бұның өзі Шымкент қаласында топырақтың ауыр металдармен ластануына қорғасын өндірісі тікелей әсер ететінін көрсетеді. Мырыштың мөлшері 4-зертеу орнында ШРК-дан төмен.

Кадмийдің мөлшері 1-зерттеу орнында ШРК-дан 9 есе жоғары, ал 2-зерттеу орнындағы мөлшері 2,5 есе жоғары көрсеткіште болды.

Топырақтағы ауыр металдар қорғасынды анықтау әдісі. Әдіс қорғасын иондарының (Pb^{2+}) сынап тамшылы электродта тотықсызданауына негізделген. Бұл әдіспен сынамадағы 0.5 мкг мөлшердегі қорғасынды анықтауға болады.

Еріген ерітіндіні буландырады (3 – 5 мл дейін), 15 мл тұз қышқылын (сал. салмағы 1,19) қосып тағы 3–5 мл дейін буландырады. Осы жұмысты тағы 2-3 рет жүргізеді, содан соң 20 мл 20 % тұз қышқылын қосып, қорғасын хлоридінің қызғылт ерітіндісі түзілгенше қыздырады. Ерітіндіні 1 литрлік колбаға құйып, колбаны бірнеше рет 20 % тұз қышқылымен шайып негізгі ерітіндіге қосады. Ерітіндіні 20 % тұз қышқылымен белгісіне дейін жеткізіп араластырады. Осы ерітіндіден 10 мл пипеткамен алып өлшегіш 100 мл – лік колбаға құйып дистилденген сумен белгісіне дейін жеткізіп араластырады. Алынған ерітіндінің құрамына 10 мкг/ мл немесе 10 мг / л қорғасын болады.

Зерттеуге арналған топырақ сынамасын көлеңкеде құрғатады. Топырақ сынамасын үлкен фарфор тиглде ұнтақтап 1 – 2 мм тесікті електен өткізеді. Осылай ұнтақталған татпадан 200 – 300 г орташа сынама алынады, қайта ұнтақталады. Капрон електен өткізіліп 10 – 20 г топырақ сынамасы алынады. Бұл топырақты агат немесе хелцедонды табақшада қайта ұнтақтайды. Осы ұнтақтан 1 г топырақ сынамасы алынып, фарфор немесе кварц тиглге салынып, 10 – 15 тамшы күкірт қышқылы (конц.) тамызады да 15 – 20 сағатқа қалдырады. Содан соң құм үстіне қыздырып қышқыл қалдығы (SO_3^{2+}) буланып кеткенше ұстайды және муфель пішінде 450 – 500°С дейін күйдіреді (1 сғат). Күйдірілген топырақты эксикаторда суытып 20 % тұз қышқылы (HCl) 10 мл қосып, 2–3 рет қыздыра отырып ерітеді. Фильтрленген соң фильтраттың көлеміне 50 мл жеткізіп, әбден араластырады. Фильтраттан 5 мл алып полярографтың ұяшығына құяды, инертті газды 10–15 мин.жібереді, ерітіндіні 3 мин. қалдырып, соңынан дифференциалды полярограммасын алады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. *Глинка Н.Л.* Общая хмия М.Наука 1978 г 525-624 с.

2. *Алексеева-Попова Н.В*. Устойчивость к тяжелым металлам дикорастущих видов. - Л., 1991. - С. 26-35.

3. *Гринь А.В., Ли С.К.* Поступление тяжелых металлов в растения в зависимости от их содержания в почвах // Труды II- Всесоюз. Совещания по миграции загрязненных веществ в почвах и сопредельных сферах. -Л., 1980. --С.46-48.

4. *Алексеев Ю.В.* Тяжелые металлы в почвах и растениях. - Л., 1989. 8-204 с.

Резюме

В РК хорошо развито производство цветного металла. АО «ПК ЮЖПОЛИМЕТАЛЛ», расположенный в ЮКО г.Шымкент, в течение многих лет загрязняет природу. От загрязнения тяжелыми металлами особенно страдают почва, воздух, вода. С помощью ветра тяжелые металлы распространяются по воздуху, через почву тяжелые металлы заражают растения. Шымкентский свинцовый завод выпускает такие тяжелые металлы, как свинец, кадмий, медь. Среди них свинец и кадмий самые ядовитые металлы. Если тяжелые металлы

попадают во внешнюю среду, превышая санитарные нормы, то тогда ионы тяжелых металлов действуют на окружающую среду очень губительно.

Summary

In RK it is well developed production of non-ferrous metal. "JSC "PK YUZHPOLIMETALL" the Shymkent located in YuKO within many ears pollutes the nature. Pollution by heavy metals the soil, air, water specially suffer. By means of a wind heavy metals extend by air, through the soil heavy metals infect plants. The Shymkent lead plant lest out such heavy metals, as lead, cadmium, copper. Among them lead and cadmium the most poisonous metals. If heavy metals get to environment exceeding sanitary standard, then ions of heavy metals affect environment very perniciously. Therefore at advantage research heavy metals there is a thorny question and about harmful substances.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 10.11.12 г.*

УДК 621.395

Г.Н. Картина

ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБСЛУЖИВАНИЯ В СЕТЯХ СОТОВОЙ СВЯЗИ

Процессы глобализации инфокоммуникационных сетей и международная интеграция требуют определения возможных путей становления и развития национальной системы оценки и управления качеством услуг связи. Новые радиотехнологии связи и вещания, позволяющие внедрять на телекоммуникационный рынок все большее количество услуг связи, заставляют мировое телекоммуникационное сообщество взглянуть на вопросы оценки качества услуг связи и систему управления качеством как на один из важнейших факторов эффективного развития рынка услуг связи [1]. В настоящее время во всем мире требования потребителей к качеству услуг связи стали более дифференцированными и жесткими, что является важным с точки зрения обеспечения эффективной экономической деятельности операторов связи. В настоящее время и в Казахстане тема качества мобильной связи является достаточно актуальной. Система управления качеством обслуживания представляет систему мер, которые обеспечивают соответствие качества услуг связи установленным требованиям.

Система управления качеством обеспечивает выполнение следующих требований:

-ответственность управляющих;
-системный подход к качеству;
-управление проектированием качества;
-оценка содержания договоров с потребителями;
-управление закупками и поставкой услуг;
-описание предоставляемых видов услуг;
-отслеживание продвижения услуг на рынке;
-контроль и проверка предоставления услуг;
-проведение испытаний и измерений качества услуг;
-оценка роли проверок и контроля;
-внутренний аудит качества;
-повышение квалификации персонала;
-обслуживание клиентов [1].

Качество услуг в сетях GERAN и UMTS

Растущие потребности абонентов сетей сотовой связи в новых услугах привели к разработке новых технологических решений и введению новых элементов в структуры этих сетей, существенно повышающих их качество.

Для повышения качества услуг передачи речи в ходе разработки технических спецификаций для сетей GERAN и UMTS в рамках Rel'99-Rel'5 были разработаны [2]:

-узкополосные адаптивные многоскоростные AMR кодеки (Narrowband Adaptive Multi Rate codec);

-широкополосные адаптивные многоскоростные AMR-WB+ кодеки (Adaptive Multi Rate-Wideband+ codec).

Первым шагом в направлении внедрения новых услуг передачи данных явилось использование протокола беспроводных приложений WAP для сетей GSM. Для WAP приложений сеть сотовой связи предоставляет абоненту лишь возможность транспортировки IP пакетов по сети с коммутацией каналов (Circuit Switching), в то время как фактическое оказание услуг обеспечивается оператором (поставщиком услуг) или Интернет-сервером (хостом).

Следующим шагом эволюции в данном направлении является внедрение услуг передачи данных в сетях GPRS (General Packet Radio Service) в режиме коммутации пакетов PS (Packet Switching) и создание сетей сотовой связи третьего поколения UMTS (Universal Mobile Telecommunication System).

При использовании технологии GPRS соединение в сети осуществляется через соответствующие точки доступа (AP – Access Point) посредством интерфейса между внешними сетями передачи данных PDN (Public Data Network) и сетью GSM/GPRS [2].

В сетях GSM в режиме высокоскоростной передачи данных с коммутацией каналов (HSCSD – High Speed Circuit Switched Data) передаваемые IP пакеты имеют одинаковый приоритет, независимо от типа конечных пользователей, вида услуг или используемых протоколов верхнего уровня.

В сетях GPRS и UMTS в режиме с коммутацией пакетов обеспечивается разделение и классификация конечных пользователей, пользовательских групп в соответствии с профилями качества обслуживания QoS.

На рис. 1 показаны различные типы соединений в сетях GSM/UMTS при передаче данных, где dial-up access server – сервер доступа к IP сети по коммутируемым телефонным каналам.

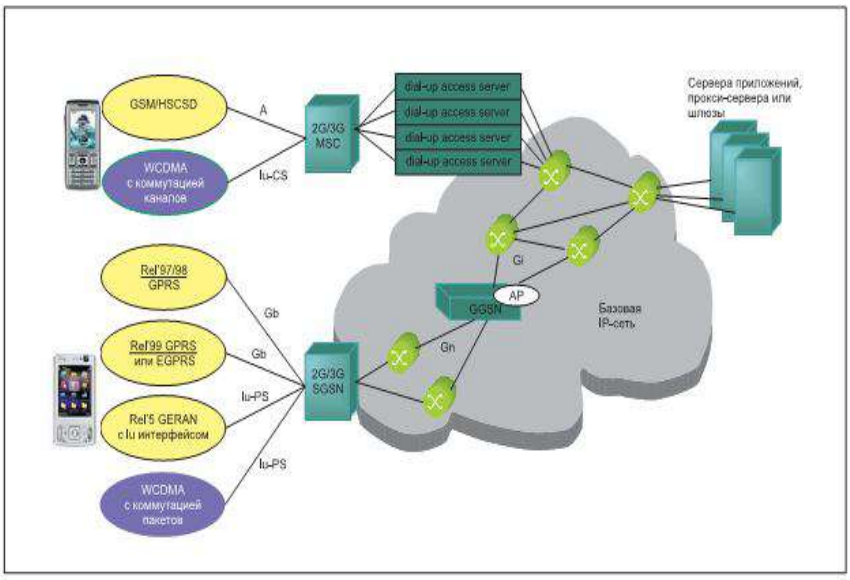


Рис. 1. Различные типы соединений для передачи данных

Для передачи IP пакетов и приложений верхнего уровня могут использоваться все варианты сетей радиодоступа, появившиеся в ходе эволюции сетей GSM/UMTS и позволяющие организовать соединение между абонентом (клиентом) и IP сервером. Однако отличие между ними заключается в различной скорости передачи данных и возможности поддержки различных профилей качества обслуживания QoS.

Общее качество предоставляемых услуг QoS определяется качеством функционирования серверов приложений и качеством доставки IP трафика сетью сотовой связи. Рассмотренные ниже приложения характеризуются разнообразными типами трафика, предъявляющими различные требования к передаче в сети. Можно сказать, что сеть сотовой связи обслуживает серверы приложений контент провайдеров по передаче их IP трафика с определенным качеством [2].

Рассмотрим качество услуг QoS в цепочке «конечный пользователь – конечный пользователь». Развитие архитектуры управления качеством услуг QoS для сетей сотовой связи начинается с Rel'97/98, где была разработана технология сети GPRS. Главной особенностью Rel'97 является вве-

дение концепции служб передачи данных BS (bearer service) для GPRS, которые образуют основную структуру управления качеством QoS. Службы обмена данными GPRS базируется на введении понятия PDP контекста, который, в сущности, является логической связью АТ и шлюза GGSN для передачи IP трафика к/от АТ. Для установления логических связей PDP контексты включают профили качества услуг QoS [2].

Профиль QoS характеризуется набором параметров, характеризующих классы трафика:

-приоритетность (Precedence class);

-задержка (Delay class);

-надежность (Reliability class);

-максимальная (пиковая) пропускная способность (Peak throughput class);

-средняя пропускная способность (Mean throughput class).

Различные профили QoS задаются комбинацией этих параметров, которая наилучшим образом приближается к требованиям конкретных приложений и заданным классам трафика. Различные услуги предъявляют различные требования к показателям качества функционирования сети. Поэтому необходимо иметь сложные PDP контексты, определяемые профилями QoS.

Активизация PDP контекста происходит при соединении абонентского терминала с сетью GPRS в целях установления логической связи между терминалом и узлами SGSN, GGSN для передачи IP пакетов в прямом и обратном направлениях.

В дальнейшем, в ходе работы 3GPP была развита концепция PDP-контекста для поддержки новых разнообразных требований. Первый GPRS стандарт (Rel'97/98) позволял иметь одному АТ одновременно несколько PDP контекстов с соответствующими PDP адресами. Дальнейшим развитием в этом направлении (Rel'99) является появление возможности использования нескольких PDP контекстов для одного PDP адреса, имеющих собственный профиль QoS. Первый PDP контекст, открываемый для соответствующего PDP адреса, называется первичным PDP контекстом. Последующие контексты, открытые для того же самого PDP адреса – вторичные контексты. Однако использование вторичных PDP контекстов требует, чтобы они были связаны с точкой доступа к сети APN первичного PDP контекста [2].

Основная идея построения такой структуры управления – дифференцирование качества услуг QoS в соответствии с параметрами PDP-контекста. Таким образом, все приложения абонента, совмещающие использование того же самого PDP контекста, имеют одинаковый профиль качества QoS. Для дифференцированной обработки передаваемых пакетов в соответствии с требованиями QoS, одновременные первичные и/или вторичные PDP контексты должны быть активированы для одного АТ. Пример вариантов создания PDP контекстов показан на рис. 2.

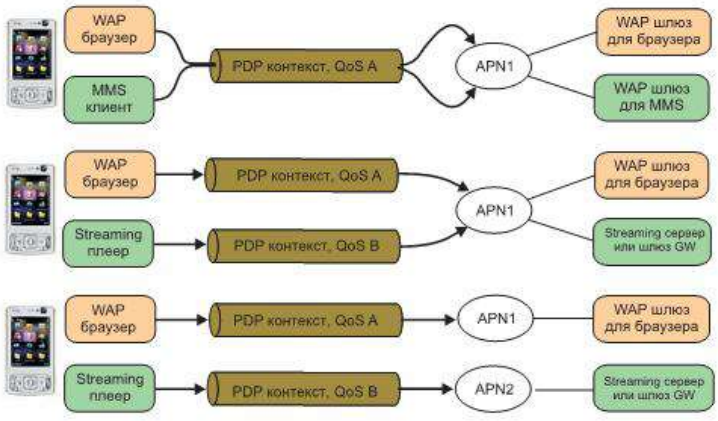


Рис. 2. Варианты PDP контекстов

Концепция обмена данными в сетях UMTS определяется дальнейшим развитием служб обмена данными (UMTS Bearer Service), которая характеризуется:

-многоуровневой архитектурой службы обмена данными (рис. 3);

-гибкостью;

-поддержкой разнообразных требований QoS;

-разделением потоков данных разных пользователей на транспортных уровнях интерфейса Iu;

-эффективным использованием радиоресурсов.

Многоуровневость определяется различными службами обмена. Ключевую роль в обеспечении качества предоставления услуг в цепочке «конечный пользователь – конечный пользователь» имеет транспортная служба UMTS, реализованная в виде аппаратно-программных средств. Обеспечение QoS имеет свои особенности на каждом системном уровне. Функциональные возможности подсистем входящих в UMTS, распределены между сетевыми элементами с использованием сетевых протоколов.

Значения параметров качества услуг QoS зависят от функциональных возможностей применяемых АТ, QoS профилей точек доступа к сети APN и запрашиваются в базе данных HLR (домашнего регистра местоположения абонента) [2].

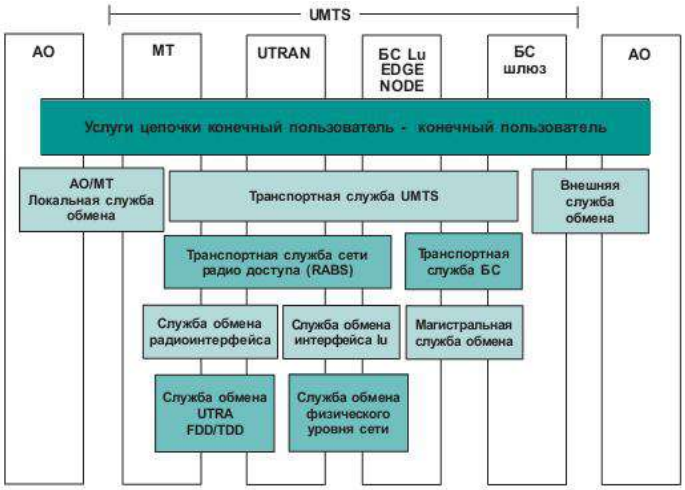


Рис. 3. Многоуровневая архитектура службы обмена данными сети UMTS

Таким образом, система управления качеством обслуживания представляет систему мер, которые обеспечивают соответствие качества услуг связи установленным требованиям.

Следует отметить, что качество обслуживания абонентов в сети мобильной связи должно быть определено в виде характеристик, поддающихся наблюдению и оценке потребителем, что в сетях мобильной связи целесообразно иметь независимые показатели качества обслуживания для каждой услуги, которые основываются на запросах пользователя (абонента) к QoS и качестве услуг, предлагаемом оператором или определяемом видом услуги связи.

Показатели качества обслуживания абонента отражают все основные аспекты взаимодействия конечного пользователя с сетью связи и услугой, как товаром, приобретаемым у оператора соответствующей сети.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Устюжанин В.И., Бабков В.Ю., Полынцев П.В.* Качество услуг мобильной связи: оценка, контроль и управление / Под ред. А.А. Гоголя. – М.: Горячая линия-Телеком, 2005. – 160 с.

2. *Тихвинский В.* Качество услуг в сетях Geran/Umts// Телекоммуникации, телевидение и интернет. 2008 С. 8-10

Резюме

Бұл мақалада Geran және Umts желілеріндегі қызметтердің сапасы мен QoS қызметтерінің сапасы «түпкі қолданушы – түпкі қолданушы» тіркесінде қарастырылған, UMTS желісінің мәлімет алмасу қызметінің көп деңгейлі архитектурасы көрсетілген.

Summary

This article examines the quality of services in networks Geran and Umts

and quality of service QoS in the chain "end user - the end user", presented a layered architecture Communications Service Network UMTS.

КазАТК им. М.Тынышпаева *Поступила 05.10.12 г.*

УДК 621.38

С.К. Коданова, М.К. Исанова, Г. Омиралиева, А. Умбеталиева

РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ, ИССЛЕДОВАНИЮ И АНАЛИЗУ СВОЙСТВ ПЛАЗМЫ СЛОЖНОГО СОСТАВА

Введение

В настоящее время изучение свойств пылевой плазмы представляет не только фундаментальный интерес, но и имеет важное технологическое приложение. Большой интерес в последнее время вызывает вопрос применения комплексной газоразрядной плазмы в таких областях, как микроэлектроника (создание квантовых точек, устранение отрицательного воздействия пыли и др.), создание высококачественных субмикронных композиционных порошков с заданными свойствами (химический катализ, медицина, механическая обработка поверхностей и др.); получение псевдосплавов; при пайке и сварке керамических материалов с металлами; в производстве солнечных батарей и т.д. В этой связи появились проблемы, во-первых, интенсивного исследования физико-химических процессов, которые происходят в системе, с целью разработки на их основе технологий применения комплексной плазмы, во-вторых сделать доступной информацию о свойствах пылевой плазмы пользователям.

В связи с этим, разработка современных компьютерных технологий, информационных систем управления и изучение на их основе фундаментальных физических свойств пылевой плазмы является актуальным и необходимым.

Нами разработана программная оболочка, которая позволяет производить быстрый анализ ионизационного равновесия в пылевой плазме, а именно определять средний заряд пылевых частиц, рассчитывать состав буферной плазмы (ионов разной кратности, атомов), а также более подробно анализировать изменение электронной компоненты, на которую в первую очередь оказывает влияние наличие пылевых частиц. Она предоставляет пользователю возможность задавать параметры задачи, вести наблюдение за ходом выполнения расчетов. Результаты выводятся на экран по ходу их вычисления, как в виде графика, так и в виде таблицы, это дает пользователю возможность прервать выполнение программы при обнаружении каких-либо отклонений.

1. Компьютерная технология анализа состава и моделирование параметров плазмы сложного состава «PLASMA»

В данной работе разработана компьютерная технология анализа состава и моделирование параметров плазмы сложного состава «PLASMA», которая включает в себя две больших программных обеспечений: «Ионизационное равновесие в плазме сложного состава» и «Характеристики газоразрядной и пылевой плазмы в тлеющем разряде постоянного тока». При запуске программы отображается окно загрузки программы, которое также информирует о ходе загрузки подгружаемых библиотеках

На рис. 1 показано главное окно программной оболочки. Программный продукт спроектирован в среде объектно-ориентированного программирования Borland Delphi 7, с использованием дополнительных компонентов Alpha Controls. AlphaControls - это набор стандартных и некоторых уникальных компонентов, поддерживающих скины (AlphaSkins), а также имеющих некоторые дополнительные возможности. Все элементы скина могут иметь свои собственные свойства для рисования продвинутого градиента, реалистичных рамок, полу-прозрачности и размытых теней. Графические функции производят все расчеты и рисования в real-time, что позволяет гибко приспосабливаться к используемым цветовым схемам системы.

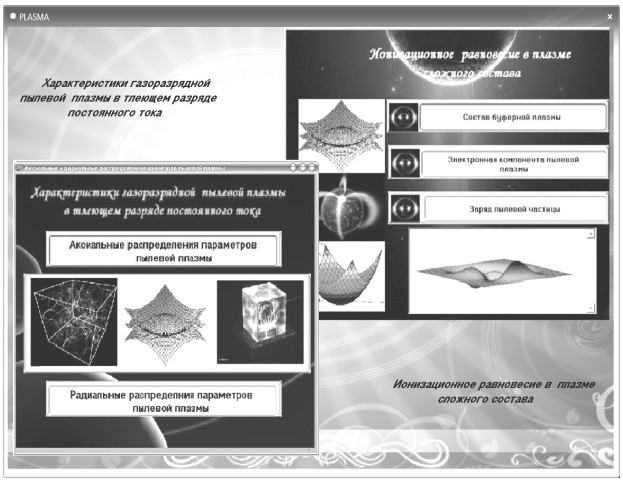


Рис. 1. Главное окно программной оболочки «PLASMA»

Программное обеспечение «Ионизационное равновесие в плазме сложного состава» состоит из трех приложении: «Состав буферной плазмы», «Электронная компонента пылевой плазмы» и «Заряд пылевой частицы» (рис. 2). Единый комплекс представляют собой и программы по подсчету заряда пылевых частиц, состава буферной плазмы, анализа электронной компоненты.

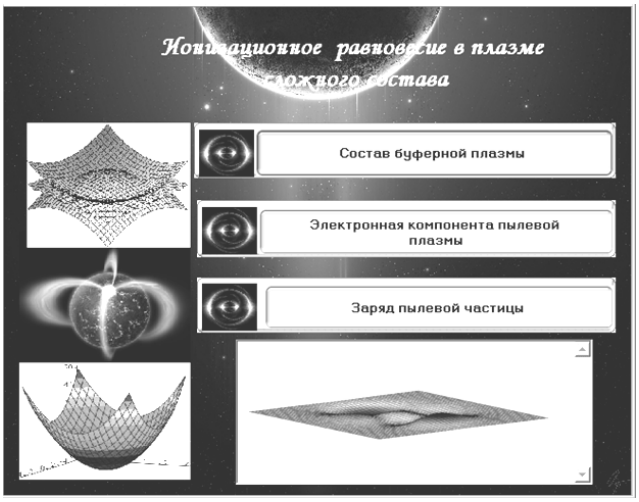


Рис. 2. Окно программной оболочки Ионизационное равновесие в плазме сложного состава»

В приложении «Состав буферной плазмы» можно получить состав буферной плазмы с максимальной кратностью ионизации, с учетом снижения потенциалов ионизации атомов и ионов плазмы. Для загрузки программы необходимо нажать на кнопку

и далее работать с ним в соответствии с данным описанием. В программе предусмотрены различные режимы работы, результаты выдаются в табличном виде и в виде графиков. Расширена база данных по индивидуальным свойствам элементов, необходимых для расчета состава плазмы и пользователь может наблюдать за протеканием процесса счета. Представленный интерфейс позволяет сохранять все данные расчетов в виде файла данных, которые можно использовать при дальнейшем анализе и расчетах.

Любой размещаемый на форме компонент характеризуется некоторым набором параметров: положением, размером, цветом. Основные элементы управления и настройки программы собраны в меню программы «Вычисление», изображенном на рис. 3.

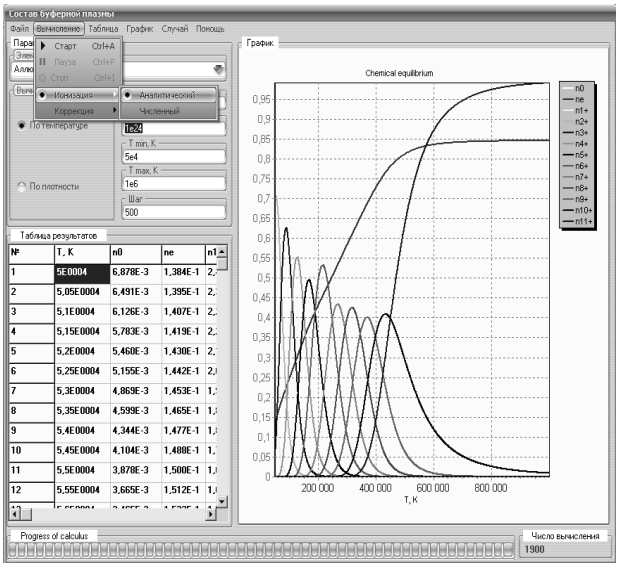


Рис. 3. Окно приложения «Состав буферной плазмы»

Интерфейс программы разработан в соответствии с требованиями стандарта приложений для Windows. Основное пространство программы занимает блок выбора характеристики для расчета, блок выбора элементов для вычисления, блок таблицы результатов, блок графика и блок движения вычисления. В блоке «Элемент» предлагается список элементов, который можно исследовать состав плазмы. Результаты расчета в случае термической ионизации, так и в случае ионизации давлением зависит от выбора пункта «По температуре» или «По плотности» в блоке «Вычисления» Приложение «Состав буферной плазмы» дополнительно управляется с клавиатуры: сочетанием клавиш-модификаторов и букв, а также функциональных клавиш. Программа позволяет производить быстрый анализ ионизационного равновесия в пылевой плазме, а именно рассчитывать состав буферной плазмы (ионов разной кратности, атомов).

2. Программное обеспечение «характеристики газоразрядной пылевой плазмы в тлеющем разряде постоянного тока

Программный продукт «Характеристики газоразрядной пылевой плазмы в тлеющем разряде постоянного тока» состоит из двух приложений: «Аксиальные распределения параметров пылевой плазмы» и «Радиальные распределения параметров пылевой плазмы» (рис. 4).

Рис. 4. Окно программного обеспечения «Характеристики газоразрядной пылевой плазмы в тлеющем разряде постоянного тока»

В приложении «Аксиальные распределения параметров пылевой плазмы» можно исследовать аксиальные распределения параметров газоразрядной плазмы с помощью самосогласованной кинетической модели. В приложении рассматриваются три элементы: аргон, неон, гелий (рис. 5).

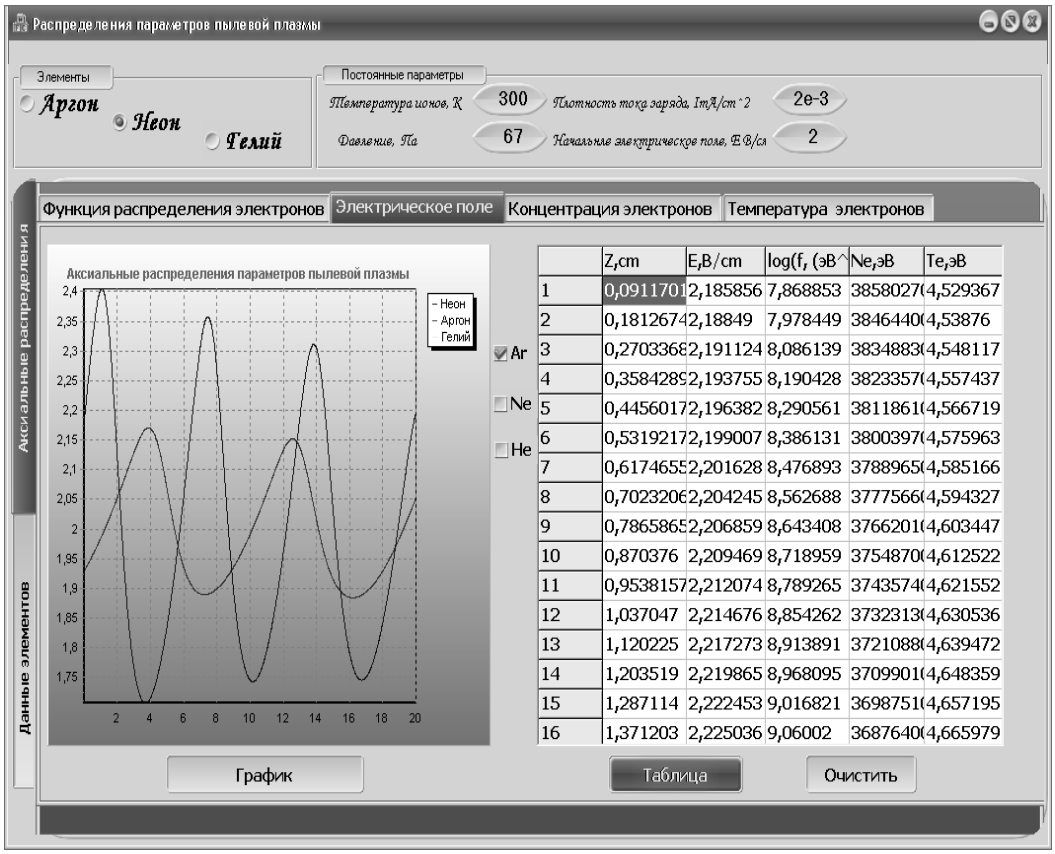


Рис. 5. Аксиальные распределения параметров плазмы в режиме таблицы и графиков

Для каждого элемента можно изменять параметры: температура ионов, плотность тока разряда, давление, начальное электрическое поле. Основное пространство приложения занимает горизонтальная панель с переключателями видов просмотра «Функция распределения», «Электрическое поле», «Концентрация электронов» и «Температура электронов» и вертикальная панель с переключателями видов просмотра «Аксиальные распределения», «Данные элементов», созданные с помощью компонента sPageControl. При нажатии кнопки Таблица можно получить соответственные значений полученных результатов в виде таблицы и сравнить их. Результаты можно сохранять и использовать в графических редакторах. С помощью переключателя «Функция распределения электронов» открывается новая страница, где можно построить график распределение электронов каждого элемента. А также нажав на кнопку Таблица, можно получить соответствующие значения полученных результатов в виде таблицы и сохранить данные. Выбирая следующие элементы и с помощью кнопки График, можно получить результаты в одном графике и это позволяет пользователем сравнить их.

При моделировании аксиальных распределений параметров пылевой плазмы можно получить трехмерный график функции распределения электронов аргона (рис. 6). 3D график построенный в прикладном программном обеспечении ORIGIN вызван в среду программирования с помощью визуального компонента OleContainer.

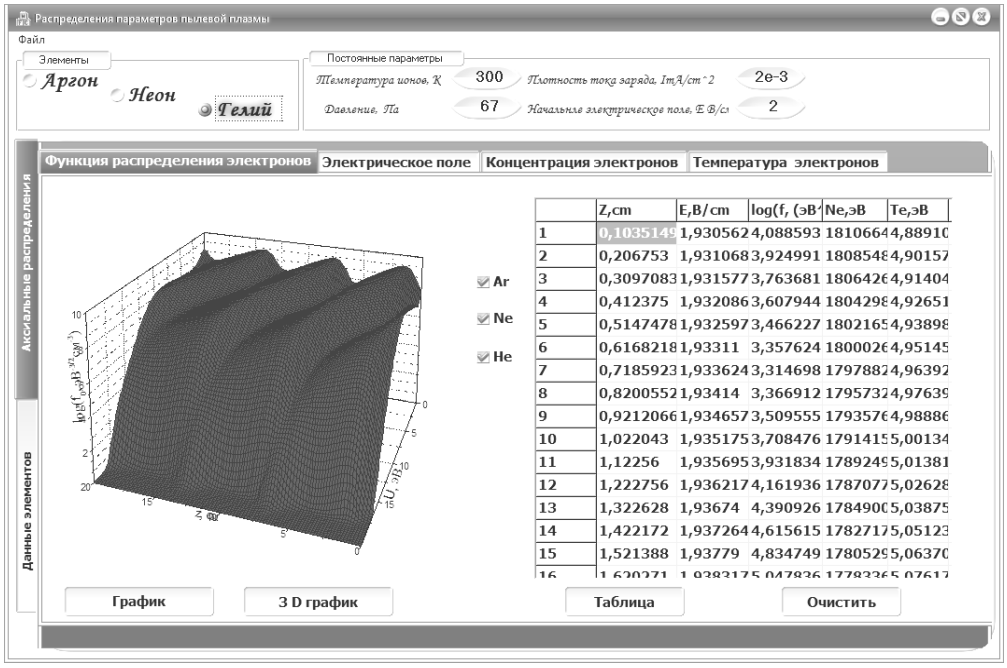


Рис. 6. Трехмерный график функции распределение электронов по энергиям

В приложении «Радиальные распределения параметров пылевой плазмы» можно исследовать радиальные распределения параметров газоразрядной плазмы в приближении амбиполярной диффузии.

Используя данный интерфейс, можно вычислить радиальные распределения электрического поля, температуры электронов и концентрации электронов, а также заряд пылевых частиц по найденным распределениям ФРЭЭ. Радиальные распределения электрического поля и концентрации электронов можно получить, при нажатии соответствующих кнопок на панели. Используя пространственное двумерное распределение ФРЭЭ и распределение электрических полей, можно определить заряд пробных пылевых частиц в различных точках газоразрядной трубки. Радиальное распределение заряда пробной пылевой частицы представлено на рис. 7.

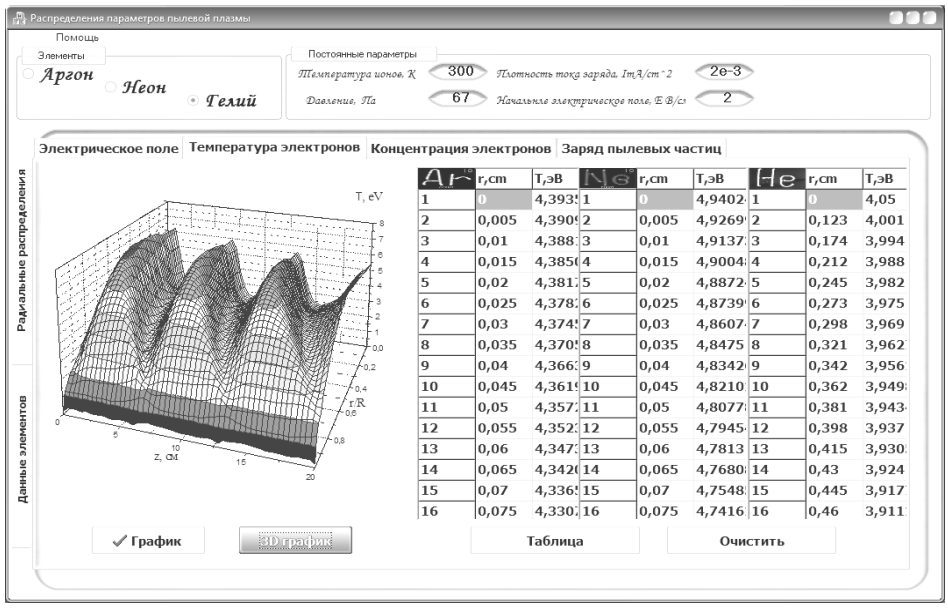


Рис. 7. Радиальное распределение температуры электронов в 3D виде

Таким образом, Комплексный программный продукт позволяет в гибком диалоговом режиме получить характеристики газоразрядной плазмы благородных газов (Ar, Ne, He) в тлеющем разряде с помощью самосогласованной кинетической модели .

Заключение

Созданные программы являются удобным и надежным средством для исследования свойств неидеальной пылевой плазмы. Проектировщики установок, в которых образуется пристеночная пылевая плазма, смогут воспользоваться результатами расчетов, не вдаваясь в детали.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Фаронов В.В.* Delphi. Программирование на языке высокого уровня. – Санкт-Петербург, 2011 – 640с.
2. *Культин Н.Б.* Основы программирования в Delphi XE. BHV, 2011 – 416с.
3. Clay Shannon. Developer's Guide to Delphi Troubleshooting, Wordware Publishing inc., 1998 – 495с.
4. *Тимоти Бадд.* Объектно-ориентированное программирование в действии. – Санкт-Петербург, 1997 – 300с.
5. *Фараонов В.В.* Delphi 7.0 учебный курс. – Санкт-Петербург, 2003 – 340с.

Резюме

Бұл жұмыс аясында буферлік плазманың құрамын, электрондық компоненттердің талдауын, тозаңды бөлшектердің орташа зарядын анықтайтын диалогтік интерфейс түрінде, Больцман теңдеуі негізінде тозаңды плазма параметрлерінің газоразрядты түтікшеде әртүрлі параметрлерде аксиалды және радиалды таралу мәндерін анықтауға мүмкіндік беретін «Құрамы күрделі плазманың физикалық қасиеттері» атты ақпараттық жүйе жасақталды

Summary

In this work the information system "Physical properties of the complex plasma composition", which includes a program with a dialog interface to calculate the composition of the buffer plasma, analysis of the electronic component, the average particle charge and a program, allowing on the basis Boltzmann equation to obtain the values of the axial and radial distributions of the dusty plasma parameters in discharge tube at different parameters is developed.

КазНУ им. аль-Фараби *Поступила 05.11.12 г.*

B. Kumar, Y. Makashev

IMPROVING THE EFFICIENCY OF UNDERGROUND GAS STORAGE FACILITIES, AND IMPROVE THEIR TECHNICAL-ECONOMIC INDICATORS

Underground gas storage facilities - natural or artificial capacity to backup large amounts of gas and regulatory filing under unevenness of gas consumption. Underground gas storage mainly constructed near the gas pipelines and consuming centers.

Underground gas storage facilities - are created in natural and artificial underground reservoirs. The most important are UGS, a capacity hundred million m3 of gas and more. A special type of storage facilities - isothermal storage of liquefied gas intended to cover peak loads, etc. e. if necessary, rapid selection of gas. Distinguish between porous and hollow underground tanks. Porous: depleted gas fields, gas condensate, gas and oil fields, aquifers, and reservoir non-flammable gases. B within one of the UGS may be one or more deposits c stored gas. Hollow underground tanks: the cavity created in the of rock salt (layers, arrays, domes) in impermeable or virtually impermeable rocks (gypsum, anhydrite, granite, clay, etc.), in abandoned mines, quarries and other mines, in solid rock by special methods. The most common gas storage in oil and gas fields generated by pumping the gas through wells in the depleted reservoir and gas storage in aquifers, where water is displaced from the pore space is pumped through the hole gas.

Of all types of underground storage facilities, impermeable rocks are most common, gas in a salt deposits formed by washing out the cavity in the salt reservoir by pumping water into it c followed by injection of gas into the cavity through the same hole. Depth of storage 100-1000 m. The most frequently, suitability of the object to create a repository is defined by integrity, durability and stability of deposits of rock salt and its inertia with respect to the stored product, energy consumption on washout. Methods of washout - circula-

tion, jet. The working agent can be a liquid (water, brine) and gas (nitrogen, exhaust and flue gases, methane, etc.). Breeds that can accommodate artificial gas deposits, are in most cases, silty sand varieties. Create UGS in carbonate reservoirs, because of sharp fluctuations in permeability, due to serious technical difficulties, so the UGS in carbonate deposits are built mainly on the basis of depleted gas and gas condensate deposits, confined to a well-permeable reef formations.

The system of engineering structures include, UGS, wells for injection and gas extraction, compressor stations, gas pipelines, installation of cooling, drying and cleaning of gas (separators, filters, absorbers and adsorbers). The wells of UGS equipped with automatic downhole valves to eliminate the possibility of open fountain. An important condition for successful establishment and operation of underground storage facilities - to save his integrity, warning of possible gas leaks, mostly in the overlying permeable layers.

Improved reliability and operational efficiency gas storage is an urgent problem whose solution is primarily due to the correct choice of object, quality construction and repair of wells.

This problem is solved in the Kazakhstan through a system of underground storage of natural gas. Most underground gas storage, that are placed in close proximity to cities, the solve problems covering seasonal fluctuations in gas , provide small amounts of operating reserves of gas reserves in abnormally cold winter and to increase security of supply in different regions, require further development.

But today, the situation is completely the problem of ensuring security of supply of large regions can not be solved by creating underground gas storage facilities are of this type.

To solve this problem, in my view, the need for a large underground storage facilities, which must sometimes, take on a certain period and the total gas supply of large regions in the winter. In addition, the storage of this type can be created by long-term reserve, which can be selected from the storage or immediately, after the selection in the autumn and winter, or in the next sampling period at no additional gas injection. Although the storage of this type can be created in depleted fields and aquifers in the structures, in our opinion, should be preferred by field decline. It must be large depleted gas fields with a sufficiently large volume of Gas-saturated reservoir with good reservoir properties, sealed trap.

Over the 10 years, done a lot of work in underground gas storage in the gas supply system. Currently, there is an increase in the role of UGS in the reliable operation of the gas supply system. Restructuring taking place in energy consumption in favor of natural gas and development of market relations, constantly increasing seasonal fluctuations in gas consumption. Therefore, modernization and construction of underground gas storage was included in the list of priority cases JSC "KazTransGas".

Established in Kazakhstan storage system allows for: • 15% of the total annual consumption of basic consumer; • 40% of the daily human consumption of gas by consumers; • 12% of the volume of gas exports.

Gas consumption in the southern regions of Kazakhstan are caused by the fact that gas demand is growing and the UGS created earlier in these areas, partly do not cover with seasonal fluctuations, and it need to maintain and to improve the reliability of UGS would be the most important. In this connection, will be considered a number of issues to improve the reliability of UGS Akyrtobe.

At Akyrtobe UGS implemented the two group (in areas with the best reservoir properties) the location of production wells. One group of wells located at the crest of the western dome and is connected to the GRP - 1, and another in the south and south-eastern part of the East canopy prisvodovoy and connected to the GRP-2.

In gas injection wells are used 30-35 operating fund. In the selection can be used by almost all the wells, 40 wells are working more or less stable throughout the period of selection, and 7 are derived from the operation, according to their watering or other technical reasons. The maximum and average flow rate per well is estimated worker respectively to 100 and 80 h/m3.

Recent years, gas extraction from the storage does not exceed 65% of the project, with an acute shortage of gas to southern Kazakhstan.

The wells in the storage, especially in the final period of operate with a high water factor.

Water seepage in the wells is accompanied by destruction of the reservoir and manifestation of the sand. By the end of, a big number of gas wells to the formation of sand plugs dont work.

In recent years, UGS located in areas of the Republic in is held annually complex geophysical monitoring, including: methods of neutron-gamma logging, moisture metering, locator pipe coupling, thermometry, resistivity, and manometry.

Development of methodological materials for increasing to reliability establishment and operation of underground storage facilities by improving: geological and commercial systems control the development

and operation, technology, construction of wells, methods of repair work, ways to improve the productivity of wells, methods of diagnosis of UGS facilities, ways of environmental management during construction and operation of underground storage facilities, geo-environmental monitoring and improvement of ecological safety of technological processes in the operation of underground storage facilities.

List of references:

1. Levykin E.B. Technological design of gas storage in aquifers. M.Nedra, 1973
2. Buzinov S.N., "Underground Gas Storage. Problems and Prospects, "Proceedings, Moscow, 2005.
3. Makashev E.B. Reliability and seismic stability of underground gas storage. Almaty: Poisk, 2010.№4(2).l.268-270.

Резюме

Қазақстан Республикасының отын энергетикалық кешенінің негізгі элементтері газбен жабдықтау жүйелері, өзіндік ұсынылатын өзара байланысты пайдалы нысандар, алысқа тасымалдау, жерасты газ сақтау қоймасы және тарату, тұтынушыларға газ беру процесін үздіксіз орындау болып табылады. Газбен жабдықтауда жоғары сенімділікпен қамтамасыз ету кешеніндегі ерекше рөлі газды аймақта маусымды тұрақсыз қолдануды жабу үшін, газды өндіру ауданынан алыс қашықтықта орналасқан тұрақты және кепілдікті түрде газды тұтынушыларға жерасты газ сақтау қоймасынан жеткізу болып табылады. Жерасты газ сақтау қоймасын пайдалану тиімділігін және сенімділігін арттыру, оның тікелей шешімі нысананы дұрыс таңдаумен байланысты және құрылыс сапасын арттыру, сонымен қатар ұңғымаларды жөндеу көкейтесті проблема болып табылады.

Резюме

Основным элементом топливноэнергетического комплекса Республики Казахстан является система газоснабжения (СГ), представляющая собой совокупность взаимосвязанных объектов (подсистем) добычи, дальнего транспорта, подземного хранения газа и распределения, осуществляющих непрерывный процесс подачи газа потребителям. Особая роль в комплексе обеспечения высокой надежности функционирования СГ, стабильных и гарантированных поставок газа потребителям принадлежит подземные хранилища газа (ПХГ), служащим для покрытия сезонных неравномерностей потребления газа регионами, расположенными на больших расстояниях от газодобывающих районов. Повышение надежности и эффективности эксплуатации ПХГ является актуальной проблемой, решение которой, прежде всего, связано с правильностью выбора объекта, повышением качества строительства и ремонта скважин.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 05.11.12 г.*

ӘОЖ 621.314.224

М.А. Джаманбаев, Е. Егеубаев

КЕРНЕУІ 220–КВ ӘУЕ ЖЕЛІСІНІҢ ТОҚЫРАУ АҒЫНДАРЫНЫҢ ПАРАМЕТРІ

Электр энергетикалық жүйелерге қойылатын көптеген талаптардың ішінде негізгі талаптардың бірі – энергетикалық жүйелердің (обьектілердің) сенімділігі. Кейбір энергетикалық жүйелерде орын алатын апаттардың жылдық саны бірнеше ондаған, ал электр энергиясының шығыны бірнеше миллиондаған киловатт-сағатты құрайды /1/. Осыған орай, электр энергетика жүйесінің және олардың элементтерінің сенімділігін мен олардың сенімділігін көтерудің тиімді шараларын қарастыру қазіргі таңдағы өзекті мәселелердің бірі болып табылады.

Әдетте электр энергиясын тасымалдаушы әуе желілері электрмен қамтамасыздандырушы жүйе элементтерінің іштеріндегі ең сенімсіз элемент қатарына жатады. Тұтынушыларды электрмен қамтамасыздандырудың сенімділігі тұтасымен осы әуе желісінің мықтылығымен айқындалады деп айтсақ артық болмайды /2/. Сол себептен, мақалада көтерілетін негізгі мәселе – кернеуі 220 кВ әуе желісінің күштілігін бағалау.

Электр энергетикалық жүйелердің көпшілік элементтері (әуе желілері, трансформаторлар, коммутация аппаратуралары, релелік және түрлі апаттық қорғаныс құрылғылары т.с.с.) жөнделетін

(қалыпқа келтірілетін) бұйымдар ретінде қарастырылады. Сондықтан, электр энергетикалық жүйелерде сенімділік көрсеткіштері ретінде негізінен істен шығу (тоқырау) ағындарының параметрі және қалыпқа келтіру уақыттарының математикалық күтімі жиі қолданылады.

Қазіргі кезде, электр энергиясын тасымалдау желілерінің сенімділігін бағалауда – желілердің істен шығу сандарына байланысты келесі модель қолданылады /3/

$$\omega = \frac{L_0 n}{L\ T} \quad \left[\frac{\text{тоқырау}}{100\ \text{км·жыл}}\right] \tag{1}$$

мұнда ω - желінің істен шығу ағындарының параметрі; n- желінің T уақыт аралығындағы тоқырау сандары; L - желінің ұзындығы, км ;

L_0 – шартты ұзындық, әдетте 100 км. тең деп алынады

Бұл модельдің ерекшелігі, тоқырау сандары желінің ұзындығына пропорционал деп, ал істен шығу ағындары қарапайым ағын ретінде қабылдануында ($\omega(t) = const$).

Сенімділікті бағалау кернеуі 220 кВ әуе желісін эксплуатациялау кезіндегі жинақталған көп жылдық тоқырау статистикасының деректеріне сүйене отырып жасалды. Статистикалық деректер 1974 – 1988 ж.ж. аралығын қамтиды. Деректер келесі энергожүйелер бойынша жинақталған (атаулары сол кездегі атаулары бойынша қалдырылды): Алматы, оңтүстік және батыс Қазақстан, Қостанай, Павлодар, Қарағанды, Целиноград, Алтай және Гурьев энергожүйелері. Аталған периодта тоқырауға ұшыраған желілер саны 55, жалпы тоқырау сандары 168, ал желілердің жалпы ұзындығы мөлшермен 11500 км. құрайды.

Кернеуі 220 – кВ ӘЖ-ің тоқырау ағындары параметрлерінің уақыт ағымындағы өзгерісін бейнелеу үшін, қарастырылып отырған период (14 жыл) бірнеше интервалдарға бөлініп, сәйкесінше ақпараттар айқындалды. 1-ші кестеде, есептеуге қажетті мәліметтер және ағын параметрлерінің есептелген мәндері келтірілген. Әр интервалдағы тоқырау ағындарының параметрі келесі формула бойынша анықталды

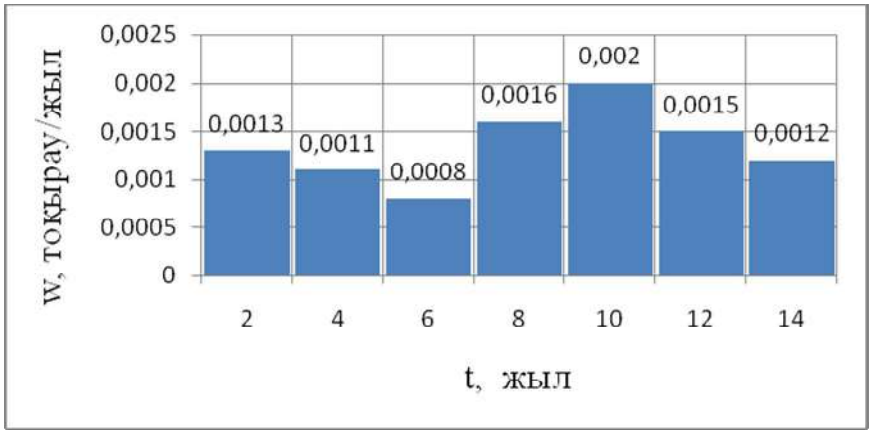
$$\omega_i - \frac{\Delta n_i}{\sum L_j \Delta t} \tag{2}$$

мұндағы ω_i - і-ші интервалға сәйкес келетін тоқырау параметрі (бірлік ұзындыққа шаққандағы), $\Delta t -$ интервал ұзындығы ($\Delta t \approx 2$ жыл), Δn_i - і-ші интервалда орын алған тоқыраулардың жалпы саны, $\sum L_i$ - і-ші интервалда тоқырауға ұшырамаған желілердің жалпы ұзындығы.

1 кесте. **Тоқырау ағындары параметрлерін есептеу**

Δt, жыл	2	2	2	2	2	2	2.18
Δn_i	23	19	14	27	36	25	24
$\sum L_i$, км	8986	9066	9117	8500	8171	8435	9048
ω_i	0,0013	0,0011	0,0008	0,0016	0,002	0,0015	0,0012

1 кестедегі мәліметтерді пайдалана отырып, тоқырау қарқынының уақыттқа тәуелділігін тұрғызуға болады (1 сурет).



1-сурет. Тоқырау ағыны параметрінің уақытқа тәуелділігі

Суреттен көретініміз, жеке интервалдарда ағын параметрлері өзгеріске ұшырағанымен, қарастырылып отырған периодта ағынның тұрақтылығын байқаймыз. Ағын тұрақтылығы әдетте істен шығу оқиғалары кенеттен болып тұрған жағдайда орын алады.

Тоқырау ағыны параметрінің мәні (1) формула бойынша

$$\omega = \frac{100}{11500 \cdot 14} L_0 \approx 0.001 \cdot L_0 \qquad (3)$$

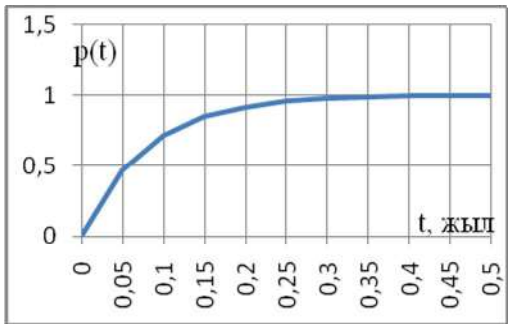
Соңғы нәтиже бойынша, егер L_0= 100 км болған жағдайда, 10 жылда бір тоқырау оқиғасы орын алады екен. Ал, L_0= 11500 км болса, онда 0,087 жылда бір тоқырау оқиғасы орын алады екен, яғни кернеуі 220 – кВ ӘЖ-ің тоқырауы ай сайын тіркеліп тұрады деген қорытынды шығаруға болады.

Егер, қалыпқа келтірілетін жүйелер үшін тоқырау ағындары параметрлері белгілі болған жағдайда, сенімділіктің істен шықпау көрсеткіштері (істен шығу және істен шықпау ықтималдылықтары, тоқырау оқиғаларының аралықтарындағы жұмыс уақыттарының математикалық күтімі) оңай анықталады. Мысалға, біздің жағдайда $\omega = const$ деп алып, 220 – кВ ӘЖ-ің істен шықпау ықтималдылығы былайша анықталады

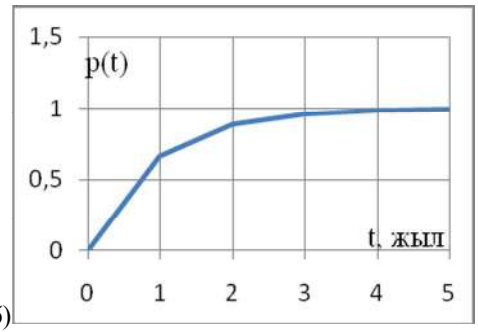
$$p(t) = 1 - e^{-\omega \cdot t} \qquad (4)$$

2-ші суретте (4) – формуланы қолданып, L_0= 100 км және L_0= 11500 км үшін сенімділік функциясы тұрғызылған.

а)



б)



2-сурет. 220 – кВ ӘЖ-ің істен шықпау ықтималдылығы
а) - L_0= 11500 км б) - L_0= 100 км

Суреттен көретініміз, ұзындығы L_0= 100 км және L_0= 11500 км желілер үшін істен шығу ықтималдылылығының 100% -ік мәні (p(t) = 1) сәйкесінше ≈ 5 жылға және $\approx 0{,}4$ жылға сәйкес келеді екен.

Қорытынды:

1) 220-кВ әуе желісінің тоқырау ағынының параметрі тұрақты деп есептеуге болды ($\omega = const$).

2) Ағын параметрінің мәні (100 км ұзындыққа шаққанда)

$$\omega = 0{,}1 \left[\frac{\text{тоқырау}}{100\ \text{км·жыл}}\right]$$

3) Қазақстан аймағы бойынша, кернеуі 220-кВ электрмен қамтамасыздандыру жүйесінің тоқырауы мөлшермен ай сайын тіркеліп отырады.

ӘДЕБИЕТ

1. Гук Ю.Б. Анализ надежности электроэнергетических установок.-Л.: Энергоатомиздат, 1988 (217 с.)
2. Розанов М.Н. Надежность электроэнергетических систем.- М.: Энергия, 1974
3. Модели отказов отдельных элементов системы.- электроэнергетические системы. http://ee-system/ru, 2010 г.

Резюме

На основе анализа статистических материалов об аварийных отключениях ВЛ-220 кВ, собранных по энергосистемам Казахстана выявлены параметры потока отказов линий и анализированы изменения потока во времени. В качестве примера, по выявленным значениям параметра потока отказов определены вероятность безотказной работы и построены функции надежности линий. В конце даются краткие выводы по статье.

Summary

In article on the basis of the analysis of statistical materials about emergency shutdowns of 220 kV collected on power supply systems of Kazakhstan parameters of a stream of refusals of lines and анализированы changes of a stream in time are revealed. As an example, by the revealed values of parameter of a stream of refusals are determined, probability of no-failure operation and functions of reliability of lines are constructed. At the end short conclusions under article are given.

Қ.И. Сәтбаев атындағы КазҰТУ *Түскен күні 105.12.12 г.*

УДК 697 (075.8)

А.А. Генбач, К.С. Олжабаева

НАГРЕВАТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР НА ТЕПЛОВОЙ ТРУБЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Нагревательный прибор может быть использован на электростанциях для подогрева вязких жидкостей, например, турбинного масла, мазута для сжигания в топках паровых и водогрейных котлах.

Также он полезен при производстве строительно – монтажных работ, на электростанциях для отопления производственно – бытовых помещений, таких как сооружения для людей, мелких построек, кабинок для одевания, помещений для обогрева, отдыха, приема пищи, прорабских, кабинетов по охране труда, красных уголков, медпунктов, инвентарных бытовых помещений, гардеробных, передвижного диспетчерского пункта.

Известны системы отопления производственно – бытовых помещений зданий, отдельных рабочих мест, где разрешается применять нагревательные приборы или электрические с инфракрасными излучателями, действующими периодически.Недостатком таких систем отопления является возможность поражения работающих электрическим током (электроопасность) и высокая пожарная опасность.

Известна система обогрева пассажирского транспортного средства авторское свидетельство СССР № 742216, кл. В6ІД27/00, 1980, содержащая объект обогрева, преимущественно кабину машиниста локомотива, источник тепловой энергии в виде тепла уходящих газов тепловую трубку с зонами испарения и конденсации, расположенную под углом к источнику тепловой энергии, рукоятку, перемещающую камеру – накопитель.

Однако в таком виде система обогрева не может использоваться в производственно – бытовых помещениях при производстве строительно – монтажных работ, поскольку в этих помещениях нет двигательных установок, выбрасываемых отработавшие газы, которые применяют как источник тепла для испарения теплоносителя в тепловой трубке.

К тому же, для съема тепла в кабине устанавливается принудительная система вентиляции, что требует дополнительных затрат электрической энергии на питание электродвигателя вентилятора. В целом же Республике Казахстан электроэнергии на вентиляцию очень велики, составляют около 10% от всей выработки электроэнергии, и поэтому вопрос экономии является актуальным. Возможный прорыв раскаленных выхлопных газов с температурой 400…500^{0}С связан с поражением водителя и возникновением пожара.

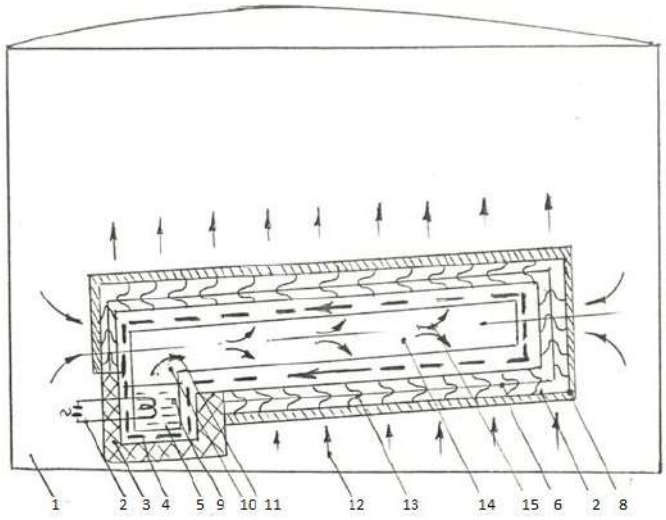
Для обеспечения пожароэлектробезопасности и интенсификации теплопередачи при обогреве вязких жидкостей и производственно – бытовых помещений в условиях строительно – монтажных работ. Нагреватель выполняется в виде тепловой трубы, расположенную под углом к источнику тепловой энергии. Он содержит зоны испарения и конденсации, источник тепловой энергии, который расположен в теплоносителе зоны испарения тепловой трубы и закреплен к ее корпусу, а перфорированная обечайка, охватывающая зону конденсации, имеет упругие тросы, размещенные по периметру трубы, с высокотеплопроводными ответвлениями, причем площадь отверстий обечайки, находящейся ниже оси симметрии тепловой трубы, превышает их площадь на поверхности обечайки, расположенной выше оси симметрии.

Кроме того зона испарения тепловой трубы, заполненная теплоносителем, содержит тепловую изоляцию, а для районов с низкой температурой наружного воздуха теплоносителем служит жидкость с отрицательной температурой замерзания, например, водный раствор хлористого натрия, а капиллярно – пористая структура тепловой трубы выполнена из крупных ячеек сетки на просвет, например, из двух слоев сетки вида 0,4х0,55 [1].

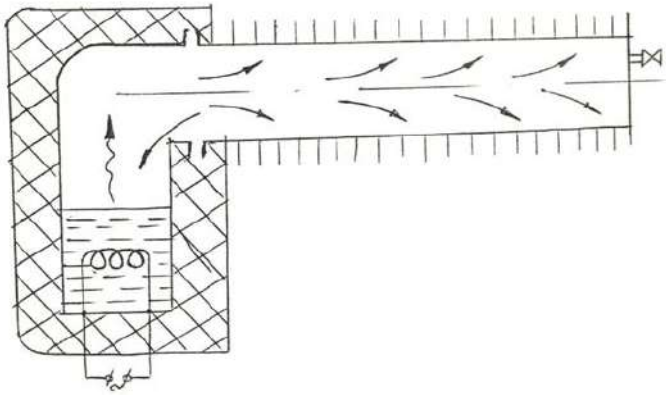
Зона конденсации 14 (рис. 1, а) тепловой трубы 4, установленная под углом к источнику тепловой энергии, представляющему собой электрический нагреватель 2, помещенному в теплоноситель 9, на внутренней поверхности содержит пористую структуру 5 вида 0,4х0,55. Вид пористой структуры и ее размеры определены опытным путем.

Тепло, выделяемое электрическим нагревателем 2 в зоне испарения 10, затрачивается на парообразование теплоносителя 9. поток генерируемого пара II устремляется в область зоны конденсации 14, охлаждаемой потоком воздуха 12 помещении I. Поток пара 15, конденсируясь, отдает тепло стенке тепловой трубы 4, а конденсат сконденсированного пара 13 вновь возвращается в зону испарения 10 тепловой трубы 4.

Теплота конденсации передается с высокой интенсивностью через пористую структуру 5 и стенку тепловой трубы 4 упругим тросом 6 с высокотеплопроводными ответвлениями 7, охваченных перфорированной обечайкой 8. Происходит смешанное обтекание воздухом зоны конденсации 14: часть воздуха за счет разности температур начнет протекать внутри канала, сформированного перфорированной обечайкой 8, продольно обтекая высокотеплопроводные ответвления; другая, меньшая часть воздуха, за счет вертикальной тяги, будет циркулировать между ответвлениями и обтекать их поперечно. Наличие гибкого троса дополнительно турбулизирует пограничный слой за счет его вибрации, способствующей разрушению застойных зон воздуха и большая площадь отверстий в обечайке 8, расположенная ниже симметрии тепловой трубы 4, улучшит естественную тягу воздуха через высокотепловодные отверстия 7.



а)



б)

Рис.1. Нагревательный прибор:
а) общий вид, б) схема установки.

Тепловая изоляция 3, охватывающая зону испарения 10 с теплоносителем 9, позволяет при температурах окружающего воздуха предохранять теплоноситель 9 от замерзания в течение нескольких суток, а в случае очень низких температур и длительном отсутствии работающих, в качестве теплоносителя 9 рекомендуется использовать жидкость с отрицательной температурой замерзания, например, водный раствор хлористого натрия.

Экономический эффект имеет место за счет снижения пожарной опасности, уменьшения материалоемкости на 10% и массы установки – на 15%, сокращения капитальных затрат на изготовление системы обогрева, упрощения эксплуатации устройства.

Социальный эффект достигается путем исключения поражения людей электрическим током и ущерба, наносимого при пожарах, что улучшает условия труда работающих, повышает их производительность и качество производимых работ.

Пожаро и взрывобезопасность достигается за счет того, что электрический нагреваетль размещен в теплоносителе внутри зоны испарения тепловой трубы, поэтому температура теплоотдающих элементов (витков проволоки) будет невысокой, на несколько градусов превышая температуру кипящего теплоносителя, чем устраняется пожарная опасность нагревателя, повышается надежность и срок службы нагреватели. Поскольку витки проволоки находятся в закрытом объеме зоны испарения, а надежность и герметичность электроизоляции достигла очень высокой величины, о чем можно судить на примере электрических чайников, сковородок и других бытовых устройств, поэтому исключается замыкание проволоки электронагревателя между собой и на корпус.

Как показали экспериментальные исследования авторов, выбранная пористая структура обладает высоким теплопередающим возможностями, в несколько раз большими, чем соответствующие, требует наименьших затрат на изготовление тепловой трубы, обладает в несколько раз меньшим гидравлическим сопротивлением по сравнению с существующими.

Выбранная изоляция предотвращает замерзание воды в зоне испарения тепловой трубы при температуре наружного воздуха – 20^0С в течение 2,2 суток, а при очень сильных морозах (-40^0С) – 1,57 суток, а при больших перерывах рекомендуется использовать жидкость с отрицательной температурой замерзания, например, водный раствор хлористого натрия. Отсутствие вентилятора позволяет экономить энергию, а исключение из системы обогрева рукоятки, перемещающей камеру – накопитель, упрощает эксплуатацию устройства. Приведем экспериментальные исследования по определению вида капиллярно – пористой струкртуры.

В отличие от традиционных капиллярных структур тепловых труб [4], которые набираются из мелкоячеистых сеток, предлагается капиллярно – пористая структура из двух слоев сетки с крупным размером ячеек на просвет – 0,4х0,55, то есть два последовательно установленных слоя с шириной ячейки $0{,}4\cdot10^{-3}$ и $0{,}55\cdot10^{-3}$ м. Такая структура позволяет, во первых, осуществлять более форсированный режим кипения в зоне испарения с минимальным гидравлическим сопротивлением (табл.1) и, во вторых, за счет крупных ячеек сетки к ней предъявляются значительно меньшие требования к качеству обработки при изготовлении тепловой трубы, что снижает капитальные и эксплуатационные расходы на ее изготовление и обслуживание.

Таблица 1. **Опытные данные по теплопередающим возможностям $q, Вт/м^2$ и перегреву стенки $\Delta T, K$ различных капиллярно – пористых структур водяных тепловых труб.**

Вид капиллярно – пористой структуры	Теплопередающая возможность тепловой трубы, $x10^4, Вт/м^2$					
	5	10	20	40	60	80
0,08х0,14х1	17	21	35	46	57	Пережог стенки
0,14х0,14х0,14	17	25	40	47	53	-“-
0,4х0,55	19	30	42	57	60	65
Порошковые и волокнистые структуры	7	12	Пережог стенки			
Тонкопленочные испарители (без капиллярно – пористой структуры)	10	15	Пережог стенки			

Как видно из табл. 1, наибольшей теплопередающей способностью обладает пористая структура 0,4х0,55. Физически это можно объяснить тем, что за счет комбинированного действия капиллярных и массовых сил в пористой структуре создается устойчивый двухфазный пульсирующий слой, а крупные размеры ячеек сетки способствуют облегченному удалению скапливающихся паровых конгломератов, чем это имеет место в капиллярно – пористых структурах, в которых размер пор еще меньше, наступает в 4 раза меньше. Аналогичное явление кризиса имеет и в тонкопленочных испарителях, то есть на гладкой поверхности.

Для структур из спеченных порошков и металлокерамики явление кризиса объясняется тем, что возникающие паровые пузыри закупоривают мелкие поры, прекращая доступ свежих порций жидкости к охлаждаемой стенке. Кризис кипения наступает при тепловых потоках $\approx 2\cdot10^5\ Вт/м^2$.

При удельном тепловом потоке $\approx 1\cdot10^5\ Вт/м^2$ и суммарной мощности электронагревателя $N = 4000$ Вт, поверхность зоны испарения составит $F_И = \dfrac{4000}{1\cdot10^5} = 4\cdot10^{-2}\ м^2$. Принимая наружный

диаметр трубы $0{,}13\ м$, определим длину зоны испарения: $l_u = \dfrac{F, u}{\pi dnap} = \dfrac{4\cdot 10^{-2}}{3{,}14\cdot 0{,}13} = 0{,}0979\ м$.

Окончательно длина зоны испарения определяется из удобств монтажа стандартных электрических нагревателей.

Коэффициент теплоотдачи от конденсирующего пара к внутренней стенки труб определены по критериальному уравнению уравнению теплообмена.

Число Стантона

$$St = 3{,}5\cdot 10^3 K^{0,4}\ \mathrm{Pr}^{1,3}\ N_p^{0,48}\left(\frac{F_{нар}}{F_ф}\right)^{-1,17}\left(\frac{F_n}{KF_ф}\right)^{0,59}\ \mathrm{Re}^{0,9}$$

Относительно коэффициента теплоотдачи $\mathrm{d_k}$ имеем

$$\alpha = \left[G_* Cp_* \cdot 3{,}5\cdot 10^3\ \mathrm{Pr}_*^{1,3}\left(\frac{r}{Cp_* q}\right)^{0,4}\ \mathrm{Re}^{0,9}\ N_x^{0,48}\cdot\left(\frac{F_{пар}}{\varepsilon F_Ф}\right)^{-1,17}\left(\frac{F_r^2}{KF_Ф}\right)^{-0,59}\right]^{-1,67}$$

Число Стантона $\mathrm{St} = \mathrm{d_k} / G_* Cp_*$

Критерий Кутатерадзе $Ku = \dfrac{r}{Cp\Delta t} = \dfrac{r\alpha_k}{Cpq}$;

G_* – удельный расход жидкости:

$$G_* = \frac{qF_{нар}}{r\varepsilon F_Ф} = \frac{1\cdot 10^5\cdot 0{,}82}{2{,}3\cdot 10^6\cdot 0{,}29\cdot 10^{-3}} = 122{,}9\ кг/с\cdot м^2.$$

$\mathrm{q} = 1\cdot 10^5\ \dfrac{Вт}{м^2}$ – наружная поверхность конденсации тепловой трубы;

$\mathrm{F_{нар}}$ – наружная поверхность конденсации тепловой трубы;

$\mathrm{F_{нар}} = \pi \mathrm{d_{нар}} \mathrm{L} = \pi\cdot 0{,}13\cdot 2 = 0{,}82\ \mathrm{м}^2$;

$\mathrm{L} = 2$ м (принимаем предварительно):

$\varepsilon \mathrm{F_Ф}$ – живое сечение структуры

$$\varepsilon \mathrm{F_Ф} = \varepsilon\pi d_{нар}\delta_ф = 0{,}7\cdot\pi\cdot 0{,}13\cdot 1{,}02\cdot 10^{-3} = 0{,}29\cdot 10^{-3}\ м^2;$$

Комплекс

$$\left(\frac{\mathrm{r}}{\mathrm{Cp}_* q}\right)^{0,4} = \left(\frac{2{,}3\cdot 10^6}{4{,}2\cdot 10^3\cdot 1\cdot 10^5}\right)^{0,4} = 0{,}125$$

Re– критерий Рейнольдса по пару.

$$\mathrm{Re} = \frac{qR_{тр}}{r\mu_n} = \frac{1\cdot 10^5\cdot 0{,}13\cdot 0{,}5}{2{,}4\cdot 10^6\cdot 12\cdot 10^{-6}} = 235{,}5$$

$R_{тр}$ – радиус трубы $(R_{тр} \approx R_{нез})$

$\mathrm{Re}^{0,9} = (235{,}5)^{0,9} = 136{,}4;$

Pr_* = критерий Прандтля; $\mathrm{Pr}_*^{1,3} = 1{,}75^{1,3} = 2{,}07;$

N_p – критерий давления, принимаем рабочее давление в трубе $P_s = 0{,}39\ бар$, которому соответствует температура насыщения $75^0 C$. Тогда

$$\mathrm{N_p^{0,48}} = \left(\frac{P_s R_{тр}}{\sigma}\right)^{0,48} = \left(\frac{0{,}39\cdot 10^5\cdot 0{,}13\cdot 0{,}5}{0{,}063}\right)^{0,48} = 162{,}3$$

где σ – коэффициент поверхностного натяжения.

Геометрические симплексы

$$\left(\frac{F_{нар}}{\varepsilon F_{ф}}\right)^{-1,17} = \left(\frac{0,82}{0,29\cdot 10^{-3}}\right)^{-1,17} = 9,16\cdot 10^{-5}$$

$\mathrm{F_n}$ – поперечное сечение трубы

$$\mathrm{F_n} = \pi R_{тр}^2 = \pi\cdot\left(\frac{0,13}{2}\right)^2 = 0,0133\ м^2$$

$$\left(\frac{F_{н}}{KF_{ф}}\right)^{-0,59} = \left(\frac{0,0133^2}{6,26\cdot 10^{-10}\cdot 0,414\cdot 10^{-3}}\right)^{-0,59} = 615\cdot 10^{-6}$$

$$K = 4,305\cdot 10^{-10}\left(\frac{\mathrm{b}}{\mathrm{d}}\right)^{0,5} = 4,305\cdot 10^{-10}\left(\frac{0,475}{0,225}\right)^{0,5} = 6,26\cdot 10^{-10}\ м^2$$

где $\mathrm{b,d}$ - гидравлический и средний диаметры проволоки сеток структуры $0,4x0,55$ $\left(b = 0,475\cdot 10^{-3}\ м;\ \bar{d} = 0,225\cdot 10^{-3}\ м\right)$.

$$\alpha_к = \left[122,9\cdot 4,2\cdot 10^{-3}\cdot 3,5\cdot 10^{3}\cdot 2,07\cdot 0,125\cdot 136,4\cdot 162,3\cdot 9,16\cdot 10^{-5}\cdot 6,15\cdot 10^{-6}\right]^{1,66} = 8,74\cdot 10^{4}\ Вт/м^2К$$

Теплофизические свойства воды и водяного пара приняты по $[4]$.

Задаваясь коэффициентом оребрения упругих тросов Под/Пнар=5 и рассчитав по традиционной формуле коэффициент теплоотдачи конвекцией от поверхности обечайки воздуху $\left(2b = 4\ Вт/м^2К\right)$, определяется коэффициент теплопередачи в зоне конденсации $\left(K \approx 20\ Вт/м^2К\right)$. Тогда для тепловой мощности в 4 кВт необходима тепловая труба диаметром 0,13 м, длиной зоны испарения 0,1 м и зоны конденсации – 1,7 м.

Таким образом, нагревательный прибор на теплой трубе обеспечивает пожароэлектробезопасность, интенсификацию теплопередачи форсировку теплообмена, уменьшается материалоемкость и масса установки.

Капиллярно – пористая структура вида 0,4х0,55 определена экспериментально и обеспечивает большую теплопередающую способность по сравнению с парниковыми и волокнистыми структурами. Для тепловой мощности в 4 кВт потребуется тепловая труба диаметром 0,13 м, длиной зоны испарителя – 0,1 м, зоны конденсации – 1,7 м и с коэффициентом оребрения упругих тросов, равным 5.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Генбач А.Н., Генбач А.А., Третьякова Н.И.* Нагревательный прибор // Авторское свидетельство СССР №1557432. Б.И. №14, 1990.

2. *Генбач А.А., Генбач Н.А., Генбач Е.А., Генбач Ан.А.* Влияние материала и толщины пористой структуры на тепломассоперенос в теплообменниках ТЭС // Энергетика, телекоммуникации и высшее образование в современных условиях. – Сб. научных трудов 3-й Международной НТК. – АИЭС. 2002. – С. 70-73.

3. *Поляев В.М., Генбач А.А.* Теплообмен в пористой системе, работающей при совместном действии капиллярных и гравитационных сил // Теплоэнергетика, №7. – 1993. – С. 55-58.

4. *Дан П.Д., Рей Д.А.* Тепловые трубы. – М.: Энергия, 1973. – 272 с.

5. Воронин В.Г. и др. Низкотемпературные тепловые трубы для летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1976. – 200 с.

Резюме

Тұтқыр сұйықты қыздыру, электр станцияның өндірісті – тұрмыстық бөлмелерін жылыту үшін қыздырғыш аспап жасалған. Ол өрттің электр қауіпсіздігін, жылу беру қарқындылығын, жылуалмастырғыш форсировкасын қамтамасыз етеді, қондырғының материал сиымдылығын және массасын төмендетеді. 0,4х0,55 түріндегі тамшылы – кеуекті құрылым тәжірибелі түрде анықталған. 4 кВт-тағы жылулық қуат үшін диаметрі 0,13 м жылулық құбыр қажет, оның буландырғышының ұзындығы – 0,1 м, шықтану аймағы – 1,7 м және тығыздалған тросстың қырлану коэффициенті 5 тең.

Summary

There was developed the heating device on the heat pipe for heat viscous liquids of heat generation in domestic premises at power station. It provides with fire – power safety, and with heat transfer intensification, with heat exchange acceleration, and it reduces a material capacity and mass of installation.

The capillary - porous structure of a 0,4x0,55 type is defined by experiment. For thermal capacity of 4 kW it is necessary to have the thermal pipe of 0,13 m in diameter, and of the evaporator zone length – 0,1 m, condensation zone – 1,7 m and with factor of the elastic cables, which is equal to 5.

АУЕС *Поступила 10.11.12 г.*

УДК 621.39

Л.А. Дутбаева

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КОНВЕРТОРОВ В СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМАХ СВЯЗИ

Рассматривается основные параметры конверторов в спутниковых системах связи. Спутниковый конвертер - это приёмное устройство, объединяющее в себе предусилитель сигнала LNA (Low-Noise Amplifier - Малошумящий усилитель), принимаемого со спутника, и понижающий конвертер, он же гетеродин (стабилизированный источник высокой частоты, вырабатывающий синусоидальный сигнал), служащее для преобразования частоты электромагнитных колебаний Ku или С-диапазона в промежуточную частоту.

Конвертер является одним из основных узлов приемной антенной спутниковых систем. От его технических параметров и эксплуатационных характеристик во многом зависят возможности всей приемной установки в целом. Технические параметры характеризуют конвертер с точки зрения выполнения им основных функций при преобразовании СВЧ - сигнала спутниковой трансляции (Ku-диапазон - область частот 10,7-12,75 ГГц, С-диапазон - 3.400-4.200 ГГц).

Универсальный спутниковый конвертер принимает полностью весь Ku-диапазон. В современных конверторах данного типа диапазоны переключаются с помощью тонового сигнала - 22 кГц. Основное отличие универсального конвертера - универсальность сигналов, управляющих переключением диапазонов и поляризации. Эти сигналы передаются по одному кабелю, с промежуточной частотой.

Важной характеристикой конвертера является шумовой коэффициент (измеряется в дБ), так как при усилении полезного сигнала, конвертер также усиливает шум. Коэффициент шума показывает границу чувствительности конвертера, то есть минимальный порог полезного сигнала, ниже которого конвертер уже не увидит из-за собственных шумов этот сигнал (чем значение меньше, тем лучше). Хорошими показателями шумового коэффициента являются 0,2—0,5 дБ.

Шум конвертора существенно сказывается на качестве принимаемого сигнала. У более дорогих моделей коэффициент шума ниже (1), но такая покупка будет оправдана - при более низком уровне шума для качественного сигнала понадобится тарелка меньшего диаметра, что позволит сэкономить:

$$Кш = \frac{Свх/Швх}{Свых/Швых} \quad (1)$$

где Свх, Швх, Свых, Швых— мощность сигнала и мощность шумов на входе и выходе конвертера.

Для удобства коэффициент шума конвертеров Ки диапазона указывается не в абсолютных единицах, а в логарифмических — в децибелах:

$$Кш = 10\log[\frac{Свх/Швх}{Свых/Швых}] \text{ (дБ)} \quad (2)$$

Разумеется, чем меньше коэффициент шума, тем лучше конвертер. У современных конвертеров для индивидуального приема коэффициент шума составляет 0.6-0.7 дБ. Можно встретить и изделия, у

которых в спецификации указан коэффициент шума 0.5 дБ или даже 0.3 дБ. Чаще всего эти цифры рекламные и либо вообще не соответствуют действительности, либо соответствуют ей лишь отчасти: например, заявленный коэффициент шума выдерживается только в небольшой части рабочего диапазона частот.

В диапазоне С борьба производителей идет уже не за десятые, а за сотые доли децибела. Поэтому в С-диапазоне для характеристики конвертера, как малошумящего прибора, используют другую величину — шумовую температуру (Noise Temperature). Известно, что в любом физическом теле, если его температура выше абсолютного нуля (—273° по Цельсию или 0° по Кельвину) происходит хаотическое движение частиц. Если это тело — проводник, то его свободные электроны также совершают беспорядочное тепловое движение, а движение электронов — это электрический ток. Таким образом, любой нагретый проводник является генератором беспорядочно изменяющегося тока — электронного шума. Реальный конвертер, который также имеет собственный шум, можно рассматривать как комбинацию идеального (не шумящего) конвертера, у которого на входе находится источник шума — проводник, нагретый до определенной температуры. Шумовой температурой конвертера считается температура, на которую необходимо нагреть проводник на входе идеального конвертера свыше нормальной температуры T^0 = 290° К (+17° С), чтобы шум на выходе идеального конвертера был бы таким же, как шум на выходе реального конвертера. Шумовая температура и коэффициент шума связаны формулой:

$$Кш = 10\log(1 + Тш/290°К) \quad (3)$$

$$Тш = 290°К-(10кш/10-1) \quad (4)$$

Чем ниже шумовая температура, тем лучше. Шумовая температура современных конвертеров С-диапазона составляет 15... 17° К. .[1]

Коэффициент усиления. Коэффициент усиления показывает, во сколько раз мощность сигнала на выходе конвертера больше, чем мощность сигнала на его входе. Он измеряется сотнями тысяч и миллионами, поэтому, как правило, используются не абсолютные, а логарифмические единицы — децибелы:

$$Ку= 10 \log Ку \ (дБ) \quad (5)$$

Усиление современных конвертеров составляет 50...65 дБ. Чем больше коэффициент усиления, тем длиннее может быть кабель, соединяющий конвертер с ресивером. Однако коэффициент усиления не является определяющим параметром при выборе конвертера. Более того, во многих ситуациях конвертеры с большим усилением работают хуже, чем их аналоги с меньшим усилением, например, в условиях воздействия индустриальных помех. Как и любой усилитель, конвертер имеет определенный максимальный выходной уровень. Пока выходной сигнал не достиг этого уровня, он линейно зависит от входного — происходит усиление. Как только выходной сигнал достигает предельного уровня, он перестает расти, вместо этого возникают нелинейные искажения — происходит перегрузка. Перегрузка конвертера входным сигналом маловероятна — он очень слабый. А вот сильная внешняя помеха может вывести конвертер из линейного режима, и тогда, даже если частота помехи не совпадает с частотой полезного сигнала, прием будет нестабильным или станет невозможным. Чем больше усиление конвертера, тем больше вероятность, что он перегрузится.

Абсолютная нестабильность частоты гетеродина. В конвертерах для индивидуального приема частота гетеродина задается диэлектрическим резонатором — «таблеткой» из диэлектрика определенной формы и размеров. При изменении температуры, давления, влажности свойства резонатора могут изменяться, в результате может изменяться частота гетеродина. Небольшие изменения частоты не страшны — они компенсируются в ресивере специальной системой автоматической подстройки частоты. Однако при больших изменениях частоты гетеродина могут возникнуть проблемы с приемом. Поэтому, чем меньше абсолютная нестабильность частоты гетеродина, тем лучше конвертер.

Отклонение частоты гетеродина от номинальной тем больше сказывается на качестве приема, чем меньшую полосу частот занимает сам сигнал. Полоса цифрового сигнала прямо пропорциональна его символьной скорости. Чем меньше символьная скорость цифрового сигнала, тем большие требования к стабильности частоты гетеродина. Абсолютная нестабильность частоты гетеродина у со-

временных конвертеров составляет + 1 ...3 МГц. Для приема телевидения в MPEG-2/DVB этого достаточно. В системах спутниковой связи, а также в приемных системах для приема данных и радио, где используются цифровые сигналы с малыми скоростями, применяются специальные конвертеры, у них стабилизация частоты гетеродина обеспечивается другими методами.[2]

Фазовый шум гетеродина. Кроме того, что частота гетеродина может медленно меняться при изменении температуры и давления, она постоянно совершает быстрые колебания (флюктуации) вокруг своего номинального значения. Так как частота выходного сигнала конвертера является разностью частоты спутникового сигнала и частоты гетеродина, она также претерпевает изменения. При изменении частоты изменяется и фаза. В цифровом спутниковом телевидении для передачи логических «нулей» и «единиц» используется именно изменение фазы сигнала. Непредсказуемое изменение фазы из-за колебаний частоты гетеродина конвертера приводит к приему ошибочных битов. Таким образом, конвертер является источником дополнительных цифровых ошибок. Чтобы количественно оценить степень влияния колебаний частоты гетеродина на качество приема, используют понятие фазового шума конвертера.

Фазовый шум — не величина, а функция. Одна из главных функций конвертора (LNB) - перенос спектра входного сигнала в область более низких частот. При этом несущая частота выходного сигнала неизбежно будет подвергаться случайным смещениям (флюктуациям). Уровень фазового шума стандартных конверторов удовлетворяет потребностям аналогового приема, однако для приема данных, в том числе цифровых телевизионных каналов, требуются LNB с более высокой фазовой стабильностью, чтобы сигнал с квадратурной фазовой манипуляцией (QPSK) был правильно демодулирован ресивером.

Величина фазового шума показывает, как быстро понижается мощность сигнала относительно центральной частоты. Например, если мощность сигнала при отклонении от центральной частоты на 1кГц снизится на 60 дБ, то величина фазового шума составит — 60 дБ. В техническом бюллетене Societe European des Satellites (1994 г.) рекомендуемое значение фазового шума LNB при приеме цифровых телепередач следующее:

— 50 дБ/Гц при смещении на 1 кГц,

— 75 дБ /Гц при смещении на 10 кГц,

— 95 дБ/Гц при смещении на 100 кГц,

Повышенная величина фазового шума конвертора способствует появлению межсимвольной интерференции сигнала, изменению чередования «0» и «1» при демодуляции и других нежелательных явлений, что приводит к невозможности декодирования принятой цифровой программы.[3]

Вывод. Рассмотрев основные параметры спутниковых конверторов, мы можем сказать, что эти параметры непосредственно относятся к спутниковым антеннам, так как сам конвертор размещается на самих спутниковых антеннах и считается самым важным элементным составляющим. Главная функция спутниковых конвертеров (или гетеродина) – снижение частоты.

В заключение необходимо отметить различные варианты конструктивного исполнения корпуса конвертора. В идеале он должен быть герметичным. В противном случае, за счет суточного колебания температуры внутри конвертора образуется конденсат, который приводит к ухудшению его параметров и, в конечном итоге, к выходу из строя.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Тяпичев Г.А*. Спутники и цифровая радиосвязь. – изд. “ТехБук/ДЕСС”, Москва, 2004 -288с.

2. *Сазонов Д. М.* Антенны и устройства СВЧ. Учеб. для радиотехнических специальностей вузов. - Москва, 1988. - 432 с.

3. *Корякин С.Л. Черняк.* Спутниковое телевидение от А до Я. – изд. “Наука и техника”, Санкт-Петербург, 2010 -120с.

Резюме

Бұл мақалада спутниктік конверторлардың негізгі параметрлері карастырылған. Конвертор, спутник жүйесіндегі антенна қабылдағышының негізгі түйіні болып табылады.Қабылдағыш құрылғының мүмкіндіктері конвертордың сипаттамаларымен параметрлеріне тәуелді болып табылады.

Summary

The article describes the basic parameters of converters for satellite antennas. Converter is one of the basic units of the receiving antenna satellite system. Of its technical parameters and performance characteristics are largely dependent opportunities throughout the receiving unit as a whole.

КазАТК имени М. Тынышпаева *Поступила 10.11.12 г.*

УДК 656.2

М.Н. Айкумбеков

АВТОМАТИЗАЦИЯ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Компания Siemens разработала программный комплекс, обеспечивающий оптимизацию в реальном масштабе времени расписаний движения поездов. При этом преследовалась цель минимизировать задержки поездов при возникновении сбоев в перевозочном процессе в условиях ограниченной пропускной способности инфраструктуры, в частности, на однопутных линиях с двухпутными вставками для скрещения и обгона поездов.

На железнодорожном транспорте нередки ситуации, когда отказ напольных устройств или неисправность в одном из проходящих поездов при высокой интенсивности движения приводит к сбоям в исполнении графиков и массовым задержкам на всем участке. Особенно часто это происходит в условиях ограниченной пропускной способности, например на двухпутном перегоне в период закрытия одного из путей с временной установкой вставок для скрещения и обгона поездов, а также на высокозагруженных однопутных линиях (например, в горной местности) с постоянно действующими двухпутными вставками. Небольшие интервалы между скрещениями поездов требуют безотказной работы и слаженного взаимодействия между всеми участниками эксплуатационного процесса и объектами инфраструктуры, а выход из строя любого из элементов системы даже на короткое время приводит к многочасовым задержкам, а порой и к отмене поездов. Особенно тяжелы такие последствия для пригородных пассажирских сообщений с высокой скоростью движения, расписанным заранее графиком движения и запланированными в нем минутными остановками на раздельных пунктах. В этих условиях опоздание к одному из скрещений невозможно в дальнейшем нагнать как задержавшемуся поезду, так и остальным связанным с его движением встречным и попутным поездам. Поправки, вносимые в этом случае диспетчером, носят субъективный характер, так как человек не может быстро просчитать и выбрать оптимальный вариант минимизации последствий сбоя в движении [1].

Компания Siemens предложила новый подход к автоматизации диспетчерского управления движением поездов, разработав программный комплекс, который в реальном времени непрерывно сравнивает фактические данные о движении поездов с плановым графиком и при отклонениях от него вносит поправки в онлайн-расписание. Основная цель корректировки расписания – сокращение опозданий поездов в связи с эксплуатационными ограничениями. Моделирование движения поездов на высокозагруженном участке продемонстрировало эффективность применения методов дискретной оптимизации [1, 2].

Программный комплекс оптимизации графика

Задачами диспетчерского управления движением поездов являются сравнение сведений о фактическом движении поездов с установленным графиком и корректировка расписания при существенных отклонениях [3]. При корректировке расписания для сокращения опозданий поездов учитываются ограничения следующих видов:

1) топологические (длина путей, их свободность, уклоны, ограничения скорости);

2) поездные (длина поезда, приоритетность и тяговые характеристики);

3) графиковые (время отправления, промежуточные остановки и согласованный подход поездов к станциям).

В разработанной системе применяется новый метод оптимизации автоматического диспетчерского управления движением поездов. Для обеспечения оптимального результата поправки вносятся не локально, а создается полностью новый график движения. Кроме того, в рамках системы рассматривается не только изменение времени отправления (как в стандартных модулях управления движением поездов), но также альтернативные маршруты и изменение порядка следования поездов. Для работы в реальном времени (т. е. обеспечения быстроты расчетов) используются сложные модели и алгоритмы дискретной оптимизации.

Эта технология уже несколько лет используется в системах подготовки расписаний и позволяет составлять бесконфликтные графики движения с точностью до маршрутов и секунд. В настоящее время идет работа над интеграцией алгоритмов составления графиков в системы управления, чтобы повысить уровень автоматизации железных дорог. Одна из версий данной системы, например, установлена на грузовой железной дороге BHP Billiton Iron Ore в Австралии. В настоящей статье рассмотрено пилотное онлайновое приложение для магистрального транспорта.

Компоненты системы диспетчерского управления

База данных по графикам предназначена для хранения нормативных, оперативных и исполненных графиков диспетчерской системы.

Нормативный график обычно составляется автономными системами планирования, и именно относительно этого графика оцениваются фактические задержки поездов.

В оперативном графике отражены как фактическое передвижение поездов в прошлом, так и прогноз движения на заданный период. Данный график используется в автоматической системе диспетчерского управления движением поездов. Исполненный график – это итоговое состояние оперативного графика. Программа управления графиком формирует оперативный график, включая в него полученные от программы слежения за поездами данные об их текущем местоположении. Расчет прогнозируемого движения для одного или нескольких поездов производится на основе данных о фактическом движении и существующих ограничениях (например, ограничениях скорости или занятости путей). Существенные отклонения фактического движения от заданного могут привести к нестыковкам в прогнозируемом графике: одновременному подходу встречных поездов к однопутному участку и т. п.

Программа управления графиком автоматически выявляет подобные конфликты и самостоятельно запускает их разрешение компонентами автоматического диспетчера. Сформированный оперативный график передается в систему управления для автоматической установки поездных маршрутов.

Автоматический диспетчер является основным механизмом регулирования конфликтов, возникающих в оперативном графике. Кроме того, для общей оптимизации движения поездов периодически может выполняться полная смена графика. Основной целью процедуры оптимизации является сокращение опозданий поездов (увеличение пропускной способности), вызванных эксплуатационными ограничениями. Результаты оптимизации, произведенной автоматическим диспетчером, вносятся в оперативный график программой управления графиком. Также автоматический диспетчер отвечает за обработку команд, вводимых вручную оператором через графический интерфейс графика движения.

Графический интерфейс пользователя отображает графики разных типов и позволяет оператору вносить изменения в график-прогноз. Главным окном является интерфейс диспетчерского графика, в котором движение поездов по ниткам отображается как функция времени. Пользователь может работать непосредственно в самом окне, создавая, выбирая, изменяя или удаляя объекты графика (отдельные нитки, маршруты, остановки, скрещения и т. д.) [3, 4].

Моделирование

Для оценки эффективности работы автоматического диспетчера все соответствующие компоненты были интегрированы в имитационную модель Falko, разработанную для составления и корректировки графиков движения поездов. В состав модели входят следующие компоненты.

Ядро моделирования обеспечивает связь между блоками модели и синхронизацию всех событий в ходе моделирования.

Блок моделирования процессов отвечает за реалистичное моделирование движения поезда (кривые скорости) и напольного оборудования (время перевода стрелок).

Блок моделирования слежения за поездами генерирует сведения о текущем местоположении поездов на рельсовых цепях на основе сообщений о занятости путей, полученных от систем централизации.

Блок моделирования автоматической установки маршрутов передает требования на установку маршрутов в блок моделирования централизации на основе оперативного графика.

Блок моделирования централизации имитирует работу систем централизации, отвечающих за безопасность движения поездов на моделируемом участке. Графический интерфейс пользователя отображает топологию путей, движущиеся по ним поезда и состояние систем централизации.

Взаимодействие с системами железнодорожной автоматики

Для работы программного комплекса необходима актуальная информация о местоположении поезда и основных параметрах подвижного состава и пути, которая может поступать в диспетчерскую систему как от локомотивных, так и от напольных устройств. Кроме того, при планировании работ на путях или в других особых случаях она может вноситься в систему диспетчером. После проведения расчетов и корректировки либо формирования нового графика движения предусматривается воздействие автодиспетчера на системы установки маршрутов для обеспечения нагона одних или снижения скорости движения других поездов. Нагон поезда может, например, достигаться пропуском его по маршрутам с наименьшими скоростными ограничениями, а также сокращением запланированного времени остановок на промежуточных пунктах. Для своевременного снижения скорости проследования поезда с целью пропуска опаздывающего может предусматриваться, например, передача маршрута следования по главному пути двухпутной вставки встречному поезду, а также установка маршрутов за меньшее число блок-участков перед поездом либо включение менее разрешающего сигнального показания. Выбор вариантов воздействия определяется применяемыми системами ЖАТ, а также установленными на железных дорогах правилами организации движения поездов [5].

Результаты экспериментов

Для проверки модели Falko был составлен нормативный график для однопутного участка длиной 50 км с тремя разъездами. График рассчитан на движение поездов с интервалом не менее 15 мин. Номинальное время остановки на станциях составляет 2 мин. График составлялся в расчете на поезда Desiro с максимальным пассажиропотоком.

Оценка производилась по двум циклам моделирования для каждого сценария:

1) цикл 1 – моделирование с использованием программы управления графиком и автоматической установкой маршрутов, но без автоматического диспетчера. Таким образом, в этом цикле был исполнен нормативный график;

2) цикл 2 – моделирование с привлечением автоматического диспетчера. Каждые 10 мин осуществлялась корректировка графика (по модельному времени). Таким образом, непрерывно выполнялась оптимизация оперативного графика с учетом текущей поездной ситуации (актуальное местоположение поездов и возникшие отклонения).

Заключение

Разработанный комплекс автоматизации диспетчерского управления движением поездов основан на глобальной оптимизации графика движения в сочетании с применением моделей и алгоритмов теории графов. Он позволяет существенно сократить опоздания поездов по сравнению с ручным диспетчерским управлением при возникновении технических сбоев, что подтверждено моделированием близких к действительности сценариев для реальных железнодорожных линий. При этом можно ожидать также снижения энергозатрат благодаря исключению дополнительных остановок и троганий с места, вызванных задержками других поездов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия индустриально-инновационного развития экономики Республики Казахстан на 2003-2015 гг. – Астана, 2003. – 311 с.

2. *Мустапаева А.Д.* Основы расчетов автоматизированных систем управления на железнодорожном транспорте: Учебное пособие. – Алматы: КазАТК, 1999. – 38 с.

3. *Тулупов Л.П., Жуковский Е.М., Гусятинер А.М.* Автоматизированные системы управления перевозочными процессами на железных дорогах. – М.: Транспорт, 1991. – 209 с.

4. *Кобдиков М.А., Мустапаева А.Д.* Работа в автоматизированной системе оперативного управления перевозочным процессом. – Алматы: КазАТК, 1998. –140 с.

5. *Камзина А.Д.* Автоматизированные системы управления на железнодорожном транспорте. – Алматы, 2007. – 196 с.

Резюме

Мақалада заманауй жетістіктермен зерттеулердің арқасында поездардың жүрісін қадағалап, ықшамдату жолдары және кәзіргі қолданыстағы автоматтандырылған жүйелермен еңгізуге ұсынылған жүйенің сәйкестілігі қарастырылған. Қарастырылған поездар жүру жүйесі телім арқылы поездардың жүру интервалын азайтуға мүмкіндік береді. Жүйе оптималды жұмыс істеу кезінде поездардың қалып келуі деген ұғым мүлдем жоғалады. Өткізілген сынақтар жүйенің кәзіргі қалданыстағы жүйелермен сыйымдылығы айқындалған.

Summary

In article is considered train dispatching, optimization of movement and compatibility of offered control system with now using systems. The offered control system of traffic allows to reduce intervals of trains movement on stage. At observance of system`s optimal work parameters is reached of train delay. The carried-out tests allow to define full compatibility of considered system with used control systems of trains movement.

КазАТК имени М. Тынышпаева *Поступила 10.12.12 г.*

УДК 628.517.2:669

Ф.К. Батесова, А.И. Батесов

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА И РАЗРАБОТКА ДЕМПФИРУЮЩИХ СПЛАВОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Шум наносит вред не только здоровью людей, но и экономике страны. Здоровье рабочих – богатство республики является важнейшим условием развития производства, а следовательно и экономического роста страны. Так, люди, занятые трудом умственной напряженности, делали на фоне шума в 70 дБ почти в два раза больше ошибок, чем в тишине. Работоспособность занятых умственным трудом падает примерно на 60%, а физическим – на 30% [1].

Особенно опасно, что шум, снижая порог чувствительности нервных клеток в дневное время, ведет к нарушению сна, а в ночные часы он наносит здоровью человека невосполнимый ущерб.

Исследования источников шума в горной промышленности показывают, что на рабочих местах преобладает средне- и высокочастотный шум, который составляет 85-100 дБ и нередко достигает 110-120 дБ. Для многих предприятий характерен импульсный шум ударного происхождения. Источником ударного шума является промышленное оборудование, перфораторы (пневматические и гидравлические бурильные молотки, станки ударно-вращательного бурения режущими коронками, экскаваторы, буровая штанга, шестерни, храповики, рычаги, шкивы и др.).

Снижение шума зубчатых передач горной техники является одной из важнейших проблем, возникающих при уменьшении шума и вибраций машин, механизмов.

Пневматические перфораторы предназначены для бурения шпуров и скважин при производстве буровзрывных работ, и характеризуются очень высоким уровнем шума (120 дБ). Применение цельных буровых штанг обеспечивает более высокую производительность вследствие меньших потерь при прохождении ударного импульса, но одним из недостатков является генерируемый шум высокой интенсивности (120-130 дБ) [2].

В качестве объекта исследования литейных сплавов выбрали образцы из стандартных сталей 20Л, 30Л, 45Л, 55Л и новые выплавленные (табл. 1) легированные хромом и никелем.

Принципы легирования сплавов в работе основаны на изучении диаграмм состояния Fe-C, Fe-Cr, Fe-Mn, Fe-Si и Fe-Ni. Хром, кремний и марганец относятся к числу наиболее часто используемых специальных легирующих элементов. Добавки легирующих элементов изменялись в следующих пределах: хрома от 0,6 до 1, 2%, марганца от 0,9% до 1,4%, кремния 0,8% до 1%, никеля от 0,75 до 1,5%. Углеродосодержащей добавкой служил синтетический чугун с содержанием углерода 3,9%. Хром способствует получению высокой и равномерной твердости сталей. Стали, легированные хромом имеют более высокую прокаливаемость. Хром, растворяясь в феррите и цементите, оказыва-

ет благоприятное влияние на механические свойства стали, что предопределило его широкое применение в конструкционных сталях.

Таблица 1. **Химический состав исследуемых сплавов**

Марка сплавов	Химический состав, % вес							
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	S	P
				не более				
20Л	0,17-0,25	0,20-0,52	0,35-0,90	0,20	0,30	0,30	0,05	0,05
30Л	0,27-0,35		0,40-0,90					
45Л	0,42-0,50							
55Л	0,52-0,60							
ФК-1	0,14-0,22	0,44	0,8	0,85	0,75	0,30	0,05	0,05
ФК-2	0,14-0,22	0,48	0,71	0,68	0,66	0,30	0,05	0,05
ФК-3	0,38-0,42	0,50	0,64	0,81	0,79	0,30	0,05	0,05
ФК-4	0,40-0,52	0,51	0,66	0,77	0,91	0,30	0,05	0,05

Выплавку опытных сплавов производили в индукционной высокочастотной печи ЛПЗ-1-67. Температура плавления t=1700^{0}C. Мощность печи N= 70 кВт. При выполнении работ был использован графитовый тигель.

В качестве основного металлического шихтового материала использовано армко-железо.

Легирование производили 98% металлическим марганцем, 75% ферросилицием, 60% феррохромом и 99,98% металлическим никелем. Выплавленный металл отливали в изложницы размерами 210x210x115 мм. Слитки подвергались нормализации, отжигу и закалке. Режим нормализации – нагрев до Ac_3 +50°C, выдержка час и охлаждение на воздухе. Закалка проводилась по режиму: нагрев до Ac_3 +50°C, выдержка 0,5 ч, охлаждение в воде. Нагревание проводилось в кварцевых ампулах (вакуум порядка 10^{-3} атм) муфельной печи. Двойной отжиг производился по режиму: нагрев до 920-970^{0}C, выдержка 0,5 часа, медленное охлаждение. Образцы для исследования акустических характеристик вырезали из кованых полос. Поверхности пластин шлифовалась по 5-му классу чистоты. Отклонения от размеров не превышали 0,1 мм. Так как изготовление зубчатых колес представляет большие трудности и требует специальной техники, все образцы для исследования выполнены в виде пластины размером 50x50x5 мм.

Исследование шума перфоратора осуществляли в лаборатории шума и вибрации Казахского национального технического университета имени К.И. Сатпаева на установке, представленной на рис. 1. Установка работает следующим образом. Перфоратор (1) устанавливается на столе (2), удерживается вручную и, включив в сеть, осуществляется его работа по сверлению и долблению опытного образца горной породы (10). Шум от вибрирующего корпуса коронки (7) и буровой штанги (8) воспринимается микрофоном (3) шумомера «Октава-101А»(4), осциллографом (6), самописцем (9). Вибрация буровой штанги и корпуса коронки измеряется виброметром «Октава-101В»(5).

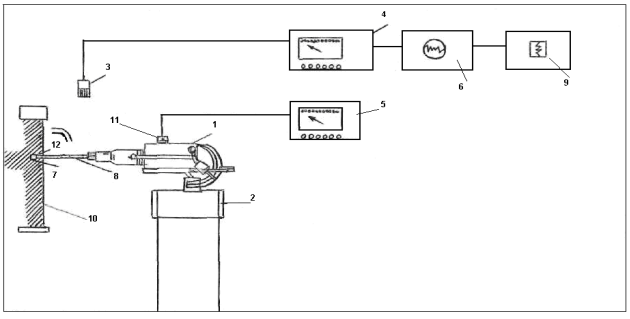


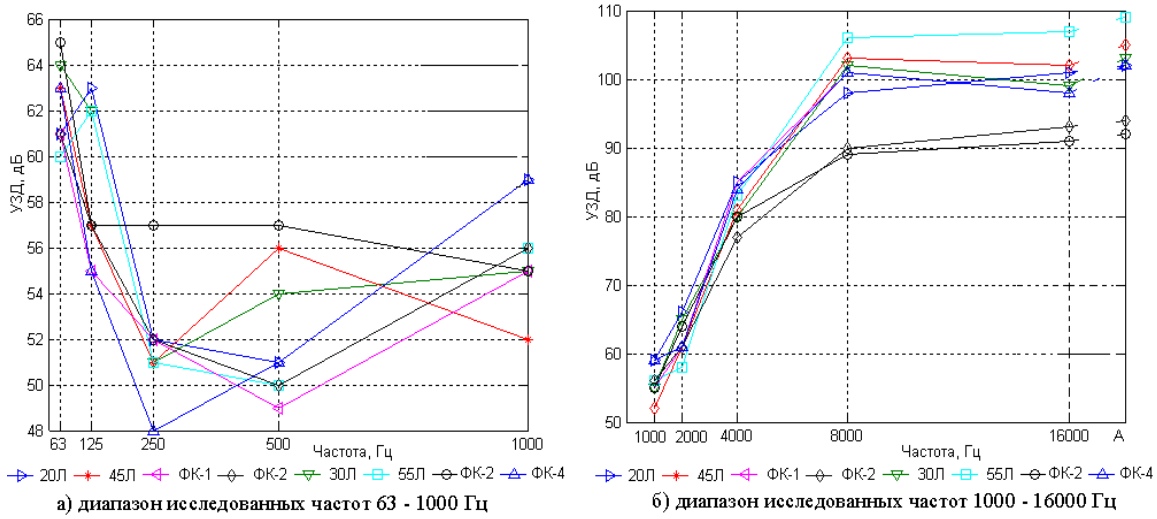
Рис. 1. Установка для исследования шума перфоратора

1-перфоратор; 2-стол; 3-микрофон; 4-шумомер «Октава-101А»; 5- виброметр «Октава-101В»; 6-осциллограф; 7-корпус коронки; 8-буровая штанга; 9-самописец; 10-опытный образец горной породы; 11-вибродатчик; 12-место контакта перфоратора и горной породы

Звуковой импульс от соударения исследуемого образца с ударником фиксировали не только шумомером, но и регистрировали с помощью запоминающего осциллографа PCS-500, который присоединяли к персональному компьютеру. По зафиксированному сигналу на мониторе определяли характеристики демпфирования. В табл. 2 представлены акустические свойства исследованных сталей.

Таблица 2. **Акустические характеристики при соударении литейных конструкционных сталей после нормализации**

Марка образца	Уровни звуковых давлений, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									УЗ, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
20Л	61	63	52	51	59	66	85	98	101	102
30Л	64	62	51	54	55	65	80	102	99	103
45Л	63	57	51	56	52	61	81	103	102	105
55Л	60	62	51	50	56	58	83	106	107	109
ФК-1	61	55	52	49	55	61	85	101	98	102
ФК-2	65	57	57	57	55	64	80	89	91	92
ФК-3	61	57	52	50	56	61	77	90	93	94
ФК-4	63	55	48	51	59	61	84	101	98	102



а) диапазон исследованных частот 63 - 1000 Гц

б) диапазон исследованных частот 1000 - 16000 Гц

Рис. 2. Акустические характеристики звукоизлучения при соударении литейных конструкционных сталей после нормализации

Одной из задач исследования являлась разработка сплавов с повышенными демпфирующими свойствами для деталей перфоратора, работающих в режиме соударений (буровая штанга, корпус коронки), для исследования шума выбрали, легированные стали 30ХГСА, 45ХН, 18Х2Н4ВА, 38ХН3ВА.

Легирующие элементы выбраны из соображения того, как они изменяют структуру сплава и насколько часто они используются при выплавке основных сталей, работающих в ударном режиме. Химический состав и содержание элементов, как в стандартных, так и вновь разработанных сталей приведены в табл.3.

Слитки подвергались горячей ковке, нормализации, отжигу и закалке. Процесс закалки состоит в нагреве стали на 30-50^{0}С выше точки A_{C_3} для доэвтектоидной стали с выдержкой 30-40 мин для завершения фазовых превращений и последующем охлаждении со скоростью выше критической. Закалку осуществляли в масле. При нагревании стали на 30-50^{0}С выше точки A_{C_3}, сталь с исходной структурой перлит + феррит, приобретает аустенитную структуру, которая при последующем охлаждении со скоростью выше критической превращается в мартенситную структуру.

Таблица 3. **Химический состав исследованных сплавов, используемых для изготовления буровой штанги и корпуса коронки перфоратора**

Марка стали	Содержание элемента, %								
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	W	Ce
30ХГСА	0,35	0,97	1,34	1,20	0,31	-	-	-	-
45ХН	0,45	0,25	0,66	0,39	1,08	-	-	-	-
18Х2Н4ВА	0,16	0,16	0,50	1,87	3,82	0,14	0,07	0,87	-
38ХН3ВА	0,38	0,24	0,37	1,01	2,91	-	-	-	-
ФК-1П	0,32	0,26	1,31	0,35	0,29	-	-	-	0,1
ФК-2 П	0,48	0,88	0,72	1,18	3,75	-	-	-	0,15
ФК-3 П	0,38	0,19	0,48	1,68	2,88	0,11	0,09	0,77	0,05
ФК-1 П	0,34	0,28	0,35	1,04	1,21	-	-	-	0,21

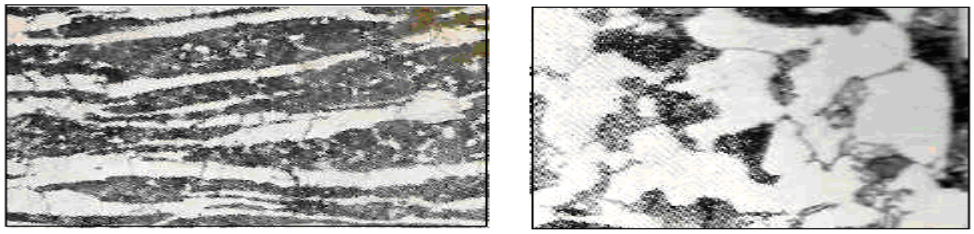
Анализ табл. 4 показывает, что уровни звукового давления (УЗД) имеют максимум на частотах 16000 Гц (87-107 дБ) и 8000 Гц (88-108 дБ). Пониженные значения УЗД сплава ФК-2П (91 дБА) при частоте 16000 Гц характеризируют этот сплав как демпфирующий.

Таблица 4. **Акустические характеристики при соударении опытных образцов сталей для буровой штанги и корпуса коронки перфоратора (БШ и ККП) после закалки**

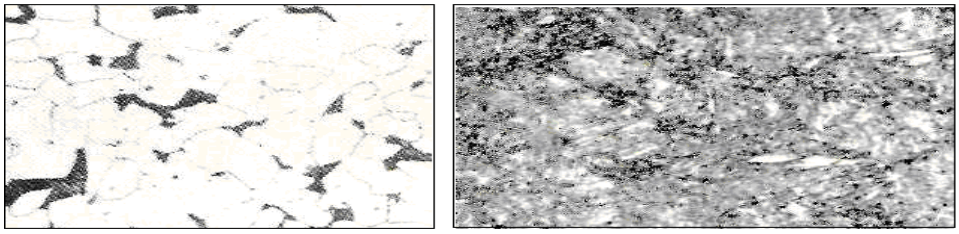
Марка образца	**Уровни звуковых давлений, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц**									**УЗ, дБА**
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
30ХГСА	68	63	637	65	58	61	88	98	100	102
45ХН	63	62	58	58	64	66	86	104	102	105
18Х2Н4ВА	69	68	58	66	57	68	80	107	107	109
38ХН3ВА	63	62	57	58	64	62	81	108	106	107
ФК-1 П	63	63	57	56	58	61	80	103	102	104
ФК-2 П	60	59	54	53	54	58	79	88	90	91
ФК-3 П	60	58	55	57	59	60	81	94	95	98
ФК-4 П	61	60	64	56	56	62	82	102	87	102

Изготовленные детали перфоратора (буровая штанга и корпус коронки) из этого сплава будут генерировать шум пониженного уровня, что существенно улучшит условия труда. Также демпфирующим можно назвать сплав ФК-3П, у которого уровень звука оценивается в 98 дБА, что ниже на 4-11 дБА по сравнению со стандартными сталями 30ХГСА, 45ХН, 18Х24ВА, 38ХН3ВА.

Микроструктура сплава ФК-2П дана на рис. 4. Микроструктурный анализ показывает, что после ковки видны локальные области перлита (рис. 4, а), после нормализации (рис. 4, б) уравновешенная ферритно-перлитная структура, отжиг привел к росту зерен (рис. 4, в), закалка изменила структуру (мартенсит с остаточным аустенитом) (рис. 4, г). Выявленные структуры характеризуются повышенной плотностью дислокаций, кроме того, разработанные сплавы являются ферромагнетиками, вследствие чего эффективно действует механизм доменной диссипации звуковой энергии.



а б



в г

(а) после ковки, (б) нормализации, (в) отжига, (г) закалки

Рис. 4. Микроструктура сплава ФК-2П

При достаточно полном большом экспериментальном материале, возникает естественный вопрос существовании общей закономерности изменения интенсивности шума при соударении различных марок известных и разработанных сплавов.

В этой связи ниже приводятся результаты теоретического обобщения, свидетельствующие об общей закономерности изменения интенсивности шума при соударении металлических материалов различных машин и агрегатов.

На базе представленных в работе лабораторных экспериментов эту закономерность можно отобразить пока упрощенно - графически (рис. 5) с последующим аналитическим ее сопровождением.

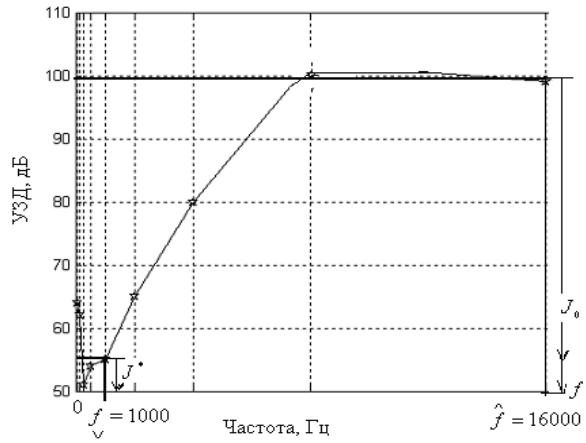


Рис. 5. Зависимость для уравнения –J(*f*)

$o - \underset{\vee}{f}$ - уравнение прямой параллельной оси *f* (Гц)

Свойство 1. Характеристика интенсивности шума J сталей и сплавов на интервале $o - \underset{\vee}{f}$ практически не зависит от *f*, а является случайной величиной.

Свойство 2. J на интервале $f - \hat{f}$ является экспоненциальной функцией вида:

$$J(f) = J_0(1 - \frac{1}{e^{\alpha \cdot f}})\text{; дБ} \qquad (1)$$

Однако, как показали исследования функции (1) она не достаточно удобна и корректна, поэтому предлагается экспоненциальная функция вида:

$$J(f) = \alpha \cdot e^{\beta \cdot f} \qquad (2)$$

где α и β – статистические параметры, определяемые в лаборатории.

Имеем для $\underset{\vee}{f}$: $J(\underset{\vee}{f}) = \alpha \cdot e^{\beta \cdot \underset{\vee}{f}}$ (3)

и для $\hat{f}$: $J(\hat{f}) = \alpha \cdot e^{\beta \cdot \hat{f}}$ (4)

Поделив уравнение (4) на (3), получим:

$$\frac{J_0}{J^*} = e^{\beta\left(\hat{f} - \underset{\vee}{f}\right)} \tag{5}$$

отсюда из (5) имеем:

$$\beta = \frac{1}{\hat{f} - \underset{\vee}{f}} \ln \frac{J_0}{J^*} \tag{6}$$

и далее:
$$\left.\begin{aligned} \alpha_{1,1} &= \frac{J^*}{e^{\beta \cdot \underset{\vee}{f}}}; \\ \alpha_{1,2} &= \frac{J_0}{e^{\beta \cdot \hat{f}}} \end{aligned}\right\} \tag{7}$$

Необходимое условие при этом:

$$\alpha_{1,1} = \alpha_{1,2} \tag{8}$$

Подставим β в (7), будем иметь:

$$\alpha_{1,1} = \frac{J^*}{\exp\left(\frac{1}{\hat{f} - \underset{\vee}{f}} \ln \frac{J_0}{J^*}\right) \underset{\vee}{f}}; \tag{9}$$

$$\alpha_{1,2} = \frac{J_0}{\exp\left(\frac{1}{\hat{f} - \underset{\vee}{f}} \ln \frac{J_0}{J^*}\right) \hat{f}}. \tag{10}$$

Для значений $\alpha_{1,1}$ и $\alpha_{1,2}$ должно соблюдаться равенство.

Заключение: оптимальными акустическими показателями обладает сплав ФК-2 (кремния 0,48%, марганца 0,71%, хрома 0,68%, никеля 0,66%) при нормализации (95 дБ), отжиге (93 дБ) и закалке (91 дБ) и ФК-3 (кремния 0,50%, марганца 0,64%, хрома 0,81%, никеля 0,79%) при отжиге (95 дБ), который уменьшил уровень звукового давления и уровень звука. Использование этих сплавов позволяет снизить звуковую нагрузку на органы слуха горнорабочих, что обеспечит снижение профессиональных заболеваний. Литейный сплав ФК-2 снижает шум в источнике возникновения после всех видов термообработки (нормализация, отжиг и закалка) на 8-10 дБА. Повышение демпфирующих свойств образцов ФК-2 и ФК-3 объясняется высокими диссипативными показателями и перлитно-ферритной структурой с неметаллическими включениями, обеспечивающие наибольший эффект диссипации на частотах 4000-16000 Гц. У стали ФК-3 только при отжиге наблюдаются повышенные демпфирующие свойства (уменьшение на 4-6 дБА); сплав ФК-2 предпочтительнее использовать вместо сталей 20Л, 30Л, 45Л, 55Л, что обеспечит не только снижение производственного шума, но и повысит надежность горного оборудования (из-за уменьшения вредных вибраций). Разработанная и апробированная сталь ФК-2П, содержащая хром (1,18%), кремний (0,88%), марганец (0,72%), никель (3,75%), церий (0,15%) при содержании углерода 0,48% (остальное железо), после термической обработки, обеспечивают создание феррито-перлитной структуры, характеризуемой повышенной плотностью дислокации, что является причиной снижения шума буровой штанги и корпуса коронки перфоратора на 10-12 дБА по сравнению со стандартными сталями, это приводит к снижению заболеваемости горнорабочих. Микроструктура образца ФК-2П перлитно-ферритная, обеспечивает наибольший эффект гашения шума на частотах 4000-16000 Гц за счет повышенной плотности дислокаций. Сплав ФК-2П как ферромагнетик обладает доменной структурой. Для этой группы сплавов рассеяние энергии при циклическом нагружении происходит вследствие переориентации доменов при механическом воздействии (соударении); при этом наблюдается снижение шума соударений, что обеспечивает улучшение условий труда за счет акустического комфорта.

ЛИТЕРАТУРА

1 . *Утепов Е.Б., Батесова Ф.К., Умирбаева Р.С., Сихинбаева Г.Д.* Исследование в области акустики шума. //Пятая Международная научно-техническая конференция «Новое в охране труда, окружающей среды и защите человека в чрезвычайных ситуациях». - Алматы: КазНТУ, 2002.- Ч.1. – С. 377-379.

2. *Утепов Е.Б., Батесова Ф.К., Умирбаева Р.С., Сихинбаева Г.Д.* Изучение дорожно-транспортного шума. //Пятая Международная научно-техническая конференция «Новое в охране труда, окружающей среды и защите человека в чрезвычайных ситуациях». - Алматы: КазНТУ, 2002. - Ч.2. – С. 126-128.

3. *Утепов Е.Б., Батесова Ф.К., Матушевская Е.С.* К вопросу о снижении транспортного шума в условиях городского шума. //Труды 6-ой Международной научно-технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности» (охрана труда, экология, валеология, защита человека в ЧС, токсикология). - Алматы: КазНТУ, 2004. – Ч.2 – С. 54-57.

Резюме

Жер асты жұмыстары тау-кен жұмыскерлерінің қауіпсіздігін қамтамасыз етуге тұрақты түрде назар аударуды қажет ететін адамның еңбек қызметінің қауіпті түрлеріне жатады. Қауіпті және зиянды факторлардың бірі жоғарғы деңгейлі шу, ол жабық кеңістікте бірнеше есе күшейіп жұмыскерлердің ауруларының тіпті есту қабілетін жоғалтуының себебі болып табылады. Мақалада: -қорытпалардың дыбыс қысымы деңгейінің термоөңдеу түріне тәуелділігі анықталған; - легірлеу элементтерінің тиімді мөлшері (0,48% Si; 0,68% Cr; 0,71% Mn; 0,66% Ni, 0,22% C) және термоөңдеу (шынықтыру) тау-кен құрал-жабдықтары құю бөлшектері жұмысында шудың 8-10 дБА төмендеуін қамтамасыз етеді.

Summary

Actuality of researches. Underground mining works concern the most dangerous spheres of labour activity of the person, demanding constant attention to safety of miners. One of harmful and dangerous factors is the raised noise level which in the closed spaces repeatedly amplifies and at the bottom of disease of miners up to hearing loss. In paper: - dependence of level of sound pressure of alloys on a kind heat reatment is established; the optimum maintenance of alloying elements (0,48 % Si is established; 0,68 % Cr; 0,71 % Mn; 0,66 % Ni at 0,22 % C) and the heat treatment (tempering), providing noise decrease on 8-10 dBA cast details of the mining equipment (a gear wheel, ratchet, pulleys, etc.).

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 05.10.12 г.*

УДК 621.382

Ж. Талапбайұлы, М.Ш. Кулымбаева

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ОПТИЧЕСКИХ УСИЛИТЕЛЕЙ СИГНАЛОВ EDFA

Разработка технологии спектрального уплотнения, в частности CWDM (Coarse Wavelenght Division Multiplexing – Грубое спектральное мультиплексирование) и DWDM (Dense Wavelength-division Multiplexing – мультиплексирование с разделением по длине волны), позволили провайдерам и операторам связи, во-первых, расширить пропускную способность имеющихся сетей и, во-вторых, избавили от необходимости финансировать расширение инфраструктуры ВОЛС (Волоконно-оптическая линия связи). В сегментах сети, в которых расстояния между узлами небольшие, доминирующее положение заняли пассивные системы спектрального уплотнения. Мощности передатчиков и чувствительности приемников оптических трансиверов достаточно для обеспечения работоспособности системы и компенсации затухания в волокне и на компонентах системы.

Однако, если возникает задача спектрального уплотнения линии большой протяженности, то без оптических усилителей или регенераторов решения она не имеет. При выборе способа усиления сигнала предпочтение отдается оптическим усилителям: они не осуществляют опто-электронных преобразований сигнала и достаточно просты в исполнении.

Большую популярность в оптических сетях получили усилители EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier – оптический усилитель легированный эрбием). Длины волн усиливаемых простыми EDFA оптических сигналов лежат в диапазоне от 1525 до 1565 нм, что идеально подходит для усиления мощности излучения в «С-диапазоне» DWDM систем. Для усиления сигналов из «L-диапазона» используются LWEDFA (Long Wavelength EDFA – длинноволновые EDFA), работающие в диапазоне от 1570 до 1605 нм. Использование усилителей EDFA для увеличения мощности сигнала в системах DWDM позволило конструктивно упростить эти системы и снизить общую стоимость комплекса оборудования DWDM [1].

В зависимости от применения различают следующие типы усилителей EDFA (рис. 1):

- усилители мощности (бустеры) устанавливаются непосредственно после лазерных передатчиков и предназначены для дополнительного усиления сигнала до уровня, который не может быть достигнут на основе лазерного диода. Бустеры могут также устанавливаться перед оптическим разветвителем (например, при передаче нисходящего трафика в гибридных волоконно-коаксиальных архитектурах кабельного телевидения);

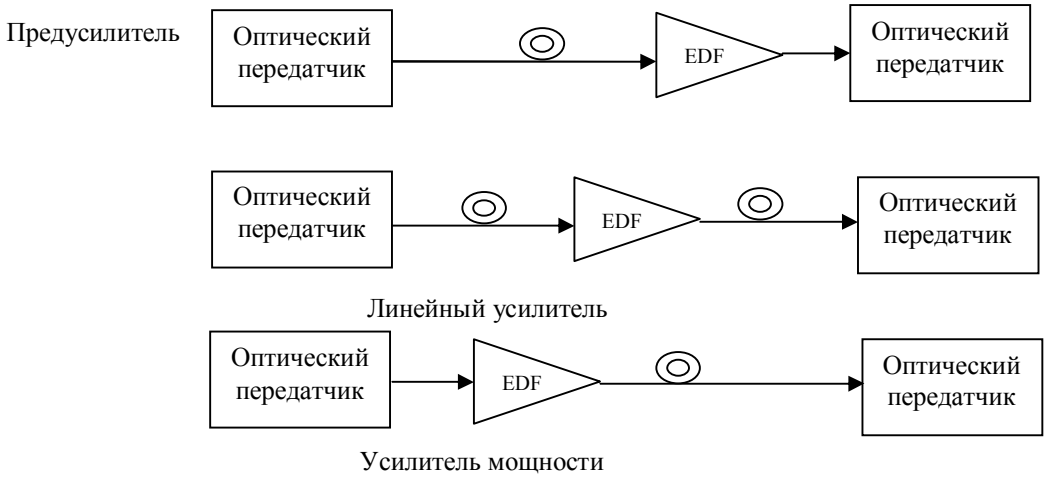


Рис. 1. Применение разных типов оптических усилителей

- предварительные усилители используются непосредственно перед приемником сигнала и способствуют увеличению отношения сигнал/шум на выходе электронного каскада усиления в оптоэлектронном приемнике;

- линейные усилители устанавливаются в промежуточных точках протяженных линий связи между регенераторами или на выходе оптических разветвителей с целью компенсации ослабления сигнала, которое происходит из-за затухания в оптическом волокне или из-за разветвления в оптических разветвителях, ответвителях, мультиплексорах xWDM. Линейные усилители заменяют оптоэлектронные повторители и регенераторы в тех случаях, когда нет необходимости в точном восстановлении сигнала.

В табл. 1 указана степень значимости параметров EDFA в зависимости от типа усилителя.

Таблица 1. **Сравнительный анализ параметров трех типов EFDA**

Параметр	Предусилитель	Линейный усилитель	Усилитель мощности
Коэффициент усиления G	Высокий *	Средний	Низкий
Коэффициент шума NF	Низкий	Средний *	Низкий
Мощность насыщения $P_{out\ sat}$	Низкая	Средняя	Высокая *
Нелинейность**	Низкая	Низкая	Низкая
Зона усиления	Узкая	Широкая	Широкая
Отклонение от плато ΔG	Не указывается	Высокая линейность	Высокая линейность

Оценка зависимости мощности сигнала в процессе распространения, а также процесс накопления шума в линии из каскада усилителей EDFA приведен на рис. 2. Каждый усилитель осуществляет усиление сигнала (коэффициент усиления g(λ) (дБ) и вносит определенный уровень шума $N_0(\lambda)$ (Вт) [2].

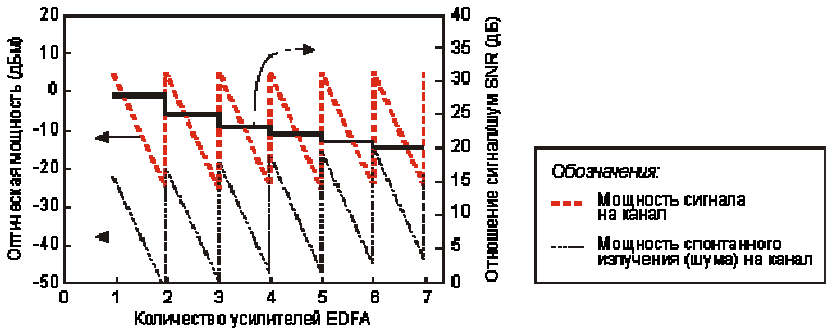


Рис. 2. Диаграммы мощности в межрегенерационной линии с каскадом усилителей EDFA

Рассмотрим методику расчета выходной мощности усилителей EDFA. Обозначим удельное затухание в волокне α (дБ/км). Основные соотношения, описывающие процессы затухания в линии и усиление на EDFA для полезного сигнала и шума, приведены ниже:

$$\alpha L = 10 \lg (P_{out\ i-1} / P_{in\ 1}), \quad (1)$$

$$g = 10 \lg (P_{out\ I} / P_{in\ i}), \quad (2)$$

$$\alpha L = 10 \lg (N_{out\ i-1} / N_{in\ i}), \quad (3)$$

$$g = 10 \lg ((N_{out\ I} - N_0) / N_{in\ i}), \quad (4)$$

где введены обозначения $P_{in\ i}$, $P_{out\ i}$, $N_{in\ i}$, $N_{out\ i}$ соответственно для мощности входного и выходного сигнала, а также входного и выходного шума по отношению к усилителю i.

Оптические усилители характеризуются определенной мощностью насыщения выходного сигнала $P_{out\ sat}$. Эффективная работа усилителя достигается при таком входном сигнале, когда выходной сигнал сравним с мощностью насыщения (обычно немного превосходит мощность насыщения) - при меньшем уровне входного сигнала возрастает удельный вес постоянной составляющей вносимого шума, а при большем уровне входного сигнала (следовательно и входного шума) происходит усиление только шума.

Таким образом, в идеально сбалансированной линии из каскада усилителей $P_{out\ i-1} = P_{out}\ i = P_{out\ sat}$. Отсюда $\alpha L = g$. Тогда, приравнивая соотношения (3) и (4) получаем

$$N_{out}\ i = N_{out\ i-1} + N_0 .$$

Пренебрегая уровнем шума $N_{out\ 0}$ в выходном сигнале от стартового регенератора, т.е. положив $N_{out\ 0} = 0$, для отношения сигнал/шум на выходе k-го усилителя находим:

$$snr_k = 10 \lg (P_{out\ sat} / N_{out\ k}) = 10 \lg (P_{out\ sat} / kN_0)\ \text{дБ}.$$

И окончательно, если мощность сигнала и шума указана в дБм, запишем это соотношение в виде:

$$snr_k = P_{out\ sat} - n_{out} - 10 \lg k\ (\text{дБ}), \qquad (5)$$

где $n_{out} = 10 \lg N_{out} = n_{out\ id\ \Delta\nu} + nf = -134{,}1 + 10 \lg\Delta\nu + g + nf$ (дБм).

По данной методике проведен расчет выходной мощности для усилителей EDFA с примесным волокном на кремниевой и на фтор-цирконатной основе [3]. Данные расчетов приведены на рис. 3.

На рис. 3, *а* показана кривая выходной мощности при усилении канального мультиплексного сигнала со скоростью на канал STM-16 (2,5 Гбит/с). Как видно, на некоторых каналах сохраняется довольно высокое отношение сигнал/шум (SNR(Signal-to-noise ratio)), в то время как на других, особенно в районе 1540 нм, значение SNR низкое. В результате может оказаться, что DWDM сигнал, проходящий через усилитель на одних каналах (например, выше 1545 нм) будет имеет приемлемое SNR, а на других (район 1540 нм) не удовлетворительное для используемого приложения соотношение SNR.

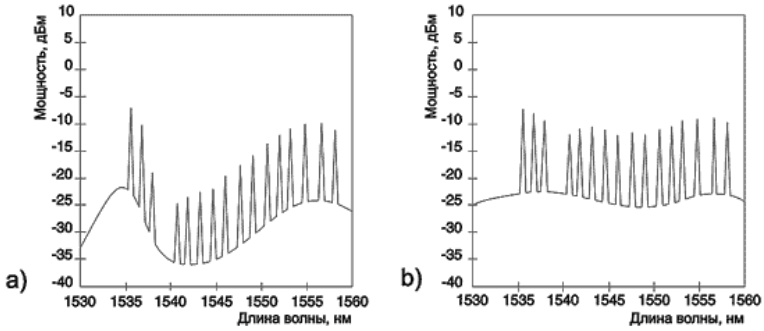


Рис. 3. Кривые выходной мощности: а - усилители на кремниевой основе,
б - усилители на фтор-цирконатной основе

Дополнительные сложности возникают, когда битовые скорости добавляемых или устраняемых каналов различны. Например, соотношение SNR для передачи STM-64 (10 Гбит/с) должно быть на 6 дБ больше, чем для передачи STM-16 (2,5 Гбит/с).

Усилители на фтор-цирконатной основе обладают более регулярным плато, так как фторосодержащее волокно способно поглотить больше эрбия, что и приводит к улучшению профиля в области 1530-1542 нм, которая теперь открывается для усиления DWDM сигнала. Рисунок 3, б показывает, насколько эффективно усиливается DWDM сигнал. Мультиплексированные каналы практически по всей полосе пропускания имеют близкие значения SNR. Это значительно упрощает процедуру опти-

ческого балансирования при воспроизведении сигналов, когда каналы добавляются или удаляются.

Фтор-цирконатный усилитель EDFA имеет один недостаток [3] – выше чем у кремниевого уровень шума, что является следствием большей рабочей длины волны лазера накачки 1480 нм.

Выводы

Анализ параметров оптических усилителей сигналов EDFA показывает падение SNR, что связано с ростом числа каскадов EDFA. При этом, допустимая величина SNR сильно зависит от сетевого и телекоммуникационного стандарта. По этой причине выбор оптических усилителей с теми или иными параметрами, равно как расчет максимального число усилителей в регенерационной линии и максимальной протяженности сегментов, должны проводится строго в соответствии с планируемым сетевым приложением. Исходя из полученных расчетов, при выборе оптических усилителей сигналов предпочтение следует отдать усилителям на кремниевой основе.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Дмитриев С.А., Слепов Н.Н.* "Волоконно-оптическая техника: история, достижения перспективы". Сб. статей – М.: ООО, 2005. – 576 с.
2. *Убайдуллаев Р. Р.* "Волоконно-оптические сети" - М. Эко-Трендз, 2001. – 267 с.
3. *T. Fuerst.* "Today's Optical Amplifiers Enable Tomorrow's Optical Layer" – Lightwave, 1997 – 47-48 с.

Резюме

Мақалада EDFA күшейткішінің түрлері көрсетілген. Есептеулер жүргізіліп кремний және фторцирконатты негізде күшейткіштердегі шығыс қуаттың қатынасы тұрғызылған.

Summary

In the article considered the types of amplifiers EDFA. Conducted calculation and constructed depending on output of power for amplifier on the basis of silicon and fluorine-zirconate.

КазАТК имени М. Тынышпаева *Поступила 08.11.12 г.*

УДК 622.28.04

Г.С. Жетесова, О.М. Жаркевич, Т.М. Бузауова, Е.А. Плешакова

ПОВРЕЖДЕНИЕ ГИДРОСТОЕК МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Гидростойки в современных механизированных крепях представляют собой раздвижные ступенчатые системы.

Они предназначены создавать сопротивление сближению боковых пород и наряду с другими элементами секций предотвращать обрушение пород в подкрепное пространство [1].

Эксплуатация механизированных крепей в этих условиях не обеспечивает в полной мере безопасность и эффективность очистных работ из-за тяжелых последствий динамических явлений в момент внезапного обрушения кровли. Уменьшение фактического сопротивления гидростоек и, как следствие, секций механизированных крепей в целом, вызывает увеличение опусканий выдвижных частей гидростоек, вплоть до их посадки «нажестко», со всеми вытекающими последствиями [2–4].

В процессе работы гидростоек их элементы являются подвижными относительно друг друга, причем зазоры между ними устанавливаются исходя из необходимости сохранения подвижных посадок в сопряжениях пар «поршень-цилиндр» и «шток-втулка». Из-за наличия зазоров в таких соединениях, несмотря на наличие фильтров очистки рабочей жидкости, в гидросистемах имеется присутствие твердых частиц размерами до 80 мкм, разрушающих поверхность элементов гидростоек путем резания или царапания с отделением микростружки [3].

Критерием предельного состояния гидростоек является:

- изгиб или поломка штока, раздутие гидроцилиндра;
- износ, забоины или коррозия рабочих поверхностей штока и цилиндра, приводящие к порче уплотнительных узлов и неустранимым перетокам рабочей жидкости [5, 6].

Определив причины наступления предельного состояния элементов гидростоек механизированных крепей, можно привести классификацию их повреждений, представленных в табл. 1.

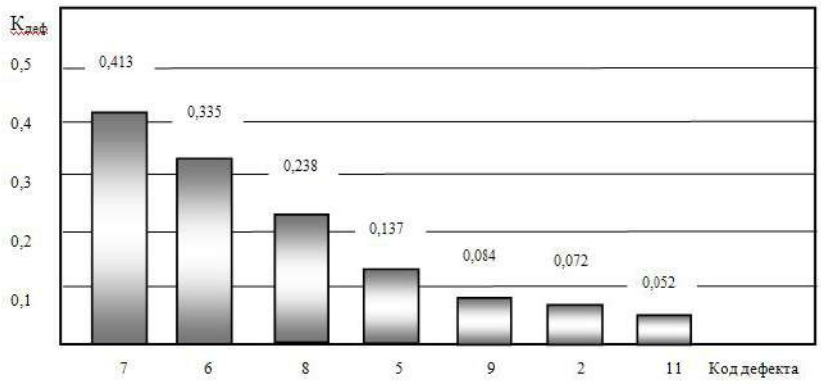
Таблица 1. **Классификация повреждений гидростоек**

Характер взаимодействия	Вид взаимодействия	Относительное перемещение	Пример относительного перемещения	Характерное повреждение
Взаимодействие элементов между собой	Соприкосновение в точке	Без перемещения	Шток	Изгиб
	Соприкосновение по поверхности	Скольжение	Уплотнительные кольца цилиндров	Износ
		Скольжение	Поршень-цилиндр Шток-втулка	Износ
		Скольжение	Поршень-цилиндр Шток-втулка	Фреттинг-коррозия
	С твердыми частицами в потоке жидкости	Без перемещения	Предохранительные клапаны гидростойки	Образование зазора при закрытом клапане
		Скольжение	Поршень-цилиндр Шток-втулка	Износ, задиры, вмятины

Повреждения элементов гидростоек приводят к нарушению ее работоспособности, от которой в значительной степени зависит надежность управления кровлей.

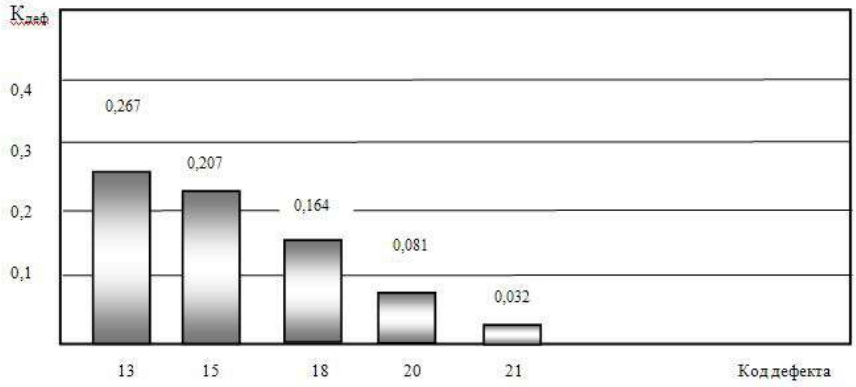
Анализ результатов дефектации элементов гидростоек механизированных крепей, поступивших на ремонт завода РГТО УД АО «Арселор Миттал Темиртау» (г. Караганда), позволили выявить все виды дефектов, после их эксплуатации.

На диаграммах коэффициентов дефектности элементов гидростоек механизированных крепей 2ОКП70К за 2010 – 2012 гг. (рис. 1–3) отражено среднее взвешенное количество дефектов $К_{деф}$, приходящееся на один элемент i-го вида.



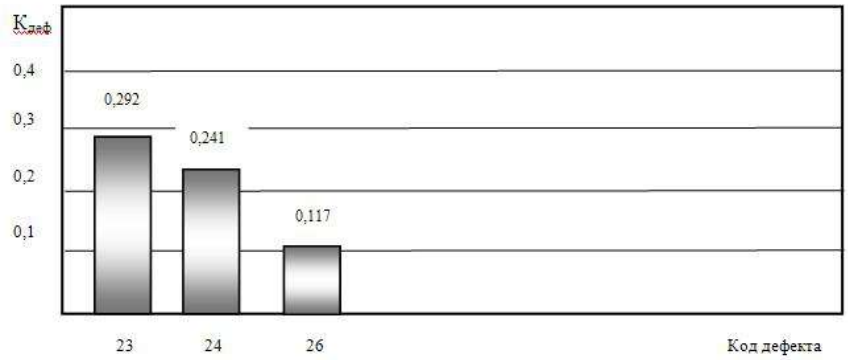
7 – забоина на штоке; 6 – риска в пределах допуска; 8 – коррозия за пределами допуска штока (более 0,03 мм); 5 – вмятина на штоке; 9 – отслаивание покрытия; 2 – изгиб штока; 11- износ резьбы

Рис. 1. Диаграмма коэффициентов дефектности штоков гидростоек механизированной крепи 2ОКП70К за период 2010 – 2012 гг.



13 – риска и царапины на зеркале цилиндра; 18 – коррозия за пределами допуска цилиндра (более 0,03 мм); 15 – раздутие свыше 0,5 мм; 20 – деформация опоры; 21 – износ гнезд

Рис. 2. Диаграмма коэффициентов дефектности цилиндров гидростоек механизированной крепи 2ОКП70К за период 2010 – 2012 гг.



23 – износ и деформация резьбы; 24 – забоины по кромкам канавок, уплотнительных колец и манжет; 26 – износ направляющих латунных поясков

Рис. 3. Диаграмма коэффициентов дефектности поршня и втулки гидростоек механизированной крепи 2ОКП70К за период 2010–2012 гг.

Проанализировав диаграммы дефектов элементов гидростоек механизированных крепей, можно сделать вывод, что основными дефектами являются:

– забоины, риски, вмятины, коррозия – у штоков ($К_{деф}$ = 0,238…0,413);

– риски, коррозия, раздутие - у цилиндров ($К_{деф}$ = 0,164…0,267);

– износ и деформация резьбы, забоины по кромкам канавок, уплотнительных колец и манжет - у поршней и втулок ($К_{деф}$ = 0,117…0,292).

Довольно высокие коэффициенты дефектов элементов гидростоек позволяют говорить, что они не обладают достаточной степенью надежности.

Поскольку процесс функционирования гидростойки представляет собой последовательность во времени интервалов безотказной работы, перемежаемых интервалами восстановления, с точки зрения надежности гидростойка может характеризоваться следующими критериями - средним временем безотказной работы и средним временем восстановления. Эти критерии для гидростоек механизированной крепи 2ОКП70К по данным шахты «Тентекская» (2006 г.) представлены на рис. 4 и в табл. 2.

Восстановление элементов гидростоек механизированных крепей в случае их повреждения или отказа требует определенных затрат труда и времени. Характер функциональных отказов гидростоек механизированных крепей 2ОКП70К ввиду повреждения их элементов, а также время и трудоемкость восстановления приведены в табл. 6 [7, 8].

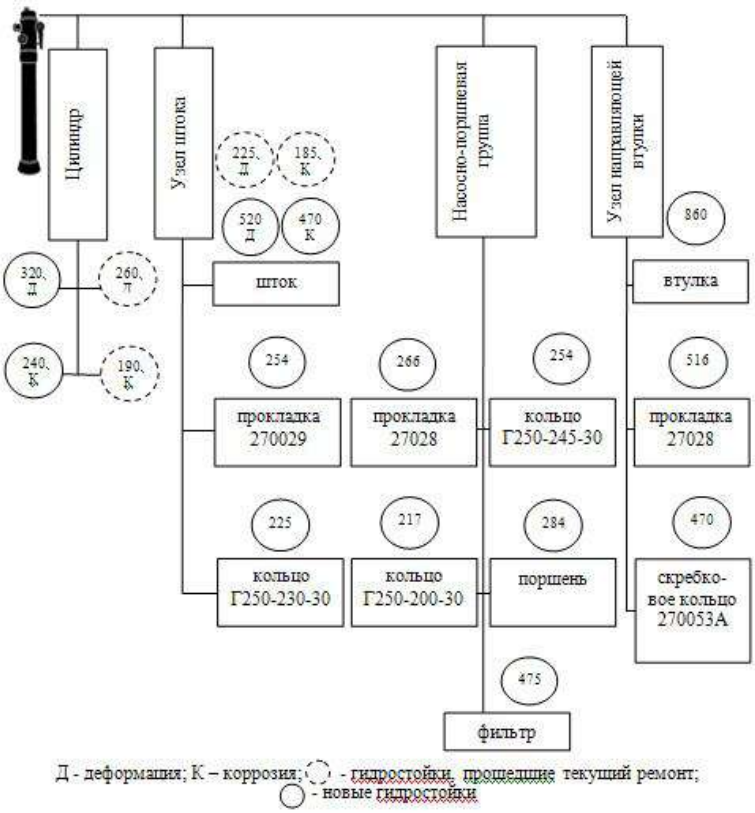


Рис. 4. Среднее время безотказной работы основных узлов и элементов гидростоек механизированной крепи 2ОКП70К до первого капитального ремонта (день)

Таблица 2. **Функциональные отказы гидростоек, время и трудоемкость их восстановления**

Характер проявления отказа	**Причина отказа**	**Время восстановления, мин**	**Трудоемкость восстановления, мин**
1	2	3	4
Секция не придвигается к базе	Гидростойка секции не держит давление из-за перетоков рабочей жидкости из поршневой полости в штоковую; изгиб штока гидростойки; раздутие цилиндра; развальцовка, разрыв отверстий гидростойки нарушение соосности	140	280
Гидростойка не удерживает сопротивления при положении рычага распределителя в позиции «0»	Внутренняя утечка в гидростойке из-за негерметичности уплотнительных колец; коррозия (забоины, риски цилиндра)	120	120
Гидростойка не складывается, во время распирания не раздвигается или раздвигается слишком медленно	Изгиб штока; деформирована направляющая втулка; раздутие цилиндра; поврежден обратный клапан разрушение отверстий головки штока, коррозия	140	280

Анализируя данные рис. 4, можно сказать, что среднее время безотказной работы элементов гидростоек механизированных крепей составляет для:

– новых штоков – 470 - 520 дней, прошедших ремонт – 185 – 225 дней;
– новых цилиндров – 320 – 240 дней, прошедших ремонт – 190 – 260 дней;
– новых поршней – 284 - 475 дней, прошедших ремонт – 256 дней;
– новых втулок – 860 дней.

Восстановление элементов гидростойки весьма сложно и трудоемко.

Несмотря на то, что существуют способы восстановления внутренней поверхности цилиндров гидростоек, в условиях завода РГТО они не ремонтируются, поскольку это экономически нецелесообразно. В случае появления дефектов цилиндры гидростоек заменяют на новые.

Ремонт штоков сводится к проточке наружной поверхности на глубину 0,6 - 1 мм, снятию хромового гальванопокрытия, наращиванию металла наплавкой под слоем флюса АН-348А используемого совместно с электродной проволокой СВ08Г2С, обработке и хромированию [9]. Однако к недостаткам наплавки под слоем флюса можно отнести изменение структуры и механических свойств металла при его нагревании и появлении пор, что в свою очередь не может гарантировать отсутствие отслаивания при возникновении внешних нагрузок на цилиндры гидростоек.

Погнутые штоки правят без нагрева, допустимый прогиб, при длине штока до 300 мм, не более 0,15 мм на всей его длине.

Резьба на концах штока, в случае ее забоя, прогоняется или заваривается, протачивается и нарезается вновь [10].

Развальцовку и разрыв отверстия головки штока устраняют наплавкой.

При большом износе поршни обычно не восстанавливают, а заменяют вновь изготовленными. В общем случае они зачищаются и восстанавливаются наплавкой [11].

Уплотнительные кольца и манжеты заменяются новыми при их износе или потере эластичности.

При этом затраты времени и труда на восстановление остаются значительными, и с течением дальнейшей эксплуатации гидростоек эти затраты только увеличиваются, поскольку элементы изнашиваются и деформируются, а следовательно восстанавливаются и заменяются неоднократно.

Значительными остаются не только затраты труда и времени на восстановление элементов гидростоек, но и капитальные затраты (таблица 3).

Таблица 3. **Себестоимость изготовления и восстановления элементов гидростойки 2ОКП70К на заводе РГТО (2011 год)**

Наименование элемента гидростойки	Масса детали, кг	Цена, тыс. тенге	Себестоимость изготовления, тыс.тенге	Себестоимость детали, тыс.тенге	Себестоимость первого восстановления, тыс.тенге	Себестоимость первого восстановления, тыс.тенге
Шток 2ОКП70 КТ.22.100.02Н-01 СБ	80	110	122	20	45	90
Втулка 2ОКП70 КТ.22.100.08Н-01 СБ	5,5	40	70	9	60	80
Поршень 2ОКП70 КТ.22.100.03Н-01 СБ	25	75	84	80	91	118
Цилиндр с дном КТ.22.100.04Н-01 СБ	87	120	170	20	105	167
Сгребающее кольцо 195.210.10.16	0,3	25	30	1,2	44	-
Направляющее кольцо Г160/155×20	0,15	20	24	1	38	-

Поэтому для того, чтобы снизить трудоемкость и время восстановления гидростоек механизированных крепей, сократить капитальные затраты на техническое обслуживание и ремонт, повысить износостойкость и долговечность элементов гидростоек, а также уменьшить количество отказов, обеспечить в полной мере успешное управление кровлей необходим комплекс мероприятий, учитывающий особенности условий работы и технологию изготовления гидростоек.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Хорин В.Н., Мамонтов С.В., Каштанова В.Я.* Гидравлические системы механизированных крепей. – М.: Недра, 1971. – 288 с.

2. Эксплуатация механизированных крепей и пути их совершенствования. /Под общей ред. Кузнецова С.Т. – М.: Недра, 1976. – 188 с.

3. *Жетесова Г.С.* Анализ работоспособности гидростоек механизированных крепей //Труды университета. Вып. №1. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2001, – С. 37-38.

4. *Жетесов С.С., Нургужин М.Р., Жетесова Г.С.* Развитие теории расчета механизированных крепей. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2003. – 160 с.

5. *Жетесова Г.С., Жаркевич О.М.* Определение технико-экономических показателей механизированной крепи «Глиник» //Труды университета. Выпуск 3. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2005. – С. 33 - 35.

6. *Жетесова Г.С.* Анализ разрушений и деформаций элементов конструкций механизированных крепей //Труды университета. Выпуск 1. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2002, – С. 9-11.

7. Справочник оградительно-поддерживающей крепи 2ОКП70К. – Караганда, 1988. – 150 с.

8. *Жетесов С.С., Жетесова Г.С.* Исследование трудоемкости восстановления элементов секций механизированных крепей при их эксплуатации //Труды международного экономического конгресса «Актуальные проблемы экономики и финансов Республики Казахстан». – Караганда: «Тэффи», 2003, – С. 251-252.

9. *Жетесова Г.С., Жаркевич О.М.* Анализ способов восстановления втулок гидростоек механизированных крепей //Materiały IV międzynarodowej naukowe-praktycznej konferencji «Naukowy potencjał śmiata – 2008» (Tym 9). – Prezemyśl: Nauka i studia, 2008. – С. 8 – 10.

10. *Жетесова Г.С., Жаркевич О.М.* Выбор рационального способа восстановления элементов гидростоек механизированных крепей //Materiály V mezinárodoni vědeko-praktiká konference «Věda a technologie – Krok do Budoucnosti -2009» (Dil 15). – Praha: Publishing House «Education and Science», 2009. – С. 24 – 27.

11. *Жетесова Г.С., Жаркевич О.М., Куликов В.Ю.* Способы восстановления гидростоек механизированных крепей //Материалы 11 международной конференции «Ресурсосберегающие технологии ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин, механизмов, оборудования, инструмента и технологической оснастки от нано- до макроуровня». – СпБ: Изд-во РУДН, 2009. – С. 425 - 429.

Резюме

Механикаландырылған бекітпелердің сутіреулерінің ең шекті күйінің критерийлері келтірілген. Сутіреулер элементтерінің бұзылған жерлерінің жіктеуі келтірілген. Сутіреулер элементтерінің ақаулылық коэффициенттері көрсетілген. Сутіреулердің функционалды қабыл алмаулары, уақыты және олардың қайта қалпына келу қиыншылығы сипатталған. Сутіреулер элементтерінің жөндеу тәсілдері, дайындаудың және сутіреулер элементтерінің қайта калпына келуінің өзіндік құны келтірілген.

Summary

Criteria limit state for hydraulic jacks of mechanical supports are described. Classification of damage of hydraulic jack elements is shown. Ratios of defects for hydraulic jack elements are indicated. The functional failures of hydraulic jacks, time and effort to restore them are shown. The ways of hydraulic jacks items repair, the cost of production and repair of hydraulic jacks items are described.

Карагандинский государственный
технический университет

Поступила 05.10.12 г.

УДК. 621.879.002.

В.А. Тимирязев, М.Ф. Керимжанова, А.З. Габдуллина

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ ЗАЗОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРУППОВОЙ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ

Метод групповой взаимозаменяемости (селективная сборка) применяют для достижения высокой точности соединения в малозвенных размерных цепях. Его сущность заключается в том, что требуемая точность зазора в соединении достигается путем включения в размерную цепь составляющих звеньев (деталей), принадлежащих к одной из групп, на которые детали предварительно рассортированы [1].

Требуемая величина зазора формализуется как замыкающее звено размерной цепи $A_\Delta=A_1-A_2$, где A_1 и A_2 соответственно размер охватывающей и охватываемой детали.

При методе полной взаимозаменяемости точность зазора определяется допуском

$T_\Delta =. T_1 + T_2$, где T_1, T_2 - где допуски на составляющие звенья A_1 и A_2,

или с использованием предельных отклонений: $\Delta_\Delta^B, \Delta_\Delta^H$

$T_\Delta = \Delta_\Delta^B - \Delta_\Delta^H$.

В свою очередь: $\Delta_\Delta^B = \Delta_1^B - \Delta_2^H$ и $\Delta_\Delta^H = \Delta_1^H - \Delta_2^B$,

где Δ_1^B, Δ_1^H и Δ_2^B, Δ_2^H - предельные отклонения на составляющих звеньях A_1 и A_2 .

Рассмотрим задачу повышения точности зазора в соединения методом групповой взаимозаменяемости. Реализация метода групповой взаимозаменяемости определяется необходимостью выполнения двух расчетных условий:

Условие 1 - сумма допусков увеличивающих звеньев должна равняться сумме допусков уменьшающих
$$\vec{T}_1 = \overleftarrow{T}_2 \qquad (1)$$

Условие 2 - координата середины поля допуска, получаемая на замыкающем звене при расширенных допусках $\Delta'_{0\Delta}$, должна быть равна требуемой координате $\Delta_{0\Delta}$ середины поля допуска:
$$\Delta'_{0\Delta} = \vec{\Delta}'_{01} - \overleftarrow{\Delta}'_{02} = \Delta_{0\Delta}. \qquad (2)$$

Задача повышения точности зазора в κ раз $T'_\Delta = T_\Delta / \kappa$ достигается путем разбиения допусков T_1, T_2 охватывающей и охватываемой детали на κ групп. Предельные отклонения на замыкающем звене при этом составят:

$$\Delta'^B_\Delta = \Delta_{0\Delta} + 0{,}5\frac{T_\Delta}{\kappa}; \quad \Delta'^H_\Delta = \Delta_{0\Delta} - 0{,}5\frac{T_\Delta}{\kappa}, \text{ таким образом } T'_\Delta = \Delta'^B_\Delta - \Delta'^H_\Delta = \frac{T_\Delta}{\kappa}.$$

Разбиение на группы охватывающих деталей сводится к определению предельных отклонений размеров в каждой из κ групп:

для группы *I* $\quad \Delta_{1I}^H = \Delta_1^H$; $\quad \Delta_{1I}^B = \Delta_1^H + \frac{T_1}{\kappa}$;

для группы *II* $\quad \Delta_{1II}^H = \Delta_1^H + \frac{T_1}{\kappa}$ $\quad \Delta_{1II}^B = \Delta_1^H + 2\frac{T_1}{\kappa}$;

……

для группы κ $\quad \Delta_{1\kappa}^H = \Delta_1^H + (\kappa - 1)\frac{T_1}{\kappa}$ $\quad \Delta_{1\kappa}^B = \Delta_1^H + T_1 = \Delta_1^B$.

Разбиение на группы охватываемых деталей сводится к определению предельных отклонений размеров в каждой из κ групп:

для группы *I* $\quad \Delta_{2I}^H = \Delta_2^H$; $\quad \Delta_{2I}^B = \Delta_2^H + \frac{T_2}{\kappa}$;

для группы *II* $\Delta^H_{2II} = \Delta^H_2 + \frac{T_2}{\kappa}$; $\Delta^B_{2II} = \Delta^H_2 + 2\frac{T_2}{\kappa}$;

для группы *к* $\Delta^H_{2\kappa} = \Delta^H_2 + (\kappa - 1)\frac{T_2}{\kappa}$; $\Delta^B_{2\kappa} = \Delta^H_2 + T_2 = \Delta^B_2$.

Таблица сортировки по группам размеров охватывающих и охватываемых деталей имеет вид:

Таблица 1.

Звенья цепи	группа. *I*		группа *II*		. . .	группа *к*	
	$\Delta_1{}^H$	$\Delta_1{}^B$	$\Delta_2{}^H$	$\Delta_2{}^B$	. . .	$\Delta^H{}_K$	$\Delta^B{}_K$
A_1	$\Delta^H{}_{1,I}$	$\Delta^B{}_{1,I}$	$\Delta^H{}_{1,II}$	$\Delta^B{}_{1,II}$	. . .	$\Delta^H{}_{1,K}$	$\Delta^B{}_{1K}$
A_2	$\Delta^B{}_{2,I}$	$\Delta^B{}_{2,I}$	$\Delta^H{}_{2,II}$	$\Delta^B{}_{2,II}$	. . .	$\Delta^H{}_{2,K}$	$\Delta^B{}_{2,K}$
A_Δ	$\Delta^B_\Delta, \Delta^H_\Delta$						

При сборке изделия из деталей, принадлежащих к определенной группе имеет место полная взаимозаменяемость. Поэтому правильность расчета отклонений в группах выполняем по формулам предельных отклонений:

$$\Delta^{\hat{A}}_\Delta = \Delta^{\hat{A}}_{1,J} - \Delta^{\acute{I}}_{2,J} \quad \text{и} \quad \Delta^H_\Delta = \Delta^H_{1,J} - \Delta^B_{2,J}, \tag{3}$$

где J – номер соответствующей группы $J = (1...к)$.

Для группы I

$$\Delta^B_\Delta = \Delta^B_{1I} - \Delta^H_{2I} = \Delta^H_1 + \frac{T_1}{\kappa} - \Delta^H_2 \; ; \qquad \Delta^H_\Delta = \Delta^H_{1I} - \Delta^B_{2I} = \Delta^H_1 - \Delta^H_2 - \frac{T_2}{\kappa} \; ;$$

Для группы II

$$\Delta^B_\Delta = \Delta^B_{1II} - \Delta^H_{2II} = \Delta^H_1 + \frac{T_1}{\kappa} - \Delta^H_2 \; ; \qquad \Delta^H_\Delta = \Delta^H_{1II} - \Delta^B_{2II} = \Delta^H_1 - \Delta^H_2 - \frac{T_2}{\kappa} \; ;$$

……

Для группы *к*

$$\Delta^B_\Delta = \Delta^B_{1\kappa} - \Delta^H_{2\kappa} = \Delta^H_1 + \frac{T_1}{\kappa} - \Delta^H_2 \; ; \qquad \Delta^H_\Delta = \Delta^H_{1\kappa} - \Delta^B_{2\kappa} = \Delta^H_1 - \Delta^H_2 - \frac{T_2}{\kappa} \; ;$$

Полученные выражения показывают, что при сборке изделия из деталей, принадлежащих к определенной группе, предельные отклонения на замыкающем звене имеют одни и те же значения, при которых поле допуска на замыкающем звене уменьшается в *К* раз, что означает достижение более высокой точности зазора в соединении:

$$T'_\Delta = \Delta'^B_\Delta - \Delta'^H_\Delta = \frac{T_1 + T_2}{\kappa} = T_\Delta / \kappa \quad .$$

Рассмотрим применене изложенной методики на конкретном примере обеспечения требуемого зазора в соединении штока с гидроцилиндром шахтной стойки [2]. Согласно техническим требованиям в соединении необходимо обеспечить зазор в пределах $\Delta^B_\Delta = 150 мкм$, $\Delta^H_\Delta = 50 мкм$, допуск на зазор $T_\Delta = \Delta^B_\Delta - \Delta^H_\Delta = 150 - 50 = 100 мкм$.

Обработка отверстий гидроцилиндров осуществляется с точностью $\Delta^B_1 = 120 мкм$, $\Delta^{\acute{I}}_1 = 0$, допуск на диаметр отверстия составляет $T_\Delta = 120 мкм$ и координата середины поля допуска $\Delta_{01} = 0{,}5 \cdot (\Delta^B_1 + \Delta^H_1) = 60 мкм$. В свою очередь, обработку штоков выполняют с точностью $\Delta^B_2 = 10 мкм$, $\Delta^{\acute{I}}_2$ = -110мкм допуск на диаметр штоков также составляет $T_2 = 120 мкм$ и координата середины поля допуска $\Delta_{02} = 0{,}5 \cdot (\Delta^B_2 + \Delta^H_2) = -50 мкм$.

При сборке цилиндров с использованием метода полной взаимозаменяемости отклонения зазора в соединении будут находится в пределах допуска:

$T'_{\Delta} = T_1 + T_2 = 120 + 120 = 240 мкм$, что превышает требуемый допуск на зазор $T'_{\Delta} = T_{\Delta}$ более чем в два раза 240*мкм* > 100 *мкм*.

Для обеспечения требуемой точности зазора используем метод групповой взаимозаменяемости, согласно которому количество групп сортировки по размерам цилиндров и штоков должно составить не менее $к = T'_{\Delta} / T_{\Delta}$ =240/100 = 2,4. Принимаем три группы сортировки *к* = 3. Однако для реализации этого метода требуется выполнение второго расчетного условия, определяемого выражением (2) 60 - (-50) ≠100. С этой целью введем незначительную коррекцию, назначив новые значения предельных отклонений звена A_2. $\Delta''^{B}_2 = 20 мкм$, $\Delta'^{\dot{I}}_2$ = -130 мкм, при которых $\Delta_{02} = 0{,}5 \cdot (20 - 100) = -40 мкм$.

В результате окончательно получим следующие допуски и пре дельные отклонения на составляющие звенья A_1 и A_2, которые отвечают двум расчетным условиям метода групповой взаимозаменяемости:

$\vec{T}_1 = \bar{T}_2 = 120$ мкм и $\Delta'_{0\Delta} = \vec{\Delta}'_{01} - \bar{\Delta}'_{02} = 60 - (-40) = 100 = \Delta_{0\Delta}$.

На основе этого составляем табл. 2 размерной сортировки гидроцилиндров A_1 и устанавливаемых в них штоков A_2 по трем группам:

Таблица 2

Звенья цепи	**группа *I***		**группа *II***		**группа *III***	
	$\Delta_1{}^{H}$	$\Delta_1{}^{B}$	$\Delta_2{}^{H}$	$\Delta_2{}^{B}$	$\Delta^{H}{}_{3}$	$\Delta^{B}{}_{3}$
A_1	$\Delta^{H}{}_{1,I} = 0$	$\Delta^{B}{}_{1,I} = 40$	$\Delta^{H}{}_{1,II} = 40$	$\Delta^{B}{}_{1,II} = 80$	$\Delta^{H}{}_{1,K} = 80$	$\Delta^{B}{}_{1K} = 120$
A_2	$\Delta^{H}{}_{2,I} = -100$	$\Delta^{B}{}_{2,I} = -60$	$\Delta^{H}{}_{2,II} = -60$	$\Delta^{B}{}_{2,II} = -20$	$\Delta^{H}{}_{2,K} = -20$	$\Delta^{B}{}_{2,K} = 20$
A_Δ	$\Delta^{\dot{I}}_{\Delta} = 60$	$\Delta^{\hat{A}}_{\Delta} = 140$	$\Delta^{\dot{I}}_{\Delta} = 60$	$\Delta^{\hat{A}}_{\Delta} = 140$	$\Delta^{\dot{I}}_{\Delta} = 60$	$\Delta^{\hat{A}}_{\Delta} = 140$

Проверку правильности расчета выполняем по формулам (3);

Для группы I

$$\Delta^{B}_{\Delta} = \Delta^{B}_{1I} - \Delta^{H}_{2I} = 40 - (-100) = 140; \qquad \Delta^{H}_{\Delta} = \Delta^{H}_{1I} - \Delta^{B}_{2I} = 0 - \{-60) = 60$$

Для группы II

$$\Delta^{B}_{\Delta} = \Delta^{B}_{1II} - \Delta^{H}_{2II} = 80 - (-60) = 140 \qquad \Delta^{H}_{\Delta} = \Delta^{H}_{1II} - \Delta^{B}_{2II} = 40 - \{-20) = 60$$

Для группы III

$$\Delta^{B}_{\Delta} = \Delta^{B}_{1II} - \Delta^{H}_{2II} = 120 - \{-80) = 140 \qquad \Delta^{H}_{\Delta} = \Delta^{H}_{1II} - \Delta^{B}_{2II} = 80 - 20 = 60$$

Таким образом, при выборе трех групп размерной сортировки отклонение зазора между цилиндром и поршнем в каждой из трех групп обеспечивается в пределах одинакового допуска: $T^{(3)}_{\Delta} = \Delta^{B}_{\Delta} - \Delta^{H}_{\Delta} = 140 - 60 = 80 мкм$, величина которого на 20% меньше требуемого значения: $T^{(3)}_{\Delta}$ = 80 мкм < T_{Δ} = 100мкм.

В обозначении допуска замыкающего звена $T^{(3)}_{\Delta}$ верхний индекс (3) обозначает число групп сортировки.

Приведенные в табл. 2 три группы сортировки размеров цилиндров и штоков являются основными. Это минимальное число групп, которые имеют наиболее широкие групповые допуски, за пределами которых достижение требуемой точности замыкающего звена методом полной взаимозаменяемости не представляется возможным

$$T_{1I} = \Delta^{B}_{1I} - \Delta^{H}_{1I} = T_{1II} = T_{1III} = 40 мкм; \qquad T_{2I} = \Delta^{B}_{2I} - \Delta^{H}_{21I} = T_{2II} = T_{2III} = 40 мкм.$$

При необходимости достижения более высокой точности зазора в соединении цилиндр-поршень количество групп сортировки следует увеличивать. Покажем это на рассматриваемом примере и увеличим количество групп сортировки с трех до шести.

Рассчитанные предельные отклонения составляющих звеньев для этого случая представлены в табл. 3.

Таблица 3.

Звенья	Группа *I*		Группа *II*		Группа *III*		Группа *IV*		Группа *V*		Группа VI	
	$\Delta^{\acute{I}}$	$\Delta^{\hat{A}}$	$\Delta^{\acute{I}}$	$\Delta^{\hat{A}}$	$\Delta^{\acute{I}}$	$\Delta^{\hat{A}}$	$\Delta^{\acute{I}}$	$\Delta^{\hat{A}}$	$\Delta^{\acute{I}}$	$\Delta^{\hat{A}}$	$\Delta^{\acute{I}}$	$\Delta^{\hat{A}}$
A_1	0	20	20	40	40	60	60	80	80	100	100	120
A_2	-100	-80	-80	-60	-60	-40	-40	-20	-20	0	0	20
A_Δ	80	120	80	120	80	120	80	120	80	120	80	120

При таком разбиении предельные отклонения на замыкающем звене $\Delta^B_\Delta, \Delta^H_\Delta$, получаемые.при сборке изделия из деталей, принадлежащих определенной группе, составят

Для группы I

$$\Delta^B_\Delta = \Delta^B_{1I} - \Delta^H_{2I} = 20 - (-100) = 120; \qquad \Delta^H_\Delta = \Delta^H_{1I} - \Delta^B_{2I} = 0 - \{-80) = 80$$

Для группы II

$$\Delta^B_\Delta = \Delta^B_{1II} - \Delta^H_{2II} = 40 - (-80) = 120; \qquad \Delta^H_\Delta = \Delta^H_{1II} - \Delta^B_{2II} = 20 - \{-80) = 80$$

.....

Для группы VI

$$\Delta^B_\Delta = \Delta^B_{1VI} - \Delta^H_{2VI} = 120 - 0 = 120 \qquad \Delta^H_\Delta = \Delta^H_{1VI} - \Delta^B_{2VI} = 100 - 20 = 80$$

Отклонения зазора в этом случае ограничивается более точным допуском $T^{(6)}_\Delta = \Delta^B_\Delta - \Delta^H_\Delta = 120 - 80 = 40 мкм$, величина которого в два раза меньше, чем допуск на зазор, получаемый при трех группах сортировки:

$T^{(6)}_\Delta = 40$ *мкм* < $T^{(3)}_\Delta =$ 80 *мкм* < $T_\Delta = 100$ *мкм*.

При этом групповые допуски на звеньях A_1 и A_2 в два раза меньше по сравнению с сортировкой на три группы, представленной в таблице 2

$$T_{1I} = \Delta^B_{1I} - \Delta^H_{1I} = T_{1II} = ... = T_{1VI} = 20 мкм; \qquad T_{2I} = \Delta^B_{2I} - \Delta^H_{21I} = T_{2I} = ... = T_{2VI} = 20 мкм.$$

Анализ данных, приведенных в табл. 2 и 3 показывает, что групповые допуски на размеры A_1 и A_2 в трех основных группах сортировки, представленные в табл. 2,

$T^{(3)}_{1I} = T^{(3)}_{1II} = T^{(3)}_{1III}$ и $T^{(3)}_{2I} = T^{(3)}_{21II} = T^{(3)}_{2III}$ включают групповые допуски, получаемые при сортировке деталей на шесть групп (табл. 3):

для звена A_1 $T^{(3)}_{1I} = T^{(6)}_{1I} + T^{(6)}_{1II}; \quad T^{(3)}_{1II} = T^{(6)}_{1III} + T^{(6)}_{1IV}; \quad T^{(3)}_{1III} = T^{(6)}_{1V} + T^{(6)}_{1VI}$ (4)

для звена A_2 $T^{(3)}_{21I} = T^{(6)}_{2I} + T^{(6)}_{21II}; \quad T^{(3)}_{2II} = T^{(6)}_{2III} + T^{(6)}_{2IV}; \quad T^{(3)}_{2III} = T^{(6)}_{2V} + T^{(6)}_{2VI}$ (5)

Приведенные выражения (4) и (5) показывают, что уменьшение групповых допусков для достижения более высокой точности замыкающего звена, достигается путем дополнительного деления допусков, полученных при трех основных группах сортировки:

$$T^{(6)}_{1I} = T^{(6)}_{1II} ... = T^{(6)}_{1IV} = \frac{1}{2} T^{(3)}_{1I}; \qquad T^{(6)}_{2I} = T^{(6)}_{2II} ... = T^{(6)}_{2VI} = \frac{1}{2} T^{(3)}_{2I}.$$

В свою очередь увеличение числа групп сортировки путем разбиения групповые допусков, рассчитанных для трех оснвных групп, позволяет осуществить межгрупповую взаимозаменяемость. Это означает, что допускаемые предельные отклонения и точность зазора достигается путем сборки изделия из деталей, принадлежащих к смежным группам, групповые допуски которых также входят в допуски трех оснвных групп сортировки:

для звена A_1 $T^{(3)}_{1II} = T^{(6)}_{1III} + T^{(6)}_{1II}; \; T^{(3)}_{1II} = T^{(6)}_{1III} + T^{(6)}_{1IV};$ (6)

для звена A_2 $T^{(3)}_{2II} = T^{(6)}_{2III} + T^{(6)}_{2II}; \; T^{(3)}_{2II} = T^{(6)}_{2III} + T^{(6)}_{2IV}.$ (7)

Групповые допуски в выражениях (6) и (7) имеют два символа - верхний обозначает количество групп сортировки (3) или (6), а нижний обозначает арабской цифрой номер звена 1 (A_1) или 2 (A_2), и римской цифрой номер соответствующей группы *I*, *II*, …..*IV*.

В данном случае требуемая точность достигается путем соединения деталей из пяти смежных групп (*I* и *II*), (*II* и *III*), (*III* и *IV*) ,(*IV* и *V*), (*V* и *VI*), что наглядно показано в табл. 4.

Таблица 4

Звенья	Группа (*I* и *II*)		Группа (*II* и *III*)		Группа (*III* и *IV*)		Группа (*IV* и*V*)		Группа (*V* и *VI*)	
	$\Delta^{Í}$	$\Delta^{Á}$	$\Delta^{Í}$	$\Delta^{Á}$	$\Delta^{Í}$	$\Delta^{Á}$	$\Delta^{Í}$	$\Delta^{Á}$	$\Delta^{Í}$	$\Delta^{Á}$
A_1	0	40	20	60	40	80	60	100	180	20
A_2	-60	-100	-40	-80	-20	-60	0	-40	20	-20
A_Δ	60	140	60	140	60	140	60	140	60	140

В результате на замыкающем звене достигаются предельные отклонения $\Delta_\Delta^B = 140$, $\Delta_\Delta^H = 80$ и допуск $T_\Delta^{(5)} = 140 - 80 = 60 мкм$, отвечающие поставленной задаче повышения точности зазора в соединении цилиндр-шток. Получаемый допуск $T_\Delta^{(5)} = 60 мкм$ меньше, чем допуск на зазор, при трех группах сортировки $T_\Delta^{(3)}$ и больше допуска $T_\Delta^{(6)} = 40$, получаемого при шести группах сортировки:

$$T_\Delta^{(6)} = 40 \text{ мкм} < T_\Delta^{(5)} = 60 мкм < T_\Delta^{(3)} = 80 \text{ мкм} < T_\Delta = 100 \text{ мкм}.$$

Таким образом, проведенный выше анализ показывает широкие возможности применения метода групповой взаимозаменяемости для решения технологических задач повышения точности зазора (или натяга) при сборке изделий машиностроительного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мнацаканян В.У., Морозов В.В., Схиртладзе А.Г.* Основы технологии машиностроительного производства. Учебник для вузов, Книга I. ВГТУ, 2011, 363с.

2. *Набатников Ю.Ф.* Повышение точности изготовления силовых гидроцилиндров механизированных крепей путем совершенствования технологического процесса сборки.

3. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. Москва 2012. 36с.

МГТУ «Станкин»
КазНТУ им. К.И. Сатпаева

Поступила 12.11.12 г.

УДК 621.38

А.О. Қасимов, Ә.Б. Қарабалаева

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТРАФИК ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ VSAT ЖЕРСЕРІКТІК БАЙЛАНЫСЫНЫҢ ГИБРИДТІ ЖЕЛІЛЕРІНІҢ ТИІМДІЛІГІ

Жерсеріктік байланыс жүйесінің даму нәтижесінде апертурасы аз терминалдар негізінде тұрғызылған VSAT (very small aperture terminal) жүйелері пайда болды. Мұндай байланыс желілері жалпы жағдайда жерсеріктік байланыс каналдары тәсілдері арқылы біріккен екі немесе оданда көп терминалдан тұрады. Соңғы кездері жерсеріктік байланыс желілерінің дамуы жерсеріктік және жердегі байланыс арналарын бірге қолдану нәтижесінде жалғасын тапты. Мұндай жүйелер «жерсеріктік байланыстың гибридті желілері» деп аталады (ЖБГЖ).

Жерсеріктік байланыс жүйесін ұйымдастыруда бұл конфигурациялардың кең қолданылуына байланысты ЖБГЖ жұмысының тиімділігі жөнінде сауалдар туындайды. Ұйымдастырылуындағы спецификалық ерекшеліктерді ескере отырып, таратылатын трафиктің өзі тәріздес болу жағдайында ЖБГЖ тиімділігін арттыру және байланыстың гибридті желілерін функциялandыру қазіргі таңда маңызды ғылыми-техникалық проблема болып табылады.

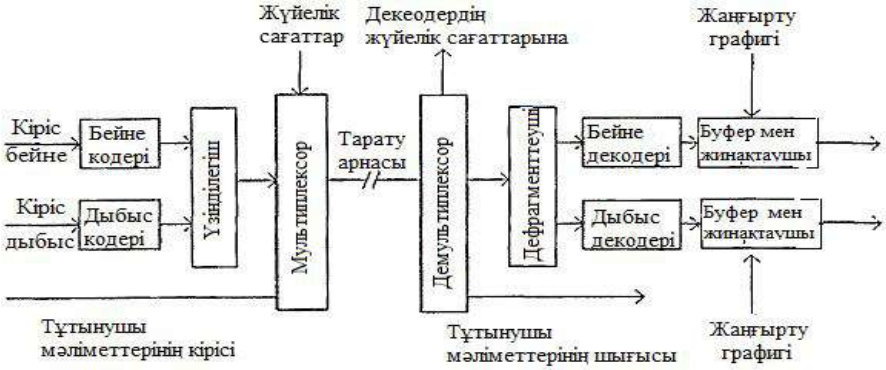
Шынайы жағдайлардағы ЖБГЖ құрылымы мен таратылатын трафиктің ерекшеліктері

MPEG2-дегі IP таратылуы. MPEG2 стандарты бейне және дыбыс сигналдарын тығыздауға арналған, сонымен қатар цифрлық мәліметтерді таратуға қажет мәліметтерді таратудың тығыздалуын және функцияларын қамтамасыз етеді. MPEG2 стандартының жүйелер деп аталатын 1-бөлімі түрлі мультимедиалық ақпаратты ақпараттың бір транспорттық ағынына (TS) тығыздау тәсілдерін қарастырады, ол түрлі байланыс тәсілдерімен таратылуы мүмкін. MPEG2-дегі тығыздау алгоритмі 1-суретте көрсетілген.

Бір ақпарат көзінен (яғни, дыбыс, бейне, мәліметтер және т.б.) тығыздалған мәліметтер оған қоса синхронизация, идентификация және ақпарат көзінің түрін анықтауға қажет көмекші мәліметтер біріге отырып бастапқы ағынның көлемін ұлғайтады. Бастапқы ағындар PES элементтік ағындарын құру үшін тұрақты ұзындығы бар немесе ұзындықтары айнымалы пакеттерге бөлінеді.

Әрбір PES пакетінің тақырыбынан кейін пайдалы жүк (ақпарат) деп аталатын мәліметтер ағыны орналасады. PES пакеттер программа құру үшін бірігеді.

Бірнеше программа басқа программалық арнайы ақпарат (PSI) деп аталатын түсініктеме мәліметтермен бірге ақпараттың транспорттық ағынын құрау үшін бірігетін болады. PSI программаны және оның құрама бөліктерін анықтайды.



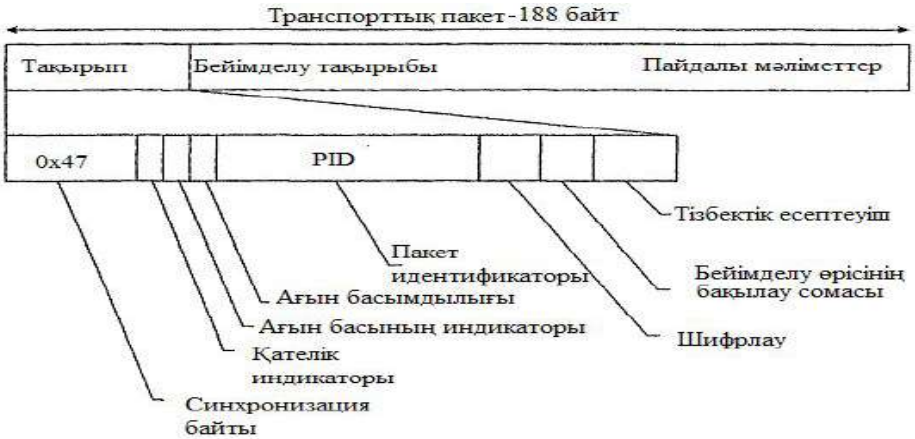
1-сурет. Ақпараттың транспорттық ағындары үшін MPEG2-дегі тығыздау

TS пакеттер өлшемі тіркелген – 188 байтты құрайды. Әрбір TS пакет TS тақырыптан тұрады, оның артында Бейімделу Өрісі деп аталатын көмекші мәліметтер орналасады, бұлардан кейін көбінесе бір PES пакетінен алынған барлық мәліметтер немесе олардың бір бөлігі орналасады. TS тақырыбы синхронизация байтынан, жалаулардан және индикаторлардан, (PID) пакет идентификаторынан оған қоса қателерді, синхронизацияларды және т.б. табатын басқа да ақпараттан тұрады (2-суретте көрсетілген).

Пакет идентификаторы түрлі ағындар мен түрлі PSI ажырату үшін қолданылады.

PSI ағындарының негізгі 5 түрі болады:

- Program Association Table (PAT);
- Program Map Table (PMT);
- Network Information Table (NIT);
- Conditional Access Table (CAT);
- Digital Storage Medium Command and Control (DSM-CC).



2-сурет. Транспорттық пакет пен пакет тақырыбының құрылымы

Декодер жеке коды бар (жеке кодтар ақпараттың транспорттық ағынына енгізілген PAT және PMT блоктарында сипатталған) блоктарды алып тастай отыра қажет программаны таңдайды. NIT желінің физикалық параметрлерін анықтайды, ал CAT шифрлауға (дешифрлауға) қажет ақпаратты тасымалдайды.

DSM-CC тұтынушыны желіге және тұтынушыларды өзара қосу үшін қолданбалы программалардың хаттамалары мен интерфейстерін сипаттайды.

3-сурет MPEG2 бойынша IP мәліметтерді тарату мүмкін болатын орындарды түсіндіреді.

3-сурет. MPEG2 бойынша IP мәліметтерді тарату мүмкін болатын орындар

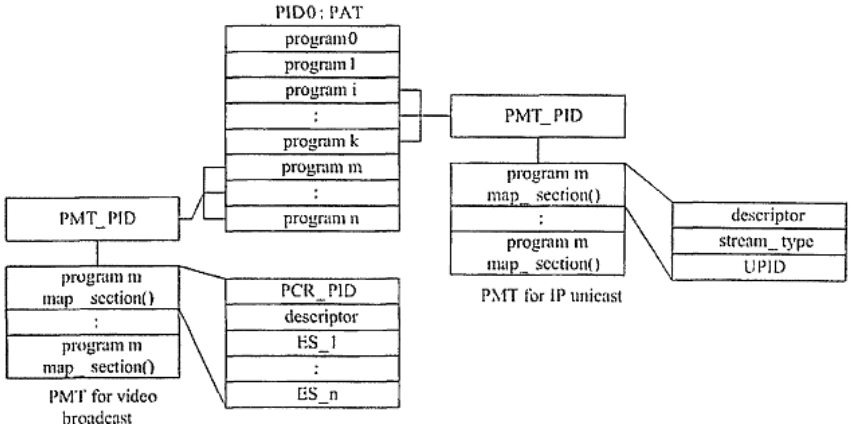
Цифрлық хабар тарату үшін DVB техникалық талаптары мәліметтерді MPEG2 транспорттық ағынына енгізудің 3 түрлі әдісін анықтайды. Олар:

- мәліметтер пакеттерін үзіп, бейне және дыбыс ағындарына арналған PES пакеттерінің құрамында жіберуге болады. Бұл әдіс Data Streaming деп аталған;
- мәліметтер пакеттері DSM-CC-тегі ішкі жүйелік кестелерге арналған пакет бөлімдерінде таратылуы мүмкін. Бұл әдіс Multiprotocol Encapsulation (MPE);
- бейімделу деңгейінің хаттамасы мәліметтер пакеттерін ұяшықтар тізбегіне бөле алады. Бұл әдіс мәліметтерді конвейерлік сілтеу деп аталады (data piping).

(1) және (2)-әдістер стандарт ретінде ұсынылады. Екі жағдайда да сегменттеу функциясы автоматты түрде орындалады. Үшінші датаграмманы тасымалдау (мәліметтерді конвейерлік сілтеме) әдісі жеке бөліп-жинақтаушыға мұқтаж. TS элемент 184 байт пайдалы өдшемге ие; егер ұзынырақ датаграммаларды тарату қажет болса, онда бейімделу хаттамасы мәліметтерді бөліп әрі жинақтауға мәжбүр болады.

Берілген үш әдіс әдетте IP дейтаграммалары 184 байт болып келетінідіктен тақырып өрістеріне байланысты белгілі бір шығындарға (жоғалтуларға) әкеліп соғады. Нәтижесінде болатын шығындар (жоғалтулар) пакет ұзындығының таратылуына және пакетті қалыптаудың таңдалған әдісіне тәуелді болады. MPE кезіндегі шығындар 13% - 15% аралығында болады.

PSI құрылымы 4-суретте келтірілген.



4-сурет. PSI құрылымы

MPE – шешімі ыңғайлы әрі тиімді емес, алайда ол қазіргі уақытта жалпылай қабылданған шешім болып табылады. MPEG2 ағыны бойымен IP датаграммаларын таратудың ең ыңғайлы әрі тиімді тәсілі мәліметтерді асинхронды тарату желілеріндегі ATM5 (AAL5) бейімделу деңгейінде қолданылған шешімге ұқсас өзіндік жеке бейімделу деңгейін және өзіндік сегментация мен жинақтау деңгейлерін қолдану болып табылады. Мұның өзі өткізу жолағын қолдану тиімділігін арттырғанымен оны жүзеге асыру қиынға соғады, себебі коммерциялық түрде орналасқан IRD компоненттері PES пен секциялық құрылымдардың орын ауыстыруларына ғана бейімделген.

Байланысты басқару. Байланыс сеансы дегеніміз – жерсеріктік сервер мен тұтынушының өзара логикалық қосылуы. Интернетке қатынау мақсатында байланыс сеансына қосылу тұтынушы жағында жүзеге асырылады және байланыстырушы (жерсеріктік) сервер мен тұтынушы арасындағы келісім негізінде орнатылады.

Әрбір тұтынушы байланыстырушы серверге өзара әсерлесу арнасы (бағыты) арқылы бір бағытты арна бөліп беру жөнінде сұраныс жасайды. Байланыс сеансы тұтынушы сеансты аяқтағанға дейін созылады.

Интернет пакеттері тұтынушыға DVS кең хабар тарататын желі арқылы жіберіледі. Ол үшін жерсеріктік шлюз (SGW) хаттаманың түрін өзгертеді. Ол IP пакеттерді MPEG2 пакеттеріне түрлендіріп, TS-қа енгізеді. Бұл түрлендіру тұтынушы үшін TIP пен MAC адрестері және UPID сақталатын ATT-ны қолдану арқылы жүзеге асырылады.

Модельдеу обьектісі және имитациялық комплекстің құрылымы

Модельдеу ортасы. Модельдеу ортасы ретінде Network Simulator 2 (әрі қарай ns2) имитациялық комплексі таңдалды, ол талап етілетін модельдеу деңгейін қамтамасыз етеді және желінің өнімдік сипаттамаларын алуға мүмкіндік береді.

ns2 толық нұсқасын инсталляциялау үшін C++ компиялаторы мен компьютер дикісінен 250 МБ бос орын алуымыз керек.

ns2 пакеті обьекттік-бағытталған ПҚ болып табылады, оның ядросы C++ тілінде жасалған. Скрипттер (сценарилар) тілі OTcl түсініктеме беруші болып саналады. ns2 пакеті ns2 терминдерінде компиляцияланатын және түсініктеме беруші деп аталатын сәйкесінше C++ кластарының иерархиясын және түсініктеме беруші OTcl кластарының иерархиясын толықтай қолдайды.

Екі иерархия да ұқсас құрылымға ие, яғни екі иерархияның кластары ұқсас болады.

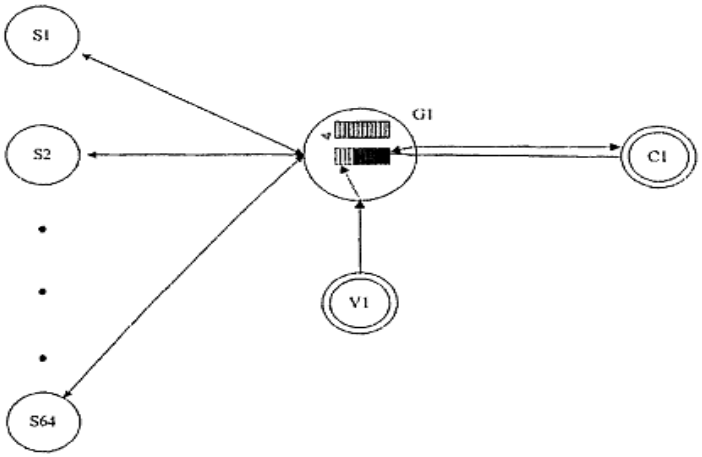
Зерттелетін желінің сипаттамасы. Мультимедиа және Интернет қосымшалары трафиктің асимметриялы болуымен сипатталады, яғни ол жерде тұтынушы ақпаратты жіберуден көрі көп қабылдайды. Топологиясында жерсерігі Интернет қосылысының жердегі арнасы бар кең жолақты тарату желісін қамтамасыз ететін мұндай қызметтер басқа желілерге жаксы балама бола алады. Мұндай топологиялар халық саны аз және желілердің жердегі инфрақұрылымы дамымаған жерлерде ыңғайлы болып табылады. Үйге мультимедиалық мәліметтерді жоғары жылдамдықпен таратуды талап ететін жаңа қосымшалар мен қызметтер үшін бұл желілер тіпті халық тығыз орналасқан аудандарда да белгілі бір потенциалға ие.

Имитациялық модель үшін құрылымдық сұлба мен программалық қамтаманы жасап шығару

Интернетке қатынау арналарын қамтамасыз ететін ЖБГЖ моделінің құрылымдық сұлбасын қарастырайық. Жүйедегі трафиктің транзитті өтуін қамтамасыз ететін бөлік қарастырылады. Желідегі тұтынушылар мен серверлер қарастырылатын желі бөлігінің шекарасы болып табылатын тораптардан кейін орналасады деген ойда жүйені қарапайым түрге келтіреміз.

Тәжірибе негізінде алынған трафиктің анализі нәтижесінде Интернет трафигі толықтай G1құрылғысы арқылы өтетіні, ал қарастырылып отырған жүйедегі басқа құрылғылар түрлі тұтынушылардан келген трафик өтетін транзиттік бөліктер болып табылатындығы белгілі болды.

ns2-де Интернетке қатынау жүйелерін модельдеу нәтижесінде, 5-суретте берілген құрылымдық сұлба ұсынылды.



5-сурет. Имитацияланатын желі конфигурациясы

67 тарамдалу нүктесінен және 66 байланыс арнасынан тұратын желі конфигурациясы 5-суретте көрсетілген. Әрбір арнаның буфері, ӨҚ-сі және БКУ-ы болады.

Сұлбада келесі белгілеулер қабылданған: S1-S64 – сервердің тораптары; C1 – тұтынушы торабы; V1 – бейнетрафиктің VBR көзінің торабы; G1 – жерсеріктік шлюз. Жерсеріктік шлюз бен тұтынушы арасындағы байланысты симплексті жерсеріктік байланыс жолы мен өзара әсерлесу бойынша жердегі байланыс деп қарастырсақ болады. Дегенмен жерсеріктік байланыс жолымен тек C1 ғана қосылған, арнадағы трафик серверден клиентке дейінгі біріккен трафик түрінде болады.

Желі келесі параметрлермен сипатталады: серверлер мен жерсеріктік шлюздер арасындағы байланыс арналарының ӨҚ-сі 1 Мбит/с (дуплекс) құрайды; жіберу, тарату және кезекке тұрғызу кезіндегі кешігулерді қамтитын әрбір арнадағы кешігу уақыты 15 мс құрайды; VBR бейне сервері жерсеріктік шлюзбен ӨҚ-сі 20 Мбит/с, ал таратулар кезіндегі кешігу уақыты 1 мс болатын симплексті байланыста болады; тұтынушыдан серверге дейінгі ӨҚ $R_ж$=28,8 кбит/с және таратулар кезіндегі кешігу уақыты 30 мс; қарастырылып отырған топологияда кері арнаның байланысы болып табылатын жерсеріктік шлюз бен тұтынушы арасындағы жерсеріктік байланыс жолының таратулар кезіндегі кешігу уақыты τ_c=280 мс болады (имитацияда жерсеріктік байланыс жолының тарату жылдамдығы біркелкі болмайды).

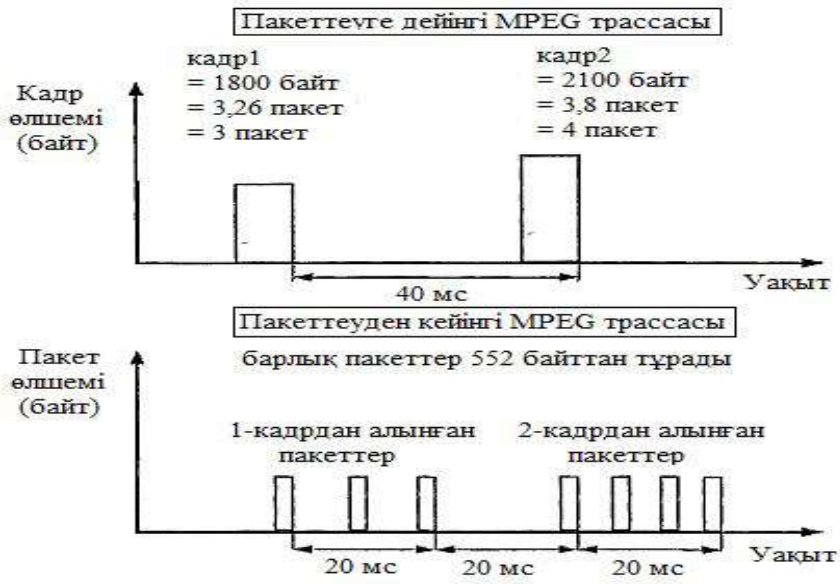
ЖБГЖ-де трафикті модельдеу

Интернет-трафик. Интернет-сервердің тораптарын имитациялау үшін Парето заңы бойынша ON- және OFF- периодтары ажыратылған көздер қолданылды. Файлдар толығымен олардың X өлшемі арқылы анықталады. Әрбір файл q=[X/MMS] болып бөлінді, MMS параметрі – сегменттің максимал өлшемі, ол барлық имитацияларда 200ибайтқа тең. Тарату мен күту уақыттарының аралықтары τ_{ON}=160 мс және τ_{OFF}=100 мс құрайды.

Бейне-трафик. Жұмысты модельдеу үшін ns2 программалық комплексі қолданылды. Өзі тәріздестілік қасиеттері бар бейне-трафикті генерациялау мақсатында қолданбалы деңгейде таралатын MPEG4 бейне-мәліметтері пайдаланылды. IP-желілері бойымен таралу үшін олар төменірек деңгейлердің IP-пакеттеріне түрлендірілулері керек. Барлық бейне-мәліметтерге келесі қасиеттер тән: секундына 25 кадр; GoP-құрылымы; IPBBPBBPBBIBBP (14 кадр); кодер кірісі: сегізбиттік түстері болатын 176*144 пиксель.

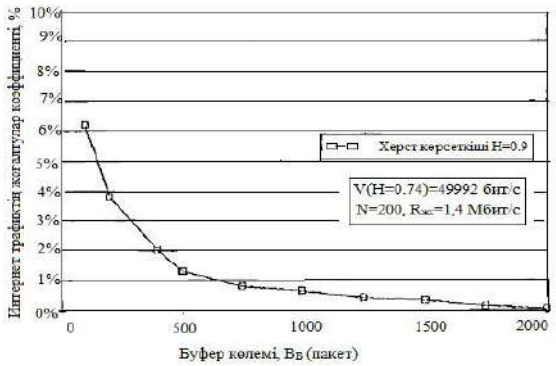
MPEG-трассасындағы әрбір кадр пакеттердің толық санына бөлінеді. Әр қайсысының көлемі 552 байт. Мысалы, егер кадр 1800 байтқа (1800=552*3,26) немесе 2100(2100=552*3,80) болса, сәйкесінше үш және төрт пакетті құрайды.

Әрбір кадр пакеттерге бөлінген соң бір кадрға жататын пакеттердің таратылуы кадр ұзындығының бірінші жартысында біркелкі орналасады (кадрдың әрбір ұзындығы – 40 мс, себебі кадрлар жиілігі – секундына 25 кадр). Таратылатын кадрлардың бөлінуі үлкен MPEG-кадрларының проблемасына байланысты маршрутизатор буферінің аяқ астынан қайта жүктелуін болдырмайды (6-сурет).

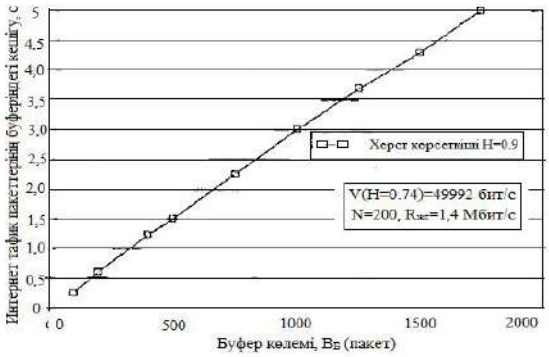


6-сурет. MPEG-трассасын пакеттеу

Имитация 10200 секундқа созылды. Бастапқы 2000 секунд аралығы жүйенің орнатылған режимінің параметрлерін тіркеу үшін ескерілмеді. Кейбір имитациялар бастапқы түрлі мәндерді қолдана отырып, 10 рет қайталанды. Нәтижелері 7, 8-суреттерде берілген.



7-сурет. Бастапқыда түрлі шарттары болатын имитациядағы TCP трафигі пакеттерінің ЖК



8-сурет. TCP трафигінің бастапқыда түрлі шарттары болатын имитациясындағы кезек ұжымының орташа кешігу уақыты

ӘДЕБИЕТТЕР

1. *Аболиц А.И.* Системы спутниковой связи. Основы структурно-параметрической теории и эффективность. М.: ИТИС, 2004.

2. *Голованов С.В., Пастухов А.С.* Сравнительный анализ эффективности одноадресной и многоадресной спутниковой и гибридной сетей передачи данных. 2006. №2.

Резюме

В последнее время спутниковые системы связи получили свое дальнейшее развитие за счет совместного использования спутникового и наземного каналов связи. Такие системы называются «гибридные сети спутниковой связи» (ГССС). Поскольку такая конфигурация широко используется при построении спутниковых систем связи, встает вопрос об эффективности работы подобных гибридных сетей спутниковой связи.

Повышение эффективности ГССС в условиях самоподия передаваемого трафика с учетом специфических особенностей построения и функционирования гибридных сетей связи является актуальной научно-технической проблемой.

Summary

In recently satellite communications network have got its the most further development to account of the joint use satellite and overland channel relationship. Such systems have got the name "hybrid networks satellite relationship" (HNSR). Since such deskside is broadly used at building satellite communications network, will get up the question to efficiency of the work like hybrid networks satellite relationship.

Increasing to efficiency HNSR in condition sent traffic with provision for specific particularities of the building and operation hybrid telecommunications is an actual research problem.

Поступила 05.10.12 г.

УДК 62-971

Г.С. Жетесова, Т.М. Бузауова, О.М. Жаркевич

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ В ЭКСЦЕНТРИКЕ КОНУСНОЙ ДРОБИЛКИ КМДТ-2200 В ПРОЦЕССЕ ТЕРМОФРИКЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ

Доминирующая роль процессов механической обработки в технологическом цикле большинства ответственных деталей обусловлена в основном универсальностью, экономичностью и высокой точностью. Вместе с тем получившие в настоящее время распространение традиционные методы механической обработки не всегда удовлетворяют все возрастающим требованиям к производительности и качеству. Это становится особенно очевидным в связи с широким использованием в современных промышленных отраслях РК конструкционных материалов с особыми физико-механическими свойствами - жаропрочных, высокопрочных, коррозионностойких, тугоплавких и т.п. При изготовлении подавляющего большинства деталей из жаропрочных, высокопрочных, коррозионностойких, тугоплавких материалов технология предусматривают применение механической обработки резанием. Обработка этих материалов режущим инструментом оснащенным пластинками из дорогостоящего твердого сплава вызывает серьезные затруднения, т.е. невозможность обеспечения требуемого качества, быстрый износ инструмента и т.д., а в ряде случаев практически вообще обработка невозможна.

Термофрикционная обработка (ТФО) является одной из разновидностей обработки металлов давлением с нагревом их за счет трения в месте контакта заготовки с движущимся относительно нее с высокой скоростью инструмента.

При определенном сочетании материала и геометрии инструмента, а также режимов обработки, заготовка может быть нагрета до пластического состояния, либо до плавления. Температура нагрева и соответствующее состояние обрабатываемой части заготовки определяют технологические возможности использования методов ТФО на практике.

В [1] предложена технологическая классификация методов ТФО, которая построена на основе уже проверенных на практике методов ТФО и показывает потенциально широкие возможности их применения.

Результаты проведенных исследований показали, что технологические возможности ТФО могут быть еще более расширены [2– 6] и привели к созданию новой технологии термофрикционной обработки [7], позволяющие регулировать в широких диапазонах показатели качества обработанной поверхности.

Традиционной процесс термофрикционной обработки (ТФО) металлов режущими дисками является комбинированным методом, использующим тепловое и механическое воздействие инструмента на срезаемый слой материала заготовки. Он осуществляется путем непосредственного контакта заготовки и вращающегося с большой окружной скоростью (до 80 м/с) гладкого или накатанного по периферии диска из стали (НВ до 150), диаметром 500 - 600 мм и высотой 40 - 60 мм. В зоне контакта инструмента с заготовкой работа сил трения превращается в теплоту, размягчая срезаемый слой. Удаление металла происходит в результате расплавления и частичного испарения частиц металла заготовки с последующим выбросом их воздушным потоком, создаваемым вращающимся диском. Кроме того, движение инструмента обеспечивает механический вынос и выдавливание частиц металла из зоны обработки. Несмотря на известные преимущества способа

ТФО, широкое его применение в промышленности сдерживает ряд недостатков, а именно: большая окружная скорость инструмента-режущего диска (40 - 80 м/с), значительные усилия резания и интенсивный износ подшипников шпиндельного узла станка.

Нами разработаны способ и инструмент для термофрикционной обработки плоскости [3] и термофрикционный режуще-упрочняющий способ цилиндрических поверхностей [7], а также конструкция инструмента который устраняют вышеуказанные недостатки. Обработка предлагаемым способом осуществляется в следующей последовательности. Заготовке, закрепленной в центрах, сообщают вращательное движение n, а диску трения вращательное движение со скоростью v и движению подачи S вдоль обрабатываемой поверхности заготовки. На поверхность диска трения, снабженного на периферии специальными пазами, непрерывно подают смазочно-охлаждающую жидкость, непосредственно в зону резания.

Непрерывная подача смазочно-охлаждающей жидкости на поверхность диска трения осуществляет постоянное охлаждение диска трения, а подача смазочно-охлаждающей жидкости, через специальные пазы, выполненные на периферии диска трения, непосредственно в зону резания локализует тепловое поле, за счет чего увеличивается градиент температуры. Тепло в зоне деформации выделяется непосредственно в контакте, а также в слоях, лежащих под ним.

Как видно из принципа проведения термофрикционной обработки, основным фактором влияния является тепло, от которого и зависит качество поверхностного слоя. Это вызывает интерес напора тепловых потоков происходящих в эксцентрике конусной дробилки. Эксцентрик представляет собой цилиндрическую толстостенную деталь со смещенным центром оси - эксцентриситетом: $l_{\text{верх.}}$ = 41,85мм, $l_{\text{нижн.}}$ = 94,23мм и углом подъема $\alpha = 2°$, длиной нагруженной поверхности l = 1500мм, наибольший Ø700мм, массой m = 2040 кг [8].

Рассмотрим однородную цилиндрическую стенку, каким и будет эксцентрик при рассмотрении его как теплопроводный участок длиной l, с внутренним радиусом r и внешним r_2. Коэффициент теплопроводности материала λ постоянен. Внутренняя и внешняя поверхности поддерживаются при постоянных температурах t_1 и t_2, причем $t_1 > t_2$ (рис. 1) и температура изменяется, только в радиальном направлении r. Следовательно, температурное поле здесь будет одномерным, а изотермические поверхности цилиндрическим, имеющие с трубой общую ось.

Выделим внутри стенки кольцевой слой радиусом r и толщиной dr, ограниченный изотермическими поверхностями. Согласно закону Фурье, количество теплоты, проходящее в единицу времени через этот слой, равно:

$$Q = -\lambda F \frac{dt}{dr} = -2\lambda\pi r l \frac{dt}{dr}, \tag{1}$$

где λ - коэффициент теплопроводности материала; r - внутренний радиус, мм; l – длина, мм.

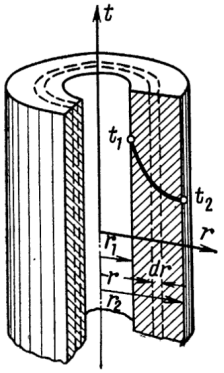


Рис. 1. Схема теплового потока при термофрикционной обработке

Разделив переменные, имеем:

$$dt = -\frac{Q}{2\pi\lambda l} \cdot \frac{dr}{r}. \tag{2}$$

После интегрирования уравнения (2) находим:

$$t = -\frac{Q}{2\pi\lambda l}\ln r + C. \tag{3}$$

Подставляя значения переменных на границах стенки (при $r = r_1$ $t = t_1$ и при $r = r_2$ $t = t_2$) и исключая постоянную C, получаем следующую расчетную формулу:

$$Q = \frac{2\pi\lambda}{\ln\frac{r_2}{r_1}}(t_1 - t_2) = \frac{2\pi\lambda l}{\ln\frac{d_2}{d_1}}(t_1 - t_2) = \frac{\pi l(t_1 - t_2)}{\frac{1}{2\lambda}\ln\frac{d_2}{d_1}}. \tag{4}$$

Следовательно, количество теплоты, переданное в единицу времени через стенку эксцентрика, прямо пропорционально коэффициенту теплопроводности λ, длине l и температурному напору $\Delta t = t_1 - t_2$ и обратно пропорционально натуральному логарифму отношения внешнего диаметра трубы d_2 к внутреннему d_1. Формула (4) справедлива и для случая, когда $t_1 < t_2$, т. е. когда тепловой поток направлен от наружной поверхности к внутренней.

Количество теплоты, проходящее через стенку эксцентрика, может быть отнесено либо к единице длины l, либо к единице внутренней $F1$ или внешней $F2$ поверхности эксцентрика. При этом расчетные формулы соответственно принимают следующий вид:

$$q_l = \frac{Q}{l} = \frac{\pi\Delta t}{\frac{1}{2\lambda}\ln\frac{d_2}{d_1}}. \tag{5}$$

$$q_1 = \frac{Q}{F_1} = \frac{Q}{\pi d_1 l} = \frac{\Delta t}{\frac{1}{2\lambda}d_1 l\ln\frac{d_2}{d_1}}. \tag{6}$$

$$q_2 = \frac{Q}{F_2} = \frac{Q}{\pi d_2 l} = \frac{\Delta t}{\frac{1}{2\lambda}d_2 l\ln\frac{d_2}{d_1}}. \tag{7}$$

Так как площади внутренней и внешней поверхностей эксцентрика различны, то различными получаются и значения плотностей тепловых потоков q_1 и q_2. Взаимная связь между ними определяется соотношением:

$$q_l = \pi d_1 q_1 = \pi d_2 q_2. \tag{8}$$

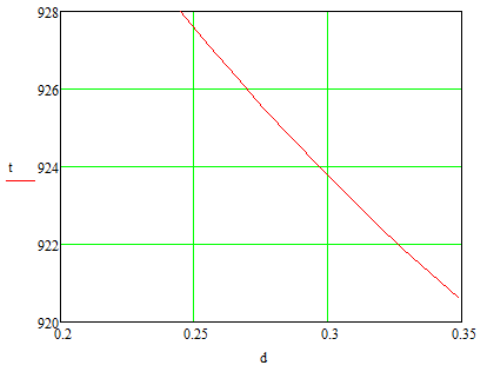
Уравнение температурной кривой внутри однородной цилиндрической стенки выводится из уравнения (3). Подставляя сюда значения Q и C, имеем:

$$t_r = t_1 - \frac{Q}{2\pi\lambda l}\ln\frac{d_x}{d_1} = t_1 - \frac{t_1 - t_2}{\ln\frac{d_2}{d_1}}\ln\frac{d_x}{d_1}. \tag{9}$$

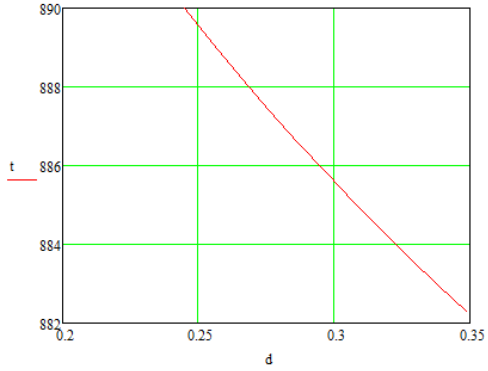
Следовательно, в этом случае при постоянном значении коэффициента теплопроводности λ температура изменяется по логарифмической кривой (рис. 1). С учетом зависимости коэффициента теплопроводности от температуры $\lambda = \lambda_0 (1 + bt)$ уравнение температурной кривой принимает следующий вид:

$$t_r = -\frac{1}{b} + \sqrt{\left(\frac{1}{b} + t_1\right)^2 - \frac{Q}{b\pi\lambda_0 l}\ln\frac{d_x}{d_1}}. \qquad (10)$$

Используя эти уравнения, определяем теплового состояние эксцентрика конусной дробилки КМДТ-2200 при термофрикционной обработке и строим графические зависимости температуры от диаметра эксцентрика (рис. 2, 3).



а)

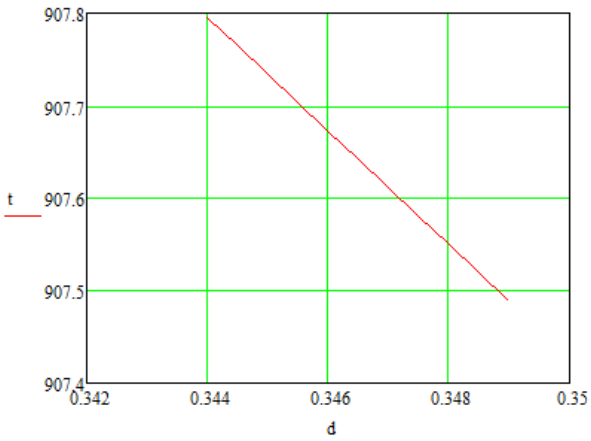


б)

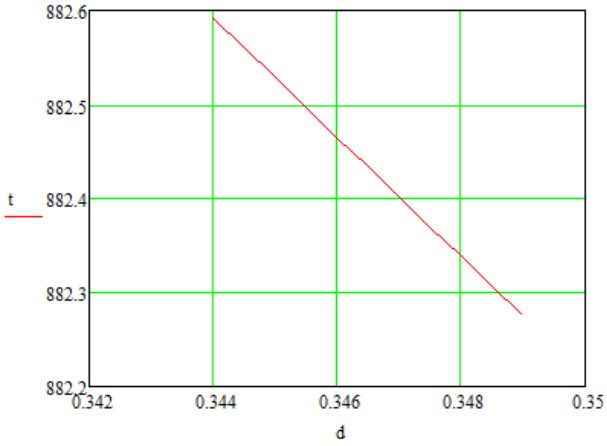
а) при температуре 928; б) – 890^{0}С

Рис. 2. Зависимость температуры в эксцентрике по максимальному сечению

Анализируя полученные зависимости, приведенные на рисунках 2, 3 отмечаем, что падение температуры в теле заготовки обусловлено в первую очередь коэффициентом теплопроводности материала и имеет четкую линейную функцию. В то же время необходимо отметить, что динамика падения температуры более высокая, чем у материалов при обычном нагреве.



а)



б)

а) при температуре 915; б) – 890^{0}С

Рис. 3. Зависимость температуры в эксцентрике по минимальному сечению

Резкое падение температуры определяется временем воздействия тепла, которое равно примерно длине зуба диска трения при термофрикционной обработке, то есть времени фрикционного трения каждого отдельного участка зуба.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Нечаев К.Н.* Термофрикционная обработка – перспективное технологическое направление обработки и сборки деталей //Инструмент и технологии. - Спб.: Институт машиностроения, Санкт-Петербург: Изд-во Спб ИМ, 2005. - № 17-18. - С.157 - 162.

2. *Шеров К.Т., Бузауова Т.М., Имашева К.И.* Исследование способа термофрикционного выглаживания функционально связанных поверхностей // Материалы международной научно-теоретической конференции «III Торайгыровские чтения». - Павлодар: Изд-во ПГУ, 2009. - С.475 - 482.

3. *Шеров К.Т., Жетесова Г.С., Бузауова Т.М. и др.* Способ термофрикционной обработки плоскости и конструкция диска трения. /Инновац. патент №22998 РК на изобретение 15.10.2010, бюл. №10.

4. *Кушназаров И.К, Шеров К.Т., Уалиев Д.Ш., Бузауова Т.М.* Особенности динамики процесса ротационного точения // Труды международной научной конференции «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан - 2030» -Караганда, 2008, июнь 24-25. - С.163 - 165.

5. *Шеров К.Т., Муравьев О.П., Бузауова Т.М. и др.* Разработка автоматической системы стабилизации подачи при термофрикционной обработке// Труды международной конференции «ИННОВАТИКА -2010».- Ульяновск: Изд-во УлГУ, 2010. - С.152 - 153.

6. *Шеров К.Т., Бузауова Т.М. и др.* Исследование температуры при термофрикционной обработке труднообрабатываемых материалов с импульсным охлаждением // 3-ая международная Казахстанская металлургическая конференция «Казахстанской Магнитке 50 лет». - Темиртау: ЛОТ, РГП КГИУ, 2010. - С.153 - 155.

7. Способ термофрикционной режуще-упрочняющей обработки цилиндрических поверхностей и конструкция диска трения/ Шеров К.Т., Жетесова Г.С., Бузауова Т.М. и др.// Инновационный патент №73696 РК на изобретение от 25.11.2010, бюл.54.

8. *Муйземнек Ю.А., Калюнов Г.А. и др.* Конусные дробилки. – М.: Машиностроение, 2000. – 232 с.

Резюме

Термофрикциялық өңдеудің технологиялық мүмкіндігіне сараптау жүргізілген. Термофрикциялық өңдеудің принципінен белгілі болғандай, негізгі өңдеуде жылудың әсерінен жүргізіледі. Эксцентрикті термофрикциялық өңдеу кезіндегі жылу ағыны есептеледі. DEFORM 3D бағдарламасында жүзеге асырылған ақырғы элементтердің әдістері көмегімен УЖКУ-2200 конусты уатқыш эксцентригі диаметрі мен температура арасындағы тәуелділік тұрғызылған.

Summary

The analysis of the technological capabilities heat treatment of the friction. As can be seen from the principle of heat treatment of the friction main factor of influence, which is warm, from which it determines the quality of the surface layer. Calculated distribution of heat in the eccentric at heat treatment of the friction. Using the finite element method is implemented in the program DEFORM 3D graphics obtained temperature dependence of the diameter of the eccentric cone crusher KMDT-2200.

Карагандинский государственный
технический университет

Поступила 05.10.12 г.

Д.Ж. Ахмед-Заки, К.А. Айдаров, С.К. Бердибеков, М.К. Туймешов

РАЗРАБОТКА МНОГОПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЙ ИГРЫ В ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Производительность и вычислительная мощность современных компьютеров неуклонно растет с каждым новым поколением вычислительных машин. Но возможностей отдельных компьютеров по-прежнему недостаточно для сложных и ресурсоемких вычислительных задач. Для моделирования глобальных процессов путем комплексных математических расчетов создаются суперкомпьютеры – многопроцессорные или многоузловые комплексы, производительность которых превышает миллиарды flops – операции с плавающей запятой в секунду. Создание и поддержку таких огромных машин могут позволить себе лишь государственные исследовательские институты или крупные финансовые организации.

На сегодняшний день компьютеров в мире насчитывается около 1.1 млрд. и исследователи утверждают, что эта цифра достигнет 2 млрд. к 2016 г. [1]. Неудивительно, что со временем возникла

идея объединения вычислительных мощностей множества настольных ПК объединенных общей сетью для создания виртуального суперкомпьютера.

В то же время, наблюдается другая продолжающаяся тенденция быстрого повсеместного распространения производительных мобильных устройств – смартфонов и планшетов нового поколения, мощность которых уже сопоставима с настольными ПК [13,14] и, в будущем, разница в производительности будет только сокращаться. По данным Forrester Research, к 2016 г. количество мобильных устройств в мире достигнет 1 млрд. [2]. Эта тенденция получила широкое распространение также и в профессиональной и бизнес среде, сотрудники различных компании быстро внедрили использование данных устройств в своей повседневной работе. Таким образом, мобильные устройства и мобильные приложения, используемые в них, заменили собой многие обычные функции настольных компьютеров и активно продолжают вытеснять ПК и лаптопы с их позиции основных «рабочих лошадок». Например, за последние 4 г. в мире активировано более 400 млн. устройств на базе Android, 1 млн. новых устройств активируется ежедневно, на популярном интернет-сервисе Google Play сегодня насчитывается более 600 000 приложений и каждый месяц они получают более 1.5 млрд. скачивании [3].

Учитывая вышесказанное, а также то, что производительность мобильных устройств неуклонно растет с каждой новой моделью возникла идея переноса распределенных вычислений на мобильные платформы. Так как особенностью распределенных многопроцессорных вычислительных систем, в отличие от локальных суперкомпьютеров, является возможность неограниченного наращивания производительности за счет масштабирования, а сами распределенные вычисления на мобильных устройствах из-за различия платформенных архитектур, автоматически, представляют из себя слабосвязанные, гетерогенные вычислительные системы с высокой степенью распределения, такие системы полностью подпадают под определение Grid систем.

Изначально Grid-технологий предназначались для решения сложных научно-прикладных и инженерно-производственных задач, которые невозможно решить в разумные сроки на отдельных вычислительных установках. Эта направленность и тот факт, что Grid-технлогий связывают гетерогенные вычислительные ресурсы, зачастую расположенные на различных площадках, предоставляя возможность использовать их как единый ресурс, делают построение Grid-сетей по настоящему сложным процессом, со многими, вытекающими из специфики решаемых задач, нюансами. Более того, наше намерение построить Grid-сеть с использованием мобильных платформ делает эту задачу еще сложнее, учитывая ограниченность вычислительных ресурсов и жесткие требования к энергопотреблению устройств, построенных на них.

Для того, чтобы проверить насколько обоснованна данная идея и действительно ли подходят мобильные устройства для распределенных вычислений, нужен был пилотный проект в рамках которого можно было бы апробировать вышеназванную идею. Нами был разработан и презентован на закрытии школы проект, целью которого является командная разработка распределенной многопользовательской игровой системы в которой игроки будут взаимодействовать в мире дополненной реальности с помощью мобильных устройств.

Приложение реализовано в виде многопользовательской игры целью которой является совместный поиск спрятанного на карте глобального позиционирования предмета (*клада*). Андроид-телефон в руках игрока – это *зонд* (сканер, кладоискатель и т.п.) позволяющий совместно с другими зондами искать клады, спрятанные *администратором*. Найденный клад достается одному из членов группы поиска, с дальнейшим продвижением по *ролевой системе*.

По своей архитектуре приложение является двухзвеневым клиент-серверным приложением. Серверное звено реализовано в виде онлайн-сервиса обрабатывающего клиентские соединения путем выделения отдельного потока для каждого из клиентов и непрерывно поддерживающего созданное соединение вплоть до момента отключения клиента. Клиентское звено является мобильным подприложением, работающем на платформе GoogleAndroid, предназначенной для работы на смартфонах и эмуляторах созданных для данной платформы.

Цель игры заключается в нахождении спрятанного на реальной карте виртуального клада путем сканирования некоторого радиуса вокруг местоположения телефона игрока. Андройд-телефон в руках игрока – это зонд-сканер позволяющий, в одиночку или совместно с другими зондами, искать клады, спрятанные администратором. Клад ищется синхронным сканированием радиусов покрытия зондов на основе двух их параметров – радиуса сканирования и силы сканера, при этом у клада есть

свой параметр влияющий на точность нахождения клада с условным названием «защита», пояснения к которому будут даны позже. Нашедший клад набирает очки по примитивной ролевой системе разработанной специально для этой игры. Игроки могут объединятся в поисковые группы, в этом случае точность поиска увеличивается, если клад попадает в радиусы сразу нескольких членов команды поиска.

Само сканирование происходит следующим образом: игроки определяют примерное положение (в первую очередь, присутствие в целом) клада простым сканированием территории, на которой они находятся. Определив примерное положение, условно называемым «сигналом», игроки начинают проводить сканирование так, чтобы раз за разом увеличивалась точность сигнала. Когда, наконец, окажется, что положение клада известно с некоторой точностью, например, 7 метров (то есть, сигнал «попал» в радиус 7-ми метров от реального местоположения клада), игроки включают камеру и начинают через неё рассматривать область вокруг. В объективе одного из игроков, который сумел достаточно точно навести на реальное местоположение клада, появляется иконка клада, он нажимает на экран, и таким образом, забирает его, начисляя себе очки.

Параметры игрока следующие:

1) Радиус сканирования – если реальное местоположение клада попадает в этот радиус, то запускается алгоритм по которому возвращается примерное местоположение клада – сигнал.

2) Сила сканера – определяет точность полученной информации, участвует в процессе получения сигнала. Сила сканера также становится суммой, если один и тот же сигнал получают несколько игроков одной группы. В этом случае, силы сканеров суммируются и дальнейшем расчете участвует уже сумма.

Единственный параметр клада – защита, также участвует в процессе получения сигнала.

Точность (близость к реальному положению клада) полученного сигнала определяется:

– Силами сканеров зондов, получивших этот сигнал (т.е. тех, в чьи сферы сканирования он входит);
– Количеством зондов, получивших этот сигнал;
– Расстоянием от самого ближайшего зонда, получившего сигнал;
– Защитой клада.

В результате применения алгоритма расчета точности, который будет приведен ниже, в разделе реализаций, будет сформирован радиус точности, внутри которого и появится сигнал.Радиус точности – радиус, с центром в точке реального местоположения клада, только в рамках которого может быть отображен сигнал.

В процессе разработки данной игры также была разработана некоторая математическая формализация – модель для данной игры. Так как весь игровой процесс, со всеми его деталями, представляет собой логически сильно разрозненную и слишком сложную для формального описания структуру, для модели было рассмотрено только одно, самое важное, действие в игре – поиск клада.

Для построения вышеназванной модели за основу были взяты элементы теорий игр[5]. Напомню, что теория игр рассматривает ситуации, в которых сталкиваются интересы двух сторон и результат любой операции, осуществляемой одной из сторон, зависит от действий другой стороны и такие ситуации называются конфликтными. В нашем случае, конфликтующие стороны это игроки(и) и клад, а действия, которыеони могут выполнять согласно теорий игр, называются стратегиями. В отличий от классической теорий игр, где исход конфликта – выигрыш, может достаться обеим сторонам, в нашем случае выиграть могут только игроки-кладоискатели, кладу отведена роль только защищающейся стороны. Из вышесказанного, очевидно, что выигрыш определяется не для всей игры, но для каждой конфликтной ситуаций, которая возникает каждый раз когда в радиус игрока попадает реальное местоположение клада.

– В контексте теорий игр, наша игра определена как:

– парная – участвует две противоборствующие стороны. В ситуации когда к сканированию подключены другие игроки из группы, игра также остается парной, так как было пояснено выше, что силы сканеров всех игроков группы, получающих сигнал, суммируются.

– антагонистическая (с нулевой суммой) – это означает, что выигрыш может принадлежать только одной стороне, в то время как вторая сторона, в этом случае, обязательно проиграет.

– со случайным ходом – значение сигнала является случайной величиной, смещением относительно центра – реального местоположения клада, подчиняющейся нормальному закону распределения, формула которого идет ниже по тексту.

– конечная – так как число стратегий N, то есть конечно.

Решением игры, согласно теорий игр, является выбор стратегий которая удовлетворяет условию оптимальности.

Само условие оптимальности заключается в следующем:

– игрок должен получать максимальный выигрыш;

– клад должен получать минимальный проигрыш;

– должно соблюдаться условие устойчивости – то есть, каждой из сторон должно быть не выгодно отказываться от своей стратегий.

Вышеназванное решение – определение оптимальной стратегий для каждого игрока, поддерживается важнейшим ограничением теорий игр – единственностью выигрыша как показателя эффективности.

Определенный выше радиус точности делиться на n элементов. Значение каждого из элементов – расстояние от центра радиуса точности в микроградусах. Данная единица измерения взята из-за того, что в разработке игры было использовано API Google Maps,в котором данная единица является атомарной. Данные n значений будут использованы в платежной матрице, которая описывается ниже.

Для построения платежной матрицы нам нужны следующие данные.

Игрок имеет *n*стратегий:

$$A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}. \quad (1)$$

Клад имеет единственную стратегию:

$$B = \{B\}. \quad (2)$$

Из этого следует, то размерность игры *n*x*1* – на каждое из *n*действий игрока клад отвечает единственным действием, соответственно.

Таким образом, платежная матрица выглядит как показано в таб. 1.

Таблица 1. **Платежная матрица для математической модели игры**

A	B
A_1	$\Phi(S_{A_1}, \theta_A, \theta_B)$
A_2	$\Phi(S_{A_2}, \theta_A, \theta_B)$
…	…
A_n	$\Phi(S_{A_n}, 0_A, 0_B)$

Здесь

$$\Phi\left(S_{A_i}, \theta_A, \theta_B\right) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(S_{A_i})^2}{2\sigma^2}}, i = \overline{1,n}, \quad (3)$$

функция плотности (Эйлера) кумулятивного нормального распределения со среднеквадратичным отклонением $\mu = 0$идисперсией $\sigma = S_{A_i} \cdot \frac{\theta_B}{\theta_A}$.

Согласно теорий игр, игрок А для получения наибольшего выигрыша будет придерживаться выбора стратегий с максимальным значением, учитывая наихудший исход, то есть минимальный результат по каждой из доступных ему стратегий:

$$\alpha_i = \min \Phi\left(S_{A_i}, \theta_A, \theta_B\right), i = \overline{1,n}, \quad (4)$$

$$\alpha = \max \alpha_i, i = \overline{1,n}. \quad (5)$$

Данное поведение игрокаА, определяемое формулами (4) и(5), называется максиминной стратегией. Таким образом, если игрок А будет придерживаться максиминной стратегии, то ему гарантирован выигрыш, не меньший, чем α, при любом ответе от клада В.

Целью же клада В является обеспечение минимального проигрыша. Следовательно, игроку В нужно выбрать стратегию с минимальным значением, учитывая наилучший исход для игрока А, то есть максимальный результат по каждой из стратегий игрока А:

$$\beta_i = \max \Phi(S_{A_i}, \theta_A, \theta_B), i = \overline{1,n} \quad (6)$$

$$\beta = \min \beta_i, i = \overline{1,n} \quad (7)$$

Данное поведение клада В, определяемое формулами (6) и (7), называется минимаксной стратегией. Таким образом, если клад В будет придерживаться минимаксной стратегий, то игрок А не сможет выиграть больше, чем β.

Принцип осторожности, заставляющий игроков придерживаться максиминной и минимаксной стратегий соответственно, называют «Принципом минимакса», из которого следует условие устойчивости, а в совокупности эти три составляющие: максиминная стратегия, минимаксная стратегия и условие устойчивости формируют условие оптимальности, что и является желаемым решением игры.

Также удалось дать геометрическую интерпретацию модели игры. Для этого, проведем сглаживание (обратный дискретизации процесс) последовательности А, таким образом что первая величина станет самой левой точкой графика с координатой (*0,* a_{11}), последняя самой правой точкой (*n,* a_{21}). Все промежуточные значенияинтерполируются. Результат показан на рис. 1.

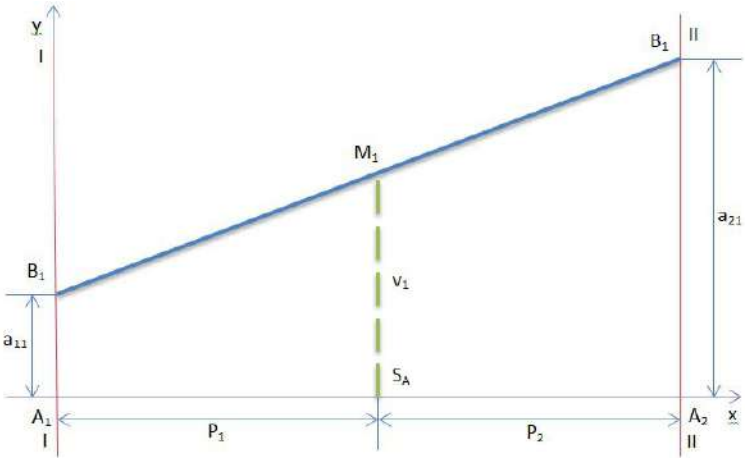


Рис. 1. Геометрическая интрепретация модели игры

Стадия реализации проекта игры потребовала применения множества новейших технологий и фреймворков основанных на платформе Java EE.

Как было описано выше, клиентами в данном приложений являются устройства на базе ОС Android. При разработке клиентской части приложения под Android был использован открытый инструментарий Android SDK [6].

Для организации коммуникации между серверным и клиентским звеньями была использована библиотека сериализации kryo использующая принцип Сетевых сокетов [12]и соответствующий ей фреймворк kryonet [7].

Для журналирования событий как клиентской, так и серверной части был использован Apache Log4j.

Одной из основных составляющих, через который был непосредственно организован игровой процесс, была глобальная картографическая система Google Maps [8]. Использование программного

интерфейса (API) Google Maps позволило абстрагироваться от многих проблем, связанных с картографией и работой с Глобальной Системой Позиционирования (GPS), так как в API уже был включен весь соответствующий функционал по умолчанию.

Так же, была применена технология авторизации Oauth [9] позволяющая использовать внешние общедоступные интернет-сервисы в качестве центров авторизации, автоматически задействовав их механизмы защиты и обеспечения уникальности доступа. Таким образом, Oauth-авторизация была применена на популярном сервисе ВКонтакте [10]. Полученный от ВКонтакте уникальный идентификатор в дальнейшем использовался на серверной стороне приложения, для уникальности каждого подключения и его соответствия подключившемуся через него устройству Android.

Все это компоновалось, компилировалось и отлаживалось с помощью бесплатной версии среды разработки (IDE) – JetBrains IntelliJ IDEA Community Edition.

Функционал игры включает в себя формирование и расформирование групп, чат – инструмент для общения между игроками, протокол взаимодействия между клиентами и сервером, ролевая система – согласно которой уровень игрока будет продвигаться вперед, по мере того, как он будет находить все больше кладов, предварительная авторизация игрока через ВКонтакте и просмотр профиля пользователя ВКонтакте через приложение, механизм получения сигнала о кладе, поиск клада через встроенную камеру и гироскоп, а также многие другие незначительные возможности. Описание каждой из функциональных возможностей займет большой объем текста, поэтому, мы коротко остановимся на ключевых возможностях приложения.

Механизм поиска клада разделен на серверную и клиентскую части. На серверной стороне вычисляется радиус точности для клада. На рис. 2 радиус точности отмечен насыщенным красным цветом. Сигнал может появиться только внутри радиуса точности.

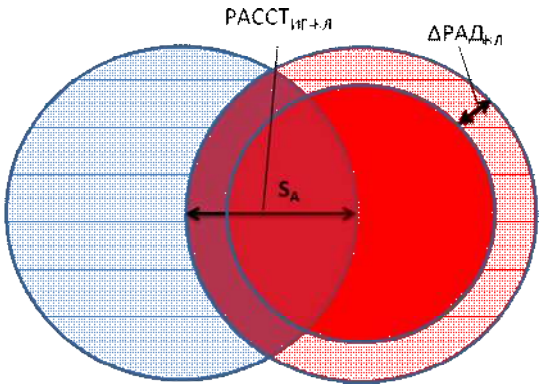


Рис. 2. Схема поиска клада на серверной стороне.

$РАССТ_{ИГ-КЛ}$ из рис. 2 расстояние от реального местоположения клада до местоположения игрока. API Google Maps используетцилиндрическую систему координат Меркатора [11], с атомарной единицей измерения расстояния – микроградусы. Поэтому, на серверной стороне для вычисления расстояния между точками, преобразуем эти координаты в декартовы с помощью формулы из топографии

$$РАССТ_{ИГ-КЛ} = R\sqrt{(\Delta\varphi)^2 + (\cos(\varphi_m)\Delta\lambda)^2}, \quad (8)$$

где $\Delta\varphi - \varphi_2 - \varphi_1$, $\Lambda\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$. Здесь $\varphi_1, \lambda_1, \varphi_2, \lambda_2$ – ширина/долгота первой и второй точек соответственно, единицы измерения – радианы.Переменнаяφ_mназывается «средней шириной» и вычисляется по формуле

$$\varphi_m = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}. \quad (9)$$

R= 6 371 009 000 метров –является радиусом земли.Формула для вычисления S_A называется Формулой плоской поверхности и хорошо подходит для преобразований на сильно масштабированных картах, что и является нашим случаем.

$\Delta РАД_{КЛ}$ из рис. 2 показывает насколько уменьшится радиус точности клада при влияний со стороны силы сканера игрока. Окончательный радиус точности клада вычисляется по формуле

$$S_A = РАССТ_{ИГ-КЛ} \cdot \frac{СИЛ_{КЛ}}{СИЛ_{ИГ}}. \quad (10)$$

Здесь $СИЛ_{КЛ}$ и $СИЛ_{ИГ}$ – параметры защиты(силы) клада и силы сканера игрока соответственно. В случае если сигнал получают сразу несколько игроков из одной группы формула вычисления радиуса точности S_A выглядит следующим образом

$$S_A = МИН_РАССТ_{ИГ-КЛ} \cdot \frac{СИЛ_{КЛ}}{\sum СИЛ_{ИГ}}. \quad (11)$$

Здесь $МИН_РАССТ_{ИГ-КЛ}$ – минимальное расстояние среди всех получающих сигнал игроков, $\sum СИЛ_{ИГ}$ – сумма сил сканеров всех получающих сигнал игроков.

Таким образом, чем больше игроков одновременно участвует в поиске клада, тем меньше будет радиус точности и тем ближе будет расположение сигнала от реального расположения клада.

После того как местоположение клада будет обнаружено на глобальной карте, механизм поиска продолжается на клиентской стороне. Включается камера и игрок начинает сканировать окружающую территорию на наличие клада с помощью камеры. В этом процессе задействован встроенный в мобильное устройство гироскоп. С помощью гироскопа вычисляются две составляющие – расстояние обзора и угол обзора, изображенные на рис. 3.

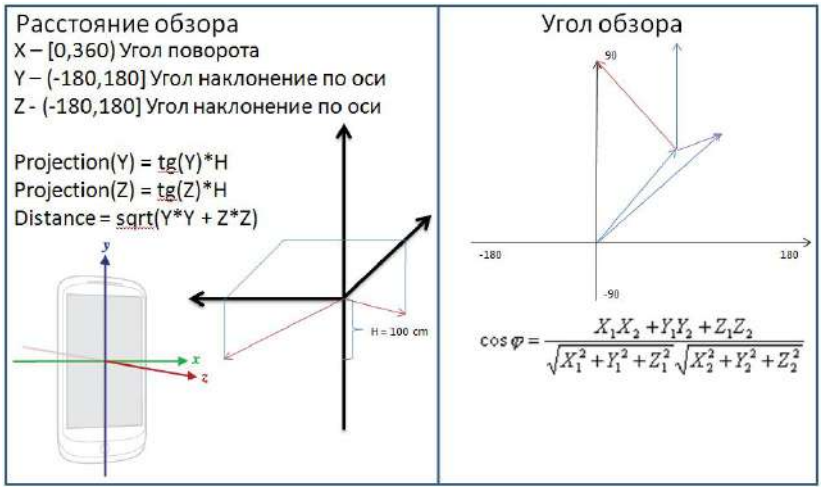


Рис. 3. Расстояние обзора и угол обзора

Как только обе составляющие, расстояние обзора и угол обзора, совпадают с реальным местоположением клада, иконка клада появляется на экране игрока, игрок тыкнув пальцем на иконку «забирает» клад себе и, таким образом, начисляет себе очки опыта, с дальнейшим продвижением по ролевой системе. Соответственно, у всех остальных игроков найденный клад пропадает из глобальной карты.

Работоспособность игры была протестирована с помощью нескольких моделей телефонов с платформой Android. Серверная часть была размещена на сервересо статическимвнешним ip-адресом в качестве web-сервиса. Клиенты для подключения к серверу использовали 3Gсоединения от мобильных операторов, а также GPS навигацию для позиционирования на глобальной карте Google-Maps. Скриншоты из игры представлены на рис. 4.

Итак, вышеописанный игровой проект продемонстрировал наличие возможности распределенных вычислений на мобильных платформах, так как представлял собой распределенную систему с единым сервером, непрерывно обрабатывающим входящие соединения со своевременным откликом на клиентов. При этом, мы лишь поверхностно коснулись проблем возникающих при развертывании распределенных вычислительных сетей на мобильных платформах. И тем более, не затрагивали построение аналогичных Grid-сетей.

Даже традиционные подходы к управлению гридами требуют централизованных серверов, глубокого знания низкоуровневых систем и достаточно большую группу опытных сотрудников [14]. Хотя и мобильные гриды отлично соотносятся со свойством из теорий Grid-систем называемым «доступность», такие системы нестабильны по своей природе и, поэтому, были вынесены в отдельную категорию, называемую adhocгриды – в которых, присутствует постоянно меняющееся членство при отсутствии структурированной коммуникационной инфраструктуры.

Adhocгрид – это непосредственное формирование сотрудничающих гетерогенных вычислительных узлов в логическое сообщество, без предварительно сконфигурированной фиксированной инфраструктуры и с минимальными административными требованиями [15]. Очевидно, что построение таких систем, включающих динамические подсоединения, не требуя наличия формальных, четко определенных входных точек грида, задача повышенной сложности, как в техническихаспектах, так и с точки зрения программирования.

Несмотря на возможные многочисленные проблемы при построении мобильных распределенных систем, такие как не зависящее от инфраструктуры промежуточное грид-обеспечение, динамическая композиция услуг, настраиваемость, безопасность, масштабируемость и нестабильная природа таких систем, авторам видится перспективным продолжение исследований, связанных с распределенными вычислениями на мобильных платформах.

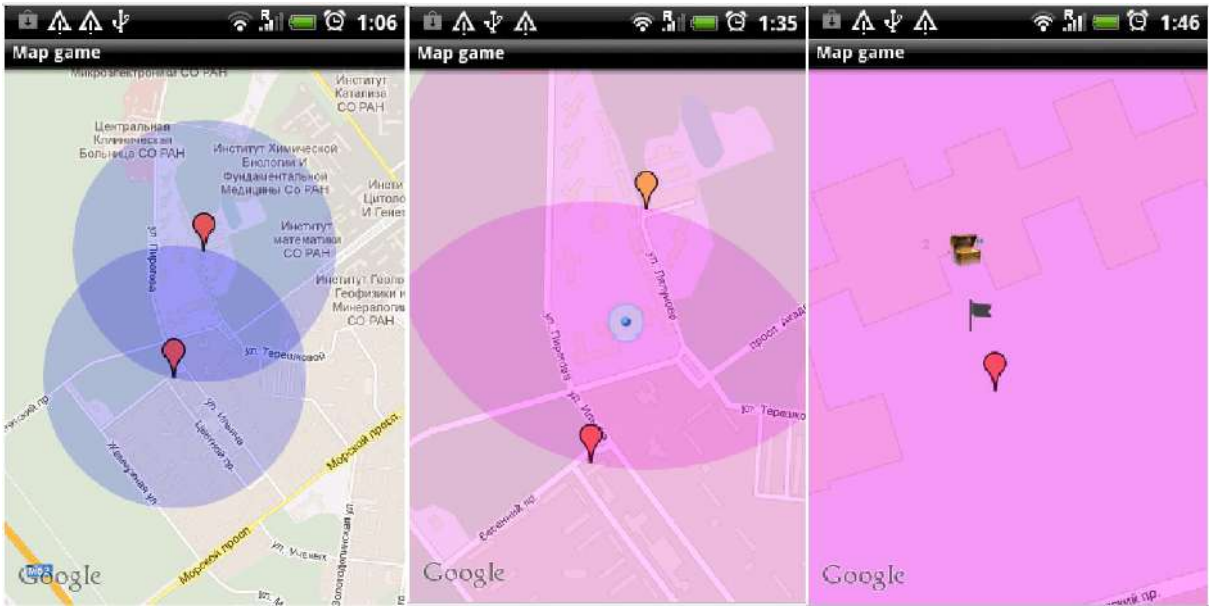


Рис. 4. Интерфейс приложения.

ЛИТЕРАТУРА

1. «How many computers in the world?» // Портал «howmanyarethere.net». Февраль 2012. С. 1.URL: http://howmanyarethere.net/how-many-computers-in-the-world.

2. «Get Ready for 1 Billion Smartphones by 2016, Forrester Says» // Портал «nytimes.com».Февраль 2012.URL: http://bits.blogs.nytimes.com/.

3. Статистика портала Google Plus// Портал «plus.google.com». Июль 2012. URL:https://plus.google.com/108954345031389568444/posts/eJkJY8df7fg.

4. Словарь по кибернетике: Под редакцией академика В.С.Михалевича. Изд. 2-е.Киев: Главная редакция Украинской Советской Энциклопедии имени М. П. Бажана. 1989.

5. *Самаров К.Л.* Учебно-методическое пособие по разделу «Элементы теорий игр». М.: ООО «Резольвента». 2009.
6. Документация поAndroidSDK //GoogleInc. 2012.URL: http://developer.android.com.
7. Описание KryoNet // С. Натан. 2012. URL: http://code.google.com/p/kryonet/.
8. Документация по GoogleMaps // GoogleInc. 2012.URL: https://developers.google.com/maps.
9. Описание OAuth // Материал из Википедии. 2012.URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/OAuth.
10. Описание ВКонтакте // Материал из Википедии.2012. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/ВКонтакте.
11. Проекция Меркатора // Материал из Википедии. 2012.URL: http://ru.wikipedia. org/wiki/Проекция_ Меркатора.
12. Networksocket // Материал из Википедии. 2012. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Network_socket.
13. *Phan T., Huang L., Dulan C.* «Challenge: Integrating Mobile Wireless Devices into the Computational Grid» //Proc. 8th ACM Ann. International Conf. Mobile Computing and Networking. Atlanta, GA, USA. 2002.С. 271–278.
14. *Захаров А.В., Митихин В.Г., Серов В.В.* Поиск методов построения эффективных мобильных грид-систем // ГОУ ВПО «Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности». 2009. 13 с.
15. Next Generation GRIDs Expert Group, Report #3. «Future for European Grids: GRIDs and Service Oriented Knowledge Utility». 2006. URL: ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/ist/docs/grids/ngg3_eg_final.pdf.

Резюме

Клиент-серверлік, үлестірілген, көпқолданушылық, параллелизацияны үрдістік ағындар деңгейінде қолданатын, нақты уақыттағы қолданба құрыстырылған. Серверлік бөлігі клиенттік байланыстарды бөлек ағындарда тіркеп, клиенттерден келген сұраныстарды өңдейтін онлайн қызмет ретінде жұмыс атқарады. Клиентілер андроид-телефондарға жүктелген және олардың аппараттық мүмкіндіктерін кеңінен қолданатын бағдарламалар болып табылады.

Summary

Distributed multiuser client-server real-time application with use of threaded parallelization developed.Server side part registers client connections at separate threads, further processing client requests from it. Clients representing mobile applications for android based phones and widely using their hardware functions.

Казахский национальный
университет им. аль-Фараби

Поступила 08.11.12 г.

УДК [004.9]:338:378(043)

Л.Ш. Балғабаева, С.Б. Супекова

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАТРАТ СТУДЕНТА В ЦЕЛЯХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МОНИТОРИНГА ЭКОНОМИКИ ОБРАЗОВАНИЯ

В настоящее время образование признано одним из важнейших приоритетов долгосрочной Стратегии «Казахстан - 2030». Общей целью образовательных реформ в Казахстане является адаптация системы образования к новой социально-экономической среде. Президентом Казахстана была также поставлена задача о вхождении республики в число 50-ти наиболее конкурентоспособных стран мира. Совершенствование системы образования играет важную роль в достижении этой цели.

Международный опыт подтверждает, что инвестиции в человеческий капитал, и, в частности, в образование, начиная с раннего детства до зрелого возраста, способствуют существенным отдачам для экономики и общества.

Инвестиции в человеческий капитал крайне необходимы для создания технически прогрессивной, производительной рабочей силы, которая может адаптироваться в быстро изменяющемся мире. Образование необходимо понимать как экономические инвестиции, а не просто как затраты на социальные нужды. Успешная экономика будущего будет та, которая инвестирует в образование, навыки и способности населения.

С другой стороны, образование становится все более дорогостоящей услугой, и, естественно, потребитель интересуется, за что он платит деньги, а с другой - в настоящее время вместе с ростом

человеческого капитала увеличивается значение образования как важнейшего фактора формирования нового качества общества.

Все затраты, связанные с получением высшего образования, включая затраты университета, связанные с процессом преподавания, и затраты студента, связанные с процессом обучения, а также расходы на питание, проживание, и другие аспекты жизни студента, несут четыре основные стороны:

1.Государства или налогоплательщики: посредством прямого или непрямого налогообложения, включая налогообложение предприятий или инфляцию, обусловленную дефицитным расходованием, в обоих случаях затраты перекладываются на плечи простых налогоплательщиков/потребителей.

2.Родители: посредством накоплений, текущих доходов, или заимствований;

3.Студенты: посредством накоплений (обычно весьма ограниченных), текущих доходов (обычно работая на полставки во время семестра или в летние каникулы), или заимствований; и / или

4. Благотворители: посредством пожертвований.

Высшее и другие виды профессионального образования стоят дорого.

Общая стоимость обучения, а также стоимость обучения в пересчете на одного студента, растет, обгоняя рост потребительских цен, т.е. темпы инфляции, и, как правило, даже правительства развитых стран не в состоянии конкурировать с этим ростом. Экономическая эффективность различных форм разделения затрат и целевого государственного субсидирования, направленное на обеспечение тонкого и сложного баланса между:

-финансово здоровыми университетами и другими высшими учебными заведениями, признавая растущую пользу высшего образования для частных лиц, экономических систем, и обществ;

-расширенным и более справедливым доступом к высшему образованию,

признавая сохраняющиеся, но политически и морально неприемлемые диспропорции в зачислении, обучении, и успешном завершении высшего образования студентами, обусловленные принадлежностью к определенному социальному классу и другими демографическими характеристиками;

-наиболее эффективным использованием государственных, обеспечиваемых налогоплательщиками, средств для достижения любых общественных целей, признавая ненасытный финансовый аппетит высшего образования и острую конкурентную борьбу за скудные государственные ресурсы.

В настоящее время существует огромное количество методов оценки удовлетворенности потребителей. В общем виде выделяют следующие методы:

-объективные (с помощью объективных данных, которые не напрямую свидетельствуют об удовлетворенности потребителей: доля рынка, доля постоянных покупателей, выручка от реализации);

-субъективные (опрос непосредственных потребителей);

-ориентированные на свойства (оценка основных характеристик услуги);

-ориентированные на события (оценка событий/этапов во время процесса предоставления услуги);

-однофакторные (прямая общая оценка удовлетворенности);

-многофакторные (оценка удовлетворенности потребителей отдельными аспектами услуги);

-количественные (получение количественной оценки);

-качественные (получение развернутой информации для выработки, например, корректирующих действий).

Необходимо отметить, что любая организация (в том числе образовательные учреждения) должна проводить мониторинг удовлетворенности потребителя, определив способы получения этой информации и научиться использовать методы измерения и анализа полученной информации с целью принятия руководством эффективных управленческих решений.

Для достижения указанных целей в работе поставлены следующие задачи:

-анализ существующих методов мониторинга образовательной деятельности вуза на основе статистических показателей учебного процесса;

-разработка математической модели анализа ситуаций в учебном процессе ВУЗа;

-разработка алгоритма поиска типичных ситуаций в образовательной системе на основании заданного множества показателей учебного процесса;

-разработка алгоритма генерации выводов с возможностью определения вероятности появления найденной типичной ситуации в анализируемой образовательной системе;

-создание программного и информационного обеспечения системы поддержки принятия решения на основе анализа ситуаций в учебном процессе ВУЗа;

-системная идентификация предмета мониторинга;

-выделение наблюдаемых и ненаблюдаемых процессов в сфере образования;

-накоплении информации, необходимой для анализа ситуации, описания прогнозного фона;

-прогнозирование и моделирование сценариев развития системы образования.

Достижение поставленной цели связано с обследованием мониторинга экономики образования:

-Государственная статистика (потенциальные пользователи, поставщики информации об образовании);

-опрос домохозяйств (интервью по общеказахстанской выборке и дополнительное интервью);

-опрос руководителей образовательных учреждений (ВУЗ);

-опросы учащихся (студенты);

-опросы преподавателей (преподаватели);

-опрос работодателей (выборочный опрос руководителей предприятий шести секторов экономики казахстана – промышленность, строительство, транспорт, связь, торговля и деловые услуги).

Предметом мониторинга экономики образования являются рынки образовательных услуг. В рамках мониторинга проводится наблюдение за участниками рынков: с одной стороны, за потребителями в лице учащихся (их семей) и работодателей, а с другой стороны, за производителями - образовательными учреждениями, их руководителями и преподавательским персоналом, а также иными структурами, предоставляющими образовательные услуги (предприятиями, организациями, частными лицами).

Проблемы образования вплотную связаны с тенденциями в глобализирующемся мире, модернизирующейся экономике, социальной политике, проводимой государством. Объектом рассмотрения являются потребители высшего образования. Неспроста употреблен термин «потребители». К сегодняшнему дню образование превратилось из общественного блага, т.е. общедоступного, в индивидуальное. Таким образом, получение образования становится некой услугой только для определенных слоев общества, которые могут себе это позволить. Эта проблема связана с тенденцией к коммерциализации образования, не только высшего, среднего профессионального, но также и школьного.

В ходе исследования установлены следующие затраты семей на цели образования, поступающие в систему образования:

Таблица1. **Затраты семей на цели образования**

Официальные затраты:	**Сопутствующие затраты:**	**Неофициальные затраты:**
Плата за обучение	Покупка учебников, канцелярских товаров	Плата частным лицам за подготовку
Взносы на ремонт, охрану	Транспортные расходы	Взятки, подарки за повышение оценки, зачисление в ВУЗ
Плата ВУЗу за подготовку к поступлению	Оплата частного жилья	Плата другим людям за подготовку курсовых и дипломных работ
Платные вступительные экзамены, оформление документов	Оплата экскурсий, походов, ткристических поездок	Покупка задач или рефератов и т.д. и т.п.
Взносы в фонд ВУЗа	Покупка проездного билета.	
Оплата общежития	Оплата за еду в столовой.	
Покупка студенческого, читательских билетов	Ксерокопия	
Покупка корочки диплома по окончании учебы.	Распечатка	
	Интернет	
	Покупка флешек	
	Баланс на телефон	
	Покупка дорожных билетов туда и обратно	

Рынок образовательных услуг в большей степени зависит от спроса, от предпочтений конечных потребителей и подвержен влиянию таких факторов, как: престижность, востребованность на рынке труда, мобильность, приобретение определенного социального статуса, возможность самореализации.

Процедура потребительского мониторинга включает следующие этапы:

-формирование и корректировка цели и задач мониторинга;

-определение направлений мониторинга, подготовка инструментария исследования и определение критериев оценки показателей мониторинга. Для каждого исследования составляются анкета и программа ее обработки;

-информационно-аналитическая обработка полученной информации. Обобщение результатов исследования потребительской оценки качества образования, сопоставление ожиданий и фактической удовлетворенности потребителей;

-оценка удовлетворенности потребителей качеством образовательных услуг.

Мониторинг экономики образования проводится с целью информационной поддержки образовательной политики, обеспечения органов управления образованием Казахстана актуальной информацией об экономическом положении системы образования, формирования информационной базы, необходимой для анализа и прогноза развития сферы образования, а также обеспечения функционирования системы непрерывного наблюдения за динамическими процессами в экономике образования региона, которое направлено на своевременное выявление происходящих изменений, прогнозирование социально-экономических процессов, удовлетворение потребностей потенциальных пользователей в информации о результатах мониторинга экономики образования. Проводимый мониторинг позволит прогнозировать развитие сферы образования. Для мониторинга будет использован метод динамического программирования.

На основе статьи [9] были произведены расчеты по статье «Заработная плата и социальные начисления», «Амортизация спецоборудования», «Прочие расходы», коммерческой стоимости, годовой экономии, годового экономического эффекта. Вычислен срок окупаемости затрат потребителя в год. Расчетный срок окупаемости составил 0,56 г. Таким образом, возмещение первоначальных расходов за четыре года произойдет через 2,5 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. http://forum.sape.ru
2. *Фаронов В.* Программирование баз данных в Delphi 7. – СПб: Питер, 2004.
3. *Колтынюк Б.А. Инвестиции.* Учебник. – СПб: Изд-во Михайлова В.А., 2003. – 848 с.
4. *Кондраков Н.П.* Основы финансового анализа. М.: Главбух, 1998. 114 с.
5. *Крейнина, М. Н.* Финансовый менеджмент Учеб пособие -М Дело и Сервис,1998. - 304 с.
6. *Крылов Э.И.* Анализ эффективности инвестиционной и инновационной деятельности предприятия. М., 2001.
7. *Крылов Э.И., Власова В.М., Егорова М.Г., Журавкова И.В.* Анализ финансового состояния и инвестиционной привлекательности предприятия. М.: Финансы и статистика, 2003.
8. *Липсиц И.В., Косов В.В.* Инвестиционный проект: методы подготовки и анализа. – М.,1999. – с. 29
9. *Любушин Н.П., Бабичева Н.Э.* Экономическое обоснование: теория и практика. – 2006. - № 22 (79). – С. 2-7.
10. www.google.ru
11. www.bing.ru
12. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов, (Утверждены Министерством экономики РФ, Министерством финансов РФ 21 июня 1999).-М.: Экономика. 2000 - 421 с.
13. *Бирман Г., Шмидт С.* Экономический анализ инвестиционных проектов.- М.: Банки и биржи, 1997 693 с.

Summary

This article metodeli developed and developing methods for monitoring IP economics of education, which are applicable to the education system. The developed method makes it possible.

Резюме

Мақалада білім жүйесі үшін қолданылатын білім экономикасының ақпараттық жүйесінің модельдері мен әдістері келтірілген. Құрастырылған әдіс білім саласының дамуын талдап жобалауға мүмкіндік береді.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 01.09.2012 г.*

УДК 699.85

Ф.К. Батесова, З. Муканова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ВЗРЫВА ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Организация тушения нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках основано на оценке возможных вариантов возникновения и развития пожара. Пожары в резервуарах характеризуются сложными процессами развития, как правило, носят затяжной характер и требуют привлечения большого количества сил и средств для их ликвидации.

Помимо вопросов обеспечения пожарной безопасности объектов актуальным остается вопрос безопасности людей, как персонала объектов, так и сотрудников противопожарных служб, участвующих в тушении пожаров на данных объектах. Это связано, прежде всего, с тем, что сущность оценки рисков и заключается в установлении вероятности угрозы жизни людям при воздействии опасных факторов пожара.

В результате проведенных огневых исследований в гг. Атырау и Актау, кроме данных по особенностям развития пожаров нефтепродуктов, геометрических факторов факела пламени и теплонапряженного состояния вокруг горящего розлива, получены данные по оценке готовности специалистов к ликвидации опасности.

Каждый из опасных факторов пожара, таких как тепло, токсические газы, дым, открытый огонь, являются угрожающими для жизни человека. Степень угрозы этих факторов зависит не только от объективных характеристик пожара (задымленность, фронт огня, температура и др.), но также и от субъективных особенностей человека. Любые экстремальные ситуации, а тем более связанные с факторами смертельной опасности, предъявляют повышенные требования к физиологическому и психическому состоянию пожарного и вызывают особую перестройку поведения. При этом могут наблюдаться дезорганизация деятельности, нарушения в протекании процессов восприятия, мышления, памяти и эмоций по типу «блокады» психических функций.

Частота возникновения пожаров на объектах нефтегазовой отрасли здесь гораздо выше, чем в других регионах. По данным анализа пожаров, количество пожаров, произошедших в Атырауской (18 пожаров, 17%), Мангистауской (16 пожаров, 15%) областях, составляет 32% всех пожаров произошедших на объектах нефтегазовой отрасли Казахстана (далее – НГО).

Каждый пожар представляет собой единственную в своем роде ситуацию, определяемую различными событиями и явлениями, носящими случайный характер, например особенности объекта, пожароопасные свойства горючего, особенности противопожарной защиты объекта, изменение направления и скорости ветра во время пожара и т. п. Поэтому точно предсказать развитие пожара во всех деталях не представляется возможным. Однако пожары обладают общими закономерностями, что позволяет построить аналитическое описание общих явлений пожаров и их параметров. Знание теоретических основ развития пожара помогает определить тактику тушения пожара, безопасное расстояние для участников тушения к каждой конкретной ситуации, что в свою очередь, отразится на эффективности тушения пожара.

Чем ближе к очагу пожара находятся участники тушения, тем более эффективным будет процесс тушения. Следовательно, наибольшее количество людей должны находиться в непосредственной близости к очагу пожара, на расстоянии 2-3 м. При этом для обеспечения безопасности людей, они должны быть соответствующим образом защищены.

Во время крупномасштабных огневых исследований пожара розлива нефтепродуктов на полигонах в г. Атырау в 2010году и г. Актау в 2011 году при тушении горящего нефтепродукта использовались новые установки пенного пожаротушения типа «Пурга»: УКТП «Пурга -2,-5, -10,-30» (см рисунок 1), которые зарекомендовали себя как надежные и эффективные средства для тушения пожаров нефтепродуктов.

Рис. 1. Тушение горящего нефтепродукта установками пенного пожаротушения типа «Пурга» во время крупномасштабных огневых исследований пожара розлива нефтепродуктов

Вместе с тем, преимуществом применения установки «Пурга» является увеличение дальности подачи пены в очаг пожара, что позволяет увеличить расстояние от позиции ствольщика до очага пожара на более безопасное расстояние. Кроме того, дальность подачи огнетушащего вещества всегда позитивно влияет на маневренность.

В данной работе предлагается один из методов использования порошков для более широкого его применения, а именно использование энергии взрыва для тушения пожара порошком.

Огнетушащие порошки представляют собой мелко измельченные минеральные соли с различными добавками, препятствующими слеживаемости и комкованию.

Тушение пожаров порошковыми составами объясняются действием следующих факторов:

- разбавлением горючей среды газообразными продуктами разложения порошка или порошковым облаком;
- охлаждением зоны горения в результате затрат тепла на нагрев части порошка, их частичное испарение и разложение в пламени;
- эффектом огнепреграждения, достигаемые при прохождении пламени через узкие каналы порошковым облаком;
- ингибированием химических реакций в результате развития процесса горения, испарения и разложения порошком.

Установка тушения пожаров порошковыми составами могут быть стационарными (с ручным, дистанционным и автоматическим включением) и передвижными (автомобили порошкового тушения, возимые и ручные огнетушители). Порошковый огнетушащий состав подается в очаг горения стволом – пистолетом, снабженный запорным устройством для включения и выключения подачи порошка. Недостатком данного способа является ограниченная дальность подачи порошка и нахождение операторов в зоне высоких температур.

Разработан способ доставки огнетушащего порошка на очаг горения и метод его разброса как по площади, так и по объему возгораемого объекта с использованием энергии взрыва взрывчатого вещества. Доставка и разброс огнетушащего вещества осуществляется с безопасного расстояния, что очень важно при тушении больших очагов горения углеводородного состава. На небольшие расстояния доставка может осуществляться и механическими средствами.

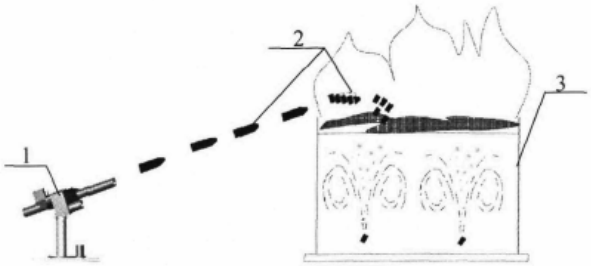


Рис. 2. Принципиальная схема процесса доставки контейнеров при тушении пожаров ЛВЖ и ГЖ твердой двуокисью углерода: 1 - стволовая установка контейнерной доставки огнетушащих веществ; 2 - контейнер, начиненный гранулами твердой двуокиси углерода; 3 - резервуар с ГЖ и ЛВЖ

Учитывая, что огнетушащий порошок может разлетаться по ветру предполагаемый способ предусматривает компактную доставку порошка на очаг возгорания, где срабатывает взрыватель и взрывом разбрасывается порошок по объемной поверхности. При сильном пламени горения предусмотрено двойное действие, т.е. сперва пламя огня сдувается направленной энергией, а затем на это место принудительно наносится управляемый поток огнетушащего вещества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по тушению пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах. ВНИИПО, ГУГПС МЧС РФ, МИПБ, М., 2000г.- 48 с.

2. Указания по тушению пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах. ВНИИПО, ГУПО, МВД, М., 1991г.- 60 с.

3. "Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства тушения". Справочник. 4.1 и П, М., "Химия", 1990г.- 384 с.

Резюме

Қиын өрт шарттарындағы көбіктендіргіштердің бірнеше түрлері қолдануға жеткілікті, өйткені олардың алмастырмалығы немесе өзара араластыру сирек болуы мүмкін. Көлем бойынша, аудан бойынша жарылғыш заттың жарылысы жанғыш объекттің оның шашылуын жану ошағы және әдіске от өшіретін ұнтақтың жеткізуін әдіс энергияны қолданып жасалған.

Summary

Recently, the country's oil and gas industry fires occurred, which was used to eliminate air-mechanical foam. When extinguishing fire departments had problems, which were mentioned repeatedly.

In the event of fire is difficult to use several types of foam, because their interchangeability or mutual confusion is rarely possible. Developed a way to deliver dry chemical fire on the hearth, and the method of its spread both in area and volume inflammable object using the energy of the explosion of the explosive.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 20.10.12 г.*

УДК 656.2

А.К. Акбергенова, А.Ш. Жияшева, А.К. Акбергенов

АНАЛИЗ МИРОВОГО РЫНКА ЛОГИСТИЧЕСКИХ УСЛУГ

Сфера логистики охватывает широкий комплекс услуг по планированию, управлению и контролю за процессом перемещения и хранения товаров и услуг от продуцента до потребителя. В последнее десятилетие фирмы-грузоотправители расширяют передачу задач в сфере логистики специализированным компаниям (англ. third-party suppliers), которые обеспечивают наиболее эффективное решение указанных задач. Данный сегмент получил в литературе наименование «логистические услуги третьей стороны», т.е. предоставляемые специализированными, «третьесторонними» фирмами, не имеющими отношения к заказчику и поставщику товара, с поставками которого связано предоставление логистических услуг (от англ. third-party logistic services – 3PL).

Сегодня на мировом рынке логистики и складирования принята следующая классификация услуг:

- 1PL (First Party logistics) — система, при которой все операции по логистике и складированию грузов выполняет сама фирма-грузовладелец.

- 2PL (Second Party logistics) — оказание набора традиционных услуг по транспортировке и складированию товара.

- 3PL (Third Party logistics) — комплекс услуг (в том числе дополнительных), включающий как традиционное складирование, так и промежуточное хранение (cross docking) груза, а также проектирование и разработку информационных систем, использование услуг субподрядчиков. В функции 3PL-провайдера входит организация и управление перевозками, учет и управление запасами, подго-

товка импортно-экспортной и фрахтовой документации, складское хранение, обработка груза, доставка конечному потребителю.

На рынке логистических услуг согласно применяемой авторами обзора классификации действуют компании как располагающие, так и не располагающие собственными материальными активами (англ. asset- based firms и non asset-based firms), т. е. различным оборудованием и парком транспортных средств. Если первые компании осуществляют грузовые перевозки автомобильным, воздушным и морским транспортом (наряду с предоставлением других логистических услуг), то сферой деятельности вторых является обеспечение транспортировки и хранения грузов, т. е. они выполняют функции посредников между грузоотправителями и компаниями с собственными активами.

По мнению различных экспертов, в ближайшей перспективе прогнозируемый среднегодовой рост мировых продаж логистических услуг 3PL-операторами составит 15...20%. Данное обстоятельство обусловлено усилением тенденции к передаче внутрикорпоративных функций логистики сторонним фирмам, причем наиболее благоприятными являются перспективы деятельности компаний, предлагающих весь комплекс логистических услуг.

Основные факторы непрерывного роста спроса на услуги логистики 3PL-фирм включают глобализацию мировой экономики, использование производственной технологии «точно в срок» (JIT – just-in-time manufacturing) и развитие электронной торговли (e-commerce). Процесс глобализации способствует расширению и усложнению товарораспределительных каналов и сетей снабжения. Централизация производственных процессов на промышленных предприятиях крупных компаний обеспечивает максимальный выигрыш за счет экономии на масштабах и одновременно приводит к увеличению транспортных расходов и сроков поставки готовой продукции конечным потребителям. Таким образом, перед этими компаниями стоят задачи снизить транспортные расходы и повысить эффективность закупочно-сбытовых каналов.

Производственная технология «точно в срок» обеспечивает значительное сокращение объема запасов, и особенно широко ее применяют в автомобилестроении.

Фирмы – поставщики логистических услуг обычно создают свои отделения на иностранных рынках. Однако этот процесс регулируется национальным инвестиционным законодательством, в котором, например, определяются масштабы таких инвестиций и статус дочерних структур, предъявляются определенные требования при выдаче лицензий на право деятельности и т. д. В некоторых странах осуществление иностранных инвестиций оговаривается определенными условиями. Так, на Филиппинах такое разрешение иностранным автотранспортным компаниям предоставляется только после проведения проверки того, существует ли в стране потребность в таких услугах.

Ожидается значительное расширение спектра предлагаемых логистических услуг, особенно при взаимодействии с крупными производителями;

- растёт компетенция казахстанских логистических операторов при обслуживании клиентов в области оптимизации уровня запасов, интеграции компьютерных систем и совместного управления издержками;

- рост спроса на логистические услуги в дальнейшем будет усугублять разрыв между ведущими логистическими операторами и отсталыми в технологическом отношении компаниями;

- следует ожидать значительного расширения спектра предлагаемых логистических услуг на казахстанском рынке, особенно при взаимодействии с крупными торговыми сетями;

Основные секторы активно развивающегося рынка логистических услуг Казахстана - это:

- сектор перевозок и экспедирования грузов различными видами транспорта;

- сектор складских услуг;

- сектор услуг по интеграции и управлению цепями поставок - поле деятельности 3PL-провайдеров;

- сектор сопроводительных услуг.

Особенности казахстанского рынка логистических услуг:

- рынок находится в фазе активного роста и развития;

- рынок недостаточно открыт, то есть, параметры деятельности логи-стических компаний закрыты для общего доступа;

- имеется большое количество молодых, недавно образованных компаний, с малым опытом работы;

- рынок логистических услуг в Казахстане расширяется от крупных центров в регионы;

- комплекс предлагаемых логистических услуг отличается многофункциональностью;

- казахстанские логистические компании обслуживают международные и национальные рынки;
- наблюдается объединение логистических компаний между собой;
- казахстанский рынок логистических услуг отличается фрагментарностью.

Наиболее динамично в нашей стране сейчас развиваются простые логистические операции: перевозка и экспедирование грузов всеми видами транспорта. Сложным комплексным логистическим услугам, например, интеграция и управление цепями поставок от производителя к конечному потребителю, наши провайдеры уделяют значительно меньше внимания. Но тенденция увеличения к предоставлению более сложных услуг все же наблюдается.

ЛИТЕРАТУРА

1 Закон Республики Казахстан. № 26611-ЗРК. «О железнодорожном транспорте» опубл 08.12.2001, - Астана, 2001.

2 Программа реструктуризации железнодорожного транспорта Республики Казахстан на 2001-2005 годы (утверждена Постановлением Правительства Республики Казахстан N 756 от 4 июня 2001 года) / Магистраль – 2001.- №7. С.19-44.

3 Основные направления технической политики КТЖ на 2001-2014. Проект. /Казакстан темір жолшысы. – 9.11.2000.

4 *Байдаулетов Н.Т.* Неизбежность реформы на железной дороге продиктована временем //Ваш Транскурьер, 2003. - №3. - С.1-3.

5 Материалы 5-той международной конференции: «ТрансЕвразия – 2004» /Казахстанская правда. - Астана, 18.06.2004. - №136-137.

6 Материалы 7-ой Московской Международной выставки и конференции: “Транспорт и логистика” / спорткомплекс “Олимпийский”. – Москва, 25-28 марта 2002.

Резюме

Бұл мақалада әлемдік логистикалық қызмет көрсетудің ең негізгі мәселелері қарастырылған. Яғни мұнда әлемдік тауар айналым және нарық жағдайындағы логистикалық бәсекелестікті кең көлемде айтылған. Ең негізгі қарқынды даму қағидаларын және қызмет көрсету талаптары жайлы айтылған. Қазақстан нарығындағы логистикалық қызмет көрсету ерекшеліктері де кең ауқымды көрсетілген.

Summary

Logistic sphere covers a lot of type of services in planning, management and control of process of moving and storage of the goods and services from a producer to the consumer. The last decades firms consignors expand transfer of tasks in the logistics sphere to the specialized companies (English third-party suppliers) which provide the most effective solution of the specified tasks. This segment is calling «logistic services of the third party», i.e. provided by the specialized, "third party" firms which are not concerning the customer and the supplier of the goods with which deliver providing logistic services is connected, (from English third-party logistic services – 3PL).

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 08.11.12 г.*

ӘОЖ 628.517.2:669

Ж.О. Жұмаділова

ОТҚА ТӨЗІМДІ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ЖЫЛУЛЫҚ СӘУЛЕЛЕНУ ҚАРҚЫНДЫЛЫҒЫН ЕСЕПТЕУ ЖОЛДАРЫ

Металлургия және машина жасау саласында көптеген жабдықтар мен қондырғылардан жұмыс істеу барысында адам ағзасына зиянды жылулық сәуле, сәулелену көзі пайда болады.

Өндірістегі микроклиматтық жағдайлар – бұл салыстырмалы ылғалдылық, қозғалыс жылдамдығымен, ауа температурасымен (қабырға, еден, төбе, қоршаулы жабдықтар, технологиялық жабдықтар) және жылулық сәуле қарқындылығымен сипатталатын параметрлер адам ағзасына, еңбек гигиенасына зиянды әсер етеді.

Жылулық сәуле жұмыс істеушінің еңбекке деген қабілетін төмендетеді, сонымен қатар жұмыс сапасын да жоғалтады. Өндірістегі негізгі технологиялық жабдықтардан бөлінетін жылулық сәуле түрлері төменде келтірілген (1-кесте).

1-кесте. **Технологиялық процестер мен жабдықтардан бөлінетін жылулық сәулелену**

Сәулелену көзі	Бет температурасы, ^{0}C	Толқын ұзындығы, мкм	Сәулелену спектрі
Пештің ішкі беттері, бу құбырлары, суыған металл	500^0 дейін	3,7-9,3	Инфрақызыл сәулелер
Пештердің ішкі беттері, құймалар, оттар	1200^0 дейін	1,9-3,7	Инфрақызыл сәулелер, нашар көрінетін толқын ұзындығы
Балқытылған металл, жоғары қыздырылған электродтар	1800^0дейін	1,4-1,9	Инфрақызыл сәулелер, жоғары деңгейде көрінеді
Қысқа толқынды, иінді пештер, пісіру аппараттары	2000^0 жоғары	0,8-1,2	Қысқа толқынды инфрақызыл, көрінетін ультракүлгін сәулелер

Сәулелену қарқындылығы сәуле көзінің өлшеміне және температурасына байланысты 700 Вт/м^2 дейін барады.

Микроклиматтың жағымсыз әсерінің алдын алу үшін келесі қорғаныстық шараларды қолдану қажет: өндірістік ғимараттарды жылыту және желдету; жергілікті ауа алмасу жүйелері (кондиционерлеу); арнайы киім және жеке қорғаныс құралдарын қолдану; демалуға және жылынуға арналған бөлмелер; жоғарғы немесе төменгі температурада шекті мөлшерде жұмыс күнін сақтау; демалыс мерзімін ұзарту; микроклимат көрсеткіші бойынша еңбек шартының класына байланысты жұмыс өтімін азайту; инфрақызыл сәулелер кезінде үзілістер белгілеу.

Инфрақызыл сәулелерден қорғану үшін келесі әдістер қолданылады: жанғыш беттерді жылулық оқшаулау; жылулық сәуле беттерін салқындату; сәуле көздерін экрандау; аэрация және ауалық душты қолдану қажет.

2-кесте. **Үздіксіз сәулелену кезеңдерінің және олардың арасындағы үзіліс ұзақтығы**

Инфрақызыл сәуленің қарқындылығы, Вт/м^2	Үздіксіз сәулелену кезеңінің ұзақтылығы, мин	Үзіліс ұзақтылығы, мин	Сәулелену және үзіліс ұзақтылығының ара-қатынасы
350	20	8	2,5
700	15	10	1,5
1050	12	12	1,0
1400	9	13	0,7
1750	7	14	0,5
2100	5	15	0,33
2450	3,5	12	0,3

Жылулық оқшаулау инфрақызыл сәуле қарқындылығын қызу беттерінен бәсеңдету бойынша ғана емес (пештер, ыдыстар, құбырөткізгіштер және т.б.), сондай-ақ жалпы жылудың бөлінуінен, күйіктің алдын алу үшін, жылу шығынын қысқартуда тиімді болып табылады. Санитарлы норма бойынша жұмыс орнындағы жабдықтар мен жабдық беттерінің температурасы 45^0C-тан аспауы қажет. Кейде жабдық беттерінің сыртқы температурасын бәсеңдету үшін ішкі жылулық оқшаулау қолданылады.

Сәуле көздерін экрандау – сәулеленуден қорғайтын тиімді және кең таралған әдіс болып табылады.

Экрандар жұмыс принципі бойынша жылу шағылдырғыш, жылу жұтқыш, жылу бөлгіш болып бөлінеді.

Шағылдырғыш материалдар ретінде альфоль (алюминді фольга), алюмин беттері, бояулары қолданылады. Жылу жұтқыш материалдар ретінде отқа төзімді немесе жылу оқшаулағыш кірпіштер, металды рамалар, басқа да жылу оқшаулағыш конструкицялар қолданылады. Жылу жұтқыш экрандарды қарқынды жылулық сәуле жағдайында, жоғары температура, механикалық соққы және шаңды ортада қолдануға болады.

Футерленген экрандар – 105 кВт/м^2, асбесті – 3,5 кВт/м^2 дейінгі сәулелену қарқындылығы кезінде қолданылады. Футерленген экранның тиімділік коэффициенті шамамен 0,3-ке, асбестінікі 0,6-ға тең.

Жылу бөлгіш экрандар пісірілген немесе құйылған конструкциялардан тұрады.

Сәуле энергиясының кез-келген ортада жұтылу теңдігінің формуласы:

$$E = Eo \cdot e^{-\delta R} \quad (1)$$

мұндағы: Е және Ео – экранның бар немесе жоқ кезіндегі берілген нүктедегі сәуле ағынының энергиясы, Вт/м;

δ - ағынның бәсеңдеуінің тәжірибелік коэффициенті (су бүркуі үшін 1,3 мм-ге тең);

R – бүрку қалыңдығы, мм.

Қорғаныс экранының тиімділігі келесі формуламен анықталады:

$$\eta_э = \left[\frac{(E_0 - E)}{E_0}\right] \bullet 100\ \% \quad (2)$$

Адам ағзасына сәуле энергиясын бәсеңдету мақсатында жеке қорғаныс құралдары пайдаланылады. Арнайы киім өртке төзімді, сәуле энергиясына қарсы тұрақты, жұмсақ және ауа өткізгіш материалдан (мауыт, брезент, металмен қапталған мата) жасалады. Металмен қапталған мата жұмысшыға түсетін инфрақызыл сәуледен 90%-ға дейін қорғайды. Көзді қорғау үшін сары-жасыл немесе көк әйнектен жасалған арнайы жарық фильтрлері, көзілдіріктер қолданылады.

Термиялық қондырғыларды және технологиялық процестерді жобалау кезінде мүмкін жылулық сәулелену мен жылу оқшаулауға қажетті қалыңдықты есептейді. Жоғары жылулық сәулемен сипатталатын жұмыс орны *ұсталық пеш* болып табылады.

Есептеулерді жеңілдету үшін пештің ашық есігінен сәулелену Вт/м^2, адам денесінің сәулеленуіне пропорционал болып табылады.

$$Q^{|}_{саң} = C_o \bullet \left(\frac{T_n}{100}\right)^4 \quad (3)$$

мұндағы: C_o – адам денесінің абсолютті қаралық деңгейі; C_o=5,78 Вт/м$^2 \cdot$К^4;

T_n – пештің абсолютті температурасы, К.

Бөлмеге тікелей кіретін жылулық сәуле қарқындылығы, Вт/м^2

$$Q_{саң} = Q^{|}_{саң} \cdot \varphi_{саң} \quad (4)$$

мұндағы: $\varphi_{саң}$- саңылау жанындағы шағылысу сәулесінің коэффициенті, яғни бұл саңылаудың диафрамалы әсер есебінен сәулеленудің төмендейтінін ескереді. Тік бұрышты саңылау үшін:

$$\varphi_{саң} = \frac{\left(\varphi^{'}_{сан} + \varphi^{''}_{сан}\right)}{2} \quad (5)$$

мұндағы: $\varphi^{/}_{саң}$=δ/a; ал $\varphi^{//}_{саң}$=δ/b қатынасына тәуелді;

δ-пеш қабырғасының қалыңдығы; a-ені; b-саңылау биіктігі, метрмен;

$\varphi^{/}_{саң}$ және $\varphi^{//}_{саң}$ келесі кесте бойынша алынады.

3-кесте. **Сәулелену коэффициентінің мәні**

Параметр	Белгілері											
δ/a; δ/b	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
$\varphi'_{сан}$; $\varphi''_{сан}$	0,91	0,83	0,76	0,71	0,65	0,61	0,57	0,35	0,52	0,50	0,47	0,45

Х саңылаудан қашықта орналасқан жұмыс орнындағы жылулық сәуле қарқындылығы, Вт/м^2

$$Q_{ж.о}=\varphi_{ж.о}\cdot Q_{сан}\cdot F \qquad (6)$$

F-саңылау ауданы, м^2;

$\varphi_{ж.о}$-жұмыс орнындағы сәулелену коэффициенті (кесте бойынша)

4-кесте. **Жұмыс орнының орналасауына байланысты сәулелену коэффициентінің тәуелділігі**

Параметр	Белгілері										
$X/\sqrt{F}$	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	2,0	2,8	3,6	4,8
$\varphi_{ж.о}$	0,86	0,6	0,4	0,26	0,19	0,12	0,09	0,055	0,03	0,018	0,011

Егер жылулық ағын пеш қабырғасынан 1м өтсе, онда сыртқы бетті нормалы температурамен қамтамасыз ету үшін қабырға қалыңдығының есебі келесі формуламен анықталады:

$$\delta = \frac{\lambda\left(T_{іш} - T_{сырт}\right)}{q} \qquad (7)$$

мұндағы: δ – бір қабатты пеш қабырғасының қалыңдығы, м;

λ-қабырға материалының жылуөткізгіштік коэффициенті, Вт/м·К (кесте бойынша), бұл орта температурасына тәуелді болады;

$T_{іш}$ - пештің ішкі бетінің температурасы, ^{0}С; пештегі орта температурасы 5^0-тан кем болмайды;

$T_{сырт}$ - жұмыс орнына қатысты пештің сыртқы бетінің санитарлы норма бойынша шекті мәні, ^{0}С;

q - қабырға арқылы өтетін жылулық ағынның тығыздығы, Вт/м^2

Отқа төзімділік дегеніміз – материалдың жоғары температура әсеріне ұзақ уақыт өз пішінін өзгертпей қарсы тұру мүмкіндігі.

Ыстыққа тұрақтылық дегеніміз – материалдың температураның кенттен жылдам өзгеруі кезінде өзгермеу мүмкіндігі.

Отқа төзімділігі бойынша бұйымдар отқа төзімді (мысалы, шамот 1580–1770 ^{o}С, 30–45 % Al_2O_3 және 50–60 % SiO_2 құрайды), жоғары отқа төзімді (мысалы, динас 1770–2000 ^{o}С, 90 % SiO_2 құрайды) және өте жоғары отқа төзімді (мысалы, хроммагнезит 2000 ^{o}С жоғары, 15–30 % Cr_2O_3 және 45–60 % MgO тұрады) болып бөлінеді.

5-кесте. **Отқа төзімді материалдардың жылуөткізгіштік коэффициентінің мәні**

Материал	Жылу өткізу коэффициенті, Вт/м·К
Шамот	0,67 + 0,0006 Т
Динас	0,82 + 0,0007 Т
Хроммагнезит	6,12 - 0,0026 Т

$$T = 0{,}5\ (T_{іш} + T_{сырт}) \qquad (8)$$

Жылулық ағынның тығыздығы, Вт/м^2

$$q = \alpha_H\ (T_{іш} + T_{ж.з}) \qquad (9)$$

мұндағы: $T_{сырт}$ - пештің сыртқы бетінің температурасы, К;
$T_{ж.з}$ - жұмыс зонасындағы ауа температурасы, К;
α_H – пештің сыртқы бетінің жылу бөлу коэффициенті, Вт/м^2·К

$$\alpha_Н = \alpha_л + \alpha_к \quad (10)$$

мұндағы: $\alpha_л$ – сәулелену мен жылу бөлу коэффициенті;
$\alpha_к$ - конвекциямен жылу бөлу коэффициенті.

$$\alpha_л = \frac{C_{кел}\left[\left(\frac{T_{іш}}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_{ж.о.}}{100}\right)^4\right]}{T_{сырт} - T_{ж.о.}} \quad (11)$$

$$\alpha_к = \alpha\sqrt[4]{T_{сырт} - T_{ж.о.}} \quad (12)$$

Бұл формуладағы $С_{кел}$ – сәулеленудің келтірілген коэффициенті; $С_{кел}$= 4,2 Вт/м·К^4;
α – тәжірибелік коэффициент: вертикалды беттер үшін α=2,2; Көлденеңнен жоғары қарағанда α=2,8; көлденеңнен төмен қарағанда α=1,4.

Егер есепті жүргізу кезінде температура берілген болса, онда жылулық ағын шамасын анықтау қажет емес. Бір қабатты қабырға қалыңдығын келесі формула бойынша анықтауға болады:

$$\delta = \frac{\alpha_H\left(T_{сырт} - T_{ж.о.}\right)}{\lambda\left(T_{іш} - T_{сырт}\right)} \quad (13)$$

Мұндағы мәндер алдыңғы өрнектермен бірдей болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. *ҚР – ның Еңбек кодексі, 2007ж.*
2. МЕСТ 12.0.004–90. Жұмыскерлерді қауіпсіз еңбек әдістеріне үйрету
3. Н.Н. Севрюков, Б.А. Кузьмин, Е.В. Челищев. Общая металлургия. М., «Металлургия», 1976. 141-563б.
4. Злобинский В.М. Охрана труда в металлургии. М., Металлургия, 1970, Б.497.
5. Арустамов Д.А.Безопасность жизнедеятельности. Учебник, М., 2007г., 496 с.
6. ҚР 3.04.2002 ж. «Қауіпті өндірістік объектілердегі өнеркәсіптік қауіпсіздік туралы» заңы

Резюме

В работе рассмотрены вопросы по охране труда в металлургии и машиностроении, в т.ч. защита от тепловых излучений (инфракрасные, ультрафиолетовые). Представлены методы исследования и расчета интенсивности тепловых излучений в кузнечном цехе.

Summary

The paper discusses the issues of labor protection in metallurgy and mechanical engineering, including protection from thermal radiation (infrared, ultraviolet). The methods of investigation and calculation of the intensity of thermal radiation in the forge.

Қ.И. Сәтбаева атындағы ҚазҰТУ *Түскен күні 15.10.12 г.*

ӨӘЖ 331.464.36

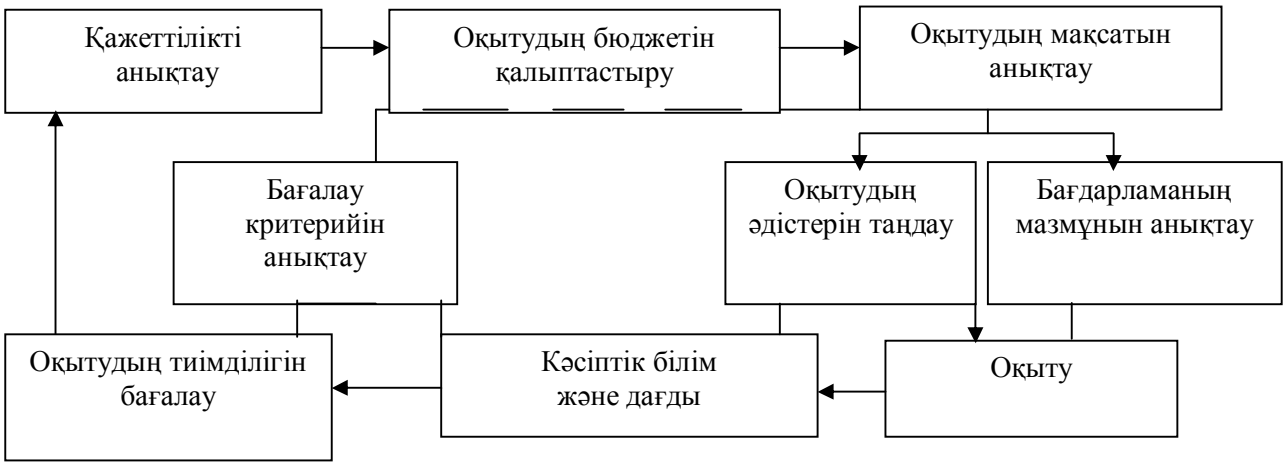
Ф.К. Батесова, А.И. Батесов

БАСШЫЛАР, ҚЫЗМЕТКЕРЛЕР МЕН ЖҰМЫСКЕРЛЕРДІ ОҚЫТУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ЕҢБЕК ҚАУІПСІЗДІГІНЕ ҚАТЫСТЫ БІЛІМДЕРІН ТЕКСЕРУДІ ҰЙЫМДАСТЫРУ

Қазақстан Республикасында болып жатқан экономикалық өзгерістер салдарынан барлық өндірістегі қауіпсіздікті басқару саласында және кәсіптік қауіпсіздікті басқаруда күрделі өзгерістер болып, қызметшілер денсаулығына кері әсерін тигізді. 90-шы жылдардағы мемлекеттік басқарудың өндірістер мен әртүрлі жекешелендіруді өрбіту орталықтарының әсерінен өндірістегі қауіпсіздікті басқару жүйесінің біртұтастығы бұзылып, өндірістегі басқарудың салалық құрылымы тәжірбие жүзінде тіптен қолданылмайтын болды.

Халықаралық еңбек ұйымы (ХЕҰ) деректеріне жүгінетін болсақ, әлемде жыл сайын 270 млн. сәтсіз жағдайлар болады 160 млн. адам кәсіптік ауруға шалдықса, 2 млн. астамы қаза болған. Қазақстан Республикасында 2011 жылғы қорытынды бойынша жапа шегушілер саны 2892 адам (408 қаза тапқан олардың 19 әйелдер), 523 кәсіптік ауру жағдайлары (2007 жылы 461 жағдай) тіркелген. Қазіргі жағдайда, көптеген жұмыс істеп тұрған өндірістерде кәсіптік қауіпсіздікті басқару және қызметкерлер денсаулығын басқару жүйесі қауіпсіздік ережелерінің талаптарын қамтамасыз етпейді және өндірістік апаттық жарақат алуды жоймайды.

Оқыту – оқушының танымдылық қабілетін өркендетуіне негізгі ынталандырушысы. Оқушылардың дамуын алға жылжуы жаңа мүмкіншіліктерді туғызады оқытудың күрделі шешімдері оңай шешуінің алғы шарты. Оқытудың тиімділігін және қажеттілігін анықтау үшін, оны дұрыс ұйымдастырып, көзделген мақсатқа жетуіміз керек. Оқытудың өзара байланыс схемасы 1суретте көрсетілген.



Сурет 1. Оқытудың өзара байланыс схемасы

Осы еңбекті қорғау және өнеркәсіп қауіпсіздігін басқару саласындағы еңбек қорғау басқару жүйесі талаптары бойынша мекеменің еншілес және тәуелді ұйымдарының барлық жұмыскерлеріне таралады. Барлық жұмыскерлерді оқытудың және олардың еңбекті қорғау сондай-ақ өнеркәсіп қауіпсіздігіне қатысты білімдерін тексерудің ортақ тәртібін белгілейді.

Жұмыскерлерді оқыту және білімдерін тексеру үздіксіз көп сатылы сипатта болуы тиіс және мекеменің барлық жұмыскерлерімен жүргізілуі қажет. Уақытылы және сапалы оқыту мен білімдерін тексеруді ұйымдастыру жауапкершілігі жалпы мекеме бойынша бірінші жетекшіге, ал құрылымдық бөлімшелер бойынша – олардың жетекшілеріне жүктеледі. Нұсқау беру және мекеме қызметкерлерін оқыту мен еңбек қауіпсіздігіне қатысты білімдерін тексерудің уақтылы жүргізілуі еңбекті қорғау қызметтерімен немесе осы міндеттемелер бұйрықтармен, қызметтік нұсқаулармен және тағы басқалар жарлық құжаттармен жүктелген жұмыскерлер тарапынан бақылануы тиіс.

Мекемеде еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз етуге жауапты басшылар мен мамандарды (директор, оның орынбасарларын, бас инженерді, еңбек қорғау қызметінің жетекшісін) оқытудың және білімдерін тексерудің тәртібі.

Мекемеде еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз етуге жауапты басшы қызметкерлер мен тұлғалар (осыдан былай – басшы қызметкерлер) дүркін – дүркін, үш жылда бір реттен кем емес, білім берудің тиісті ұйымдарындағы санатты арттыру курстарында оқып, еңбекті қорғау және қауіпсіздігіне қатысты білімдерін тексеріп тұрулары қажет.

Жұмысқа қайта қабылданған басшы қызметкерлер еңбекті қорғау және қауіпсіздікке қатысты білімдерін еңбек келісім-шартына қол қойылған күннен бастап бір айдан кем емес мерзімде тексеруден өткізулері керек.

Басшы қызметкерлерге арналған еңбекті қорғау және қауіпсіздікке қатысты оқу бағдарламалары экономиканың салаларын ұйымдастыру ерекшеліктерін ескере отырып, теориялық және өндірістік оқытуды көздеуі тиіс. Еңбекке қатысты аумақтық мемлекеттік органмен бекітілуі қажет. Басшы қызметкерлерді еңбекті қорғау және қауіпсіздік мәселелеріне қатысты оқыту (дәрістер, лекциялар, семинарлар), мемлекеттік қадағалау және бақылау мекемелерінің мамандарын, оқу орындарының оқытушыларын, тәжірибелі заңгерлер мен инженерлік-техникалық жұмыскерлерді және ірі өндірістік мекемелердің еңбекті қорғау және қауіпсіздігі қызметтерін тарту арқылы жүргізіледі.

Басшы қызметкерлердің еңбекті қорғау және қауіпсіздік мәселелеріне қатысты білімдерін тексеру санатты арттыру курстарында (дәріс оқылған орында) оқу бағдарламасы аяқталған соң, еңбекке қатысты аумақтық мемлекеттік мекеменің бұйрығымен құрылатын кемінде 3 адамнан тұратын емтихан комиссиясымен жүргізіледі. Комиссия Төрағадан – мемлекеттік еңбек инспекторынан және комиссия мүшелерінен тұрады. Емтихан комиссиясының құрамына санатты арттыру курсының жетекшісі, сонымен қатар мемлекеттік қадағалау және бақылау органдарының мамандары (келісім бойынша) кіреді. Басшы қызметкерлердің білімдерін тексеру үшін емтихан комиссиясы тестілеу тәсілдерін немесе емтихан билеттерін қолдана алады. Емтихан билеттері немесе тестілер өндірістің ерекшеліктерін, мамандарға қойылатын санаттық талаптарды және оқыту бағдарламасын ескере отырып дайындалады. Емтихан комиссиясы басшы қызметкерлердің еңбекті қорғау және қауіпсіздік мәселелеріне қатысты білімдерін тексеріп болғаннан кейін келесі шешімдердің біреуін қабылдайды:

– еңбекті қорғау және қауіпсіздігіне қатысты білімдері тексеруден өтті;

– еңбекті қорғау және қауіпсіздігіне қатысты білімдерін қайта тексеруден өткізуі тиіс.

Емтихан комиссиясының шешімі ашық дауысқа салу арқылы қабылданады. Басшы қызметкерлердің білімдерін тексерудің нәтижелері хаттамамен рәсімделеді. Хаттамаға төраға және емтихан комиссиясының мүшелері қол қояды.

Еңбекті қорғау және қауіпсіздікке қатысты білімдерін тексеруден өткізген басшы қызметкерлерге Қазақстанның барлық аумағында жарамды, белгіленген үлгідегі сертификат тапсырылады. Еңбекті қорғау және қауіпсіздікке қатысты білімдерін тексеруден өткізбеген басшы қызметкерлер білімдерін келесі тексеруден өткізгенге дейін өздерінің лауазымдарында қалады. Білімдерін қайта тексеру білімдерін тексеруден өткізген күннен бастап үш айдан кем емес мерзімде өткізіледі. Егер, еңбекті қорғау және қауіпсіздікке қатысты білімдерін қайта тексеруден өткізе алмаған жағдайда, басшы қызметкер Қазақстан Республикасының заңнамасында белгіленген тәртіппен қызметтен босатылады. Басшы қызметкерлер еңбекті қорғау және қауіпсіздікке қатысты білімдерін қайта тексеруден келесі жағдайларда өтулері тиіс:

– еңбекті қорғау және қауіпсіздігіне қатысты жаңа нормативтік актілерді іске асырғанда, оларға өзгертулер мен толықтырулар енгізгенде;

– жаңа құрал-жабдықтарды іске қосқанда немесе жұмыс берушінің шешімі бойынша жаңа технологиялық процестерді енгізген кезде;

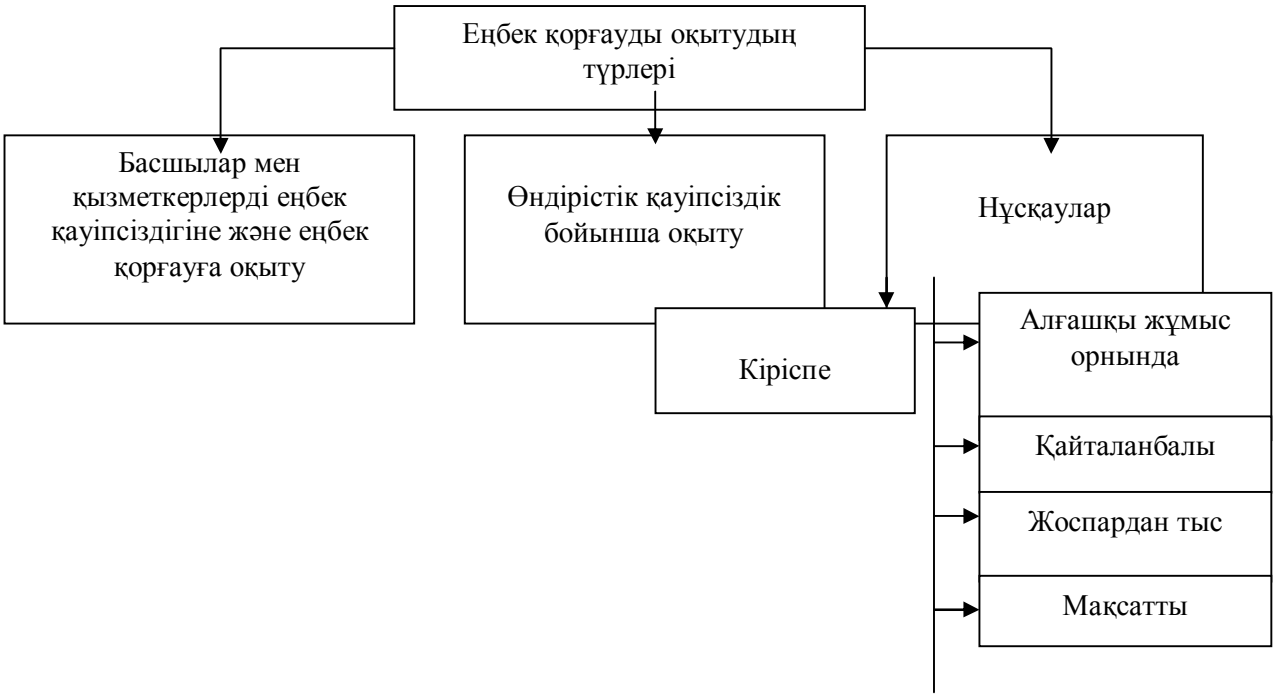
– жауапты тұлғаны басқа жұмыс орнына ауыстырған кезде немесе оны жұмыс берушінің шешімімен еңбекті қорғау және қауіпсіздігіне қатысты қосымша білімді талап ететін басқа лауазымға тағайындағанда;

– қайғылы оқиғаларды тексеру жөніндегі комиссияның шешімімен қайғылы оқиғалар орын алған кезде – топтық қайғылы оқиғада, өлімге немесе ауыр салдарға (мүгедектікке) алып келгенде, сондай-ақ апат, жарылыс, өрт немесе улану болған жағдайларда;

– жұмыстағы үзіліс бір жылдан көп болған жағдайда.

Мекеменің емтихан комиссиясының шешіміне байланысты дау-дамайлар еңбекке қатысты уәкілеттік мемлекеттік органмен немесе сотта қаралады. Ал ұйымдардағы басшы қызметкерлердің оқуы мен білімдерінің уақтылы тексеруден өткізілуін бақылауды директор, сонымен қатар мекеменің еңбекті қорғау қызметі жүзеге асырады.

Еңбек қорғауды оқытуын ұйымдастыру үшін еңбек қорғауды оқытудың түрлерін қарастырайық. Еңбек қорғауды оқытудың түрлері 2 суретте көрсетілген:



Сурет 2. Еңбек қорғауды оқытудың түрлері

Қазақстанға ең маңызды ұйымдық мәселелердің бірі қызметкерлерді оқыту шарттары туралы айтсақ:

1 Қызметкерлердің тиімді оқудағы барлық категориялары жоғары басшылардың көмегінсіз іске аспайды.

2 Қызметкерлерді оқуға дайындау және жүргізу ұйымдық шарттардың толық есебін талап етеді, ол оның шешімдеріне әсер етеді және оқу беруді жоғарылатудың жолдарын анықтайды.

3 Қызметкерлерді оқыту тиімділігі анықталған сайын, олардың құрамы және оқу формасы ұйымдық есептерге және мақсаттарға сәйкес болады.

4 Оқуды жоғары дәрежеде беруге мүмкіндігі болады, егерде ұйым өздерінің оқу тиімділігіне байланысты сұрақтарды үнемі қадағалап тұруы қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР

1 Қазақстанда еңбекті қорғау – Охрана труда Казахстан №12, 2008 – б. 34 -36.
2 Қазақстанда еңбекті қорғау – Охрана труда Казахстан №1, 2008 – 63 б.
3 Қазақстанда еңбекті қорғау – Охрана труда Казахстан №11, 2007–45 б.
4 Қазақстанда еңбекті қорғау – Охрана труда Казахстан №4, 2006 – б. 50 -54.
5 Охрана труда и социальное страхование №6, 1996 – Б. 75 – 79.
6 Девисилов В.А. Охрана труда. – М.: Форум-ИНФРА-М, 2004 – Б. 5-7.
7 ГОСТ ССБТ 12.0.004-90 «Организация обучения безопасности труда» 1999 – Б. 1-3.
8 Правила проведения обучения, инструктирования и проверок знаний работников по вопросам безопасности и охраны труда (Утверждены приказом Министра труда и социальной защиты населения Республики Казахстан) 2007 – Б. 1-3.

9 Правила организации обучения в области промышленной безопасности должностных лиц и работников опасных производственных объектов труда (Утверждены приказом Министра по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан) 2005 – Б. 1-2.

Резюме

Одной из основных причин производственного травматизма и профессиональной заболеваемости является некачественное обучение работников безопасности труда. Хорошо обученный персонал может предусмотреть и предотвратить любой несчастный случай, приняв все необходимые меры предосторожности и неукоснительно следуя правилам техники безопасности. Эффективная система обучения и организации охраны труда, также позволит обеспечить стабильное функционирование производства. Очевидно, что организация охраны труда невозможна без обучения персонала, без доведения до их сведения основных требований и норм техники безопасности.

Summary

Overall objective of the degree project is the analysis of the organisation of training of safety of work.

One of principal causes of an industrial traumatism and professional disease is poor-quality training of workers of safety of work. Well trained personnel can provide and prevent any accident, having accepted all necessary safety measures and strictly conforming to the rules safety precautions. The effective system of training and the labour safety organisation, also will allow to provide stable functioning of manufacture. It is obvious that the labour safety organisation is impossible without personnel training, without finishing to their data of the basic requirements and norms of safety precautions.

Қ.И. Сәтбаева атындағы ҚазҰТУ *Түскен күні 10.10.12 г.*

Г.З. Казиев, Г.С. Набиева, А.К. Адильбекова, Н.О.Омбаев

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

В настоящее время информационные системы (ИС) различного класса и назначения используются во всех сферах человеческой деятельности. В процессе создания таких систем используется современные инструментальные средства программирования, системы управления базами данных, системы автоматизации проектирования и управления разработками, элементы искусственного интеллекта, современная техническая база в виде различного уровня вычислительных сетей.

Вместе с тем быстроизменяющиеся условия и требования к разработке и эксплуатации информационных систем, необходимость адаптации к потребностям предприятий и организаций, быстрое перепрофилирование их деятельности в условиях рынка обуславливают необходимость постоянного решения актуальных задач создания. Поэтому задачи анализа, проектирования, эксплуатации, модернизации, надежности систем обработки данных являются весьма актуальными.

Большое число вышеуказанных прикладных задач, как правило, сводится к задачам дискретного программирования, постановка и решение которых в свою очередь взывают значительных сложности. Прежде всего, имеется в виду вычислительная сложность (NP-полные задачи), размерность решаемых прикладных задач, точность и эффективность разработанных алгоритмов для практических приложений.

При решение задач, естественно, возникает необходимость разработки точных методов. Вместе с тем, следует отметить ограниченное использование точных методов для решения прикладных задач большой размерности. Несмотря на использование мощных вычислительных систем с большой памятью, совершенствование и развитие математического аппарата «проклятье дискретности» остается и на сегодняшний день.

Поэтому для эффективного решения прикладных задач и преодоления вычислительной сложности точных методов возникла необходимость разработки приближенных и эвристических методов, которые тесно связаны со структурой и особенностями постановки этих задач.

В отличие от точных методов, приближенные позволили решать задачи большой размерности, и полученные решения удовлетворяют потребностям практики. При этом в ряде случаев появилась возможность оценить отклонение от оптимального решения либо определить ближайшие окрестности от оптимального решения. Все это позволило использовать приближенные методы в качестве эффективного инструментария для решения практических задач.

В ряде случаев при проектировании информационных систем необходимо учитывать вектор критериев, которые могут противоречить друг другу. Такие постановки задач сводятся к многокритериальным задачам дискретного программирования.

Известно, что одной из основных задач проектирования автоматизированных информационных систем является разработка прикладного программного обеспечения и базы данных. Проектирование прикладного программного обеспечения и базы данных для заданной предметной области формализуется в виде модульной блок-схемы обработки данных [1].

Определение. Модульной блок-схемой обработки данных будем называть совокупность процедур, объединенных в модули и множество информационных элементов, объединенных в массивы (таблица) данных с отображением ингрированных связей между модулями и массивами.

Модульная блок-схема позволяет автоматизировать процесс программирования прикладных задач и создания базы данных и сократить затраты и длительность разрабатываемых систем.

На этапе рабочего проектирования наиболее общим критерием синтеза оптимальных модульных блок-схем является их сложность, которая на логическом уровне измеряется числом информационных взаимосвязей между программными модулями и массивами базы данных. При синтезе блок-схемы должны быть учтены основные характеристики и ограничения систем управления базами данных и вычислительных средств, на которых предполагается эксплуатация создаваемого программного и информационного обеспечения.

Как показал опыт проектирования систем обработки данных в ряде случаев к ним предъявляются различные технологические требования, часто противоречивые, которые необходимо учитывать. При этом одни требования имеют важное значение в качестве критериев эффективности, а другие – определяют технологические ограничения в процессе проектирования систем обработки данных.

В процессе анализа и синтеза информационных систем возникает необходимость одновременного учета нескольких показателей эффективности, которые определяют качество разрабатываемой системы в области заданных ограничений. Тогда задача сводится к тому, что необходимо использовать несколько критериев, чтобы наиболее адекватно отобразить их требуемую постановку. В этом случае необходимо формулировать и решать многокритериальные блочно-симметричные задачи.

Общая постановка многокритериальной задачи формулируется следующим образом.

Необходимо найти экстремум вектора функций, отражающего показатели эффективности разрабатываемых в области заданных технологических ограничений.

Приведем математическую постановку общей многокритериальной задачи.

Пусть, X - двухиндексная переменная, отражающая распределение элементов одного типа по группам, а Y - переменная, отражающая распределение элементов другого типа по соответствующим группам. Задана матрица W взаимосвязи элементов различных типов между собой.

Определены критерии $F_i(X,Y)$, $i=\overline{1,I}$ эффективности, зависящие от переменных X и Y, доставляющие экстремум функции вида $F_i(X,Y)$, $i=\overline{1,I}$.

Многокритериальная блочно-симметричная задача дискретного программирования формулируется следующим образом [2]:

$$F_i(X,Y) \to extr, \tag{1}$$

при ограничениях вида

$$\varphi_m(X) \ge \varphi_0,\ m=\overline{1,M}, \tag{2}$$

$$\psi_n(Y) \ge \psi_0,\ n=\overline{1,N}. \tag{3}$$

Для решения однокритериальной блочно-симметричной задачи ($i=1$) разработан и предложен эффективный алгоритм, позволяющий определить оптимальные решения при определенных услови-

ях [2]. Используя разработанный алгоритм можно предложить следующую схему решения многокритериальной задачи.

Решается однокритериальная задача $F_i(X,Y) \to extr$ при ограничениях вида (2) - (3) с использованием заданного алгоритма. Определяются переменные X и Y.

Определяются значение функций $F_i(X,Y)$, $i = \overline{2,I}$.

Решается однокритериальная задача $F_i(X,Y) \to extr$ при ограничениях вида (2) - (3) с использованием заданного алгоритма. Определяются переменные X и Y.

Определяются значение функций $F_i(X,Y)$, $i = \overline{3,I}$.

Решается однокритериальная задача $F_i(X,Y) \to extr$ при ограничениях вида (2) - (3) с использованием заданного алгоритма. Определяются переменные X и Y.

Экстремальные значения функций $F_i(X,Y)$ определяют область нахождения решения.

Таким образом, в результате решения многокритериальной задачи определяется область решения, в которой находится решение, удовлетворяющее всем критериям и соответствующим условиям.

Рассмотрим постановку и решение двухкритериальной задачи разработки модульной блок-схемы системы обработки данных.

В данной постановке необходимо множество процедур обработки данных $P = \{p_r ; r = \overline{1,R}\}$ распределить по программным модулям, а множество информационных элементов $D = \{d_l ; l = \overline{1,L}\}$, необходимых для реализации заданных процедур, распределить по массивам базы данных таким образом, чтобы минимизировать связи между программными модулями.

В качестве критерия эффективности используем минимум взаимосвязей между модулями блок-схем и массивами базы данных. Данный критерий позволяет представить структуру блок-схемы в виде слабосвязанных компонент модулей и связанных с ними массивов базы данных, уменьшить число обращений модулей к массивам в процессе их обработки. При заданных числовых характеристиках: времени обработки процедуры информационных элементов, времени обращения модулей к массивам базы данных, объемов процедур и информационных элементов, формируется критерии минимума времени обработки блок-схем, минимума памяти при обработке блок-схем и т.д.

В матричной форме данный критерий запишется в виде

$$\sum (XWY) \to \min . \qquad (4)$$

В процессе проектирования модульных блок-схем часто необходимо, определить межмодульный интерфейс, который представляет собой состав и число информационных элементов между модулями систем обработки данных. Данный критерий позволяет определить содержание межмодульного интерфейса и оптимальную структуру всей модульной блок-схемы.

Критерий минимума информационных элементов, используемых программными модулями (межмодульной интерфейс) блок-схемы обработки данных в матричной форме записывается следующим образом:

$$\sum Y^T Y \to \min . \qquad (5)$$

В общем случае данные критерии противоречивы, для которых трудно определить точное решение.

В матричной форме двухкритериальная блочно-симметричная задача запишется в следующем виде:

$$\sum (XWY) \to \min \qquad (6)$$

$$\sum Y^T Y \to \min . \qquad (7)$$

$\sum$ - сумма единичных элементов результирующих булевых матриц (6) и (3);

$X = \|x_{vr}\|$, $r = \overline{1,R}$, $v = \overline{1,V}$ - переменная распределения процедур обработки данных по модулям блок-схемы;

$Y = \|y_{lf}\|$, $l = \overline{1,L}$, $f = \overline{1,F}$ - переменная распределения информационных элементов по массивам базы данных;

$W = \|w_{rl}\|$ - взаимосвязи между информационными элементами и процедурами обработки данных;

Y^T - транспонированная матрица.

Для решения поставленной задачи (6-7) разработан и предложен алгоритм, основанный на вышеуказанной схеме решения общей многокритериальной задачи.

Разработано программное обеспечение решения однокритериальных и многокритериальных блочно-симметричных задач проектирования систем обработки данных в среде Delphi [3].

Разработанные модели и методы, программное обеспечение решения многокритериальных задач внедрены при проектировании модульных блок-схем обработки данных ряда информационных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Казиев Г.З., Набиева Г.С., Сатмагамбетова Ж.З., Абылхасенова Д.К.* Модели и методы дискретного программирования. Блочно-симметричные модели - эффективный класс задач дискретного программирования. // «Вестник КБТУ», №3, 2010. С.61-68

2. *Казиев Г.З., Сагимбекова А.О., Набиева Г.С., Оспанова С.Б.* Эффективный алгоритм решения блочно-симметричных задач // Вестник КАЗ НТУ имени К.И. Сатпаева. - Алматы, 3/4 (37/38), 2003. С. 310-315.

3. *Казиев Г.З., Набиева Г.С., Шукатаев А.* Программная реализация многокритериальных блочно-симметричных задач дискретного программирования. // Научный журнал Министерства образования и науки «Поиск» , №4. – Алматы, 2006. с. 191-196.

Резюме

Бұл жұмыста автоматтандырылған ақпараттық жүйелерді жобалаудың көп критерийлі есебінің жалпы қойылымы құрылған және бұл қойылған есепті шешу үшін алгоритм құрылған жәнек ұсынылған. Деректерді өңдеу жүйесінің модульді блок-схемсын өңдеу үшін екі критерийлі есептің қойылымы мен шешімі қарастырылған.

Summary

In the given work the general statement многокритериальной problems of designing of the automated information systems is formulated and for the decision of a task in view the algorithm is developed and offered. It is considered statement and the decision двухкритериальной problems of working out of the modular block diagramme of system of data processing.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 10.11.12 г.*

УДК 621.311

Т.И. Глущенко, Г.М. Нұғұманова

ҚОСТАНАЙ ОБЛЫСЫНЫҢ ЖАҢҒЫРМАЛЫ ЭНЕРГИЯ РЕСУРСТАРЫНА БАҒА БЕРУ

Қазақстанның энергетикалық саласы алғашқы энергия қорларын аса көп көлемде тұтынатындықтын, оның үлкен үлесі көмір болып келеді. Ол өз кезегінде қоршаған ортаның ластануына әкеліп соғады. Қазақстанның өндірілетін қуаттарының 88 %-ын көмір жылу электр станциялары құрайды, олардың көбісі өнеркәсіп орталықтары мен қалаларының маңында орналасқан. Олардың түтін газдарын тазарту жүйелері ескіргендіктен, бұл кәсіпорындар қалалардың атмосферасын ластайды. [1]

Жүргізіліп отырған модернизацияға қарамастан, станциялар қорының ескіруі бүгінгі күні өзекті мәселе болып табылады. Сондықтан да электр станциялардың тарифтерді жоғарлатуы электр энергиясына сұраныстың артуына байланысты.

Инвестициялық қорларды көп үлесін «мәжбүрлі» түрде соңғы тұтынушыларға тарифтерге қосу арқылы алу мүмкіндігі электр энергетика кәсіпорындарын нағыз инвесторларды іздестіруден босатады, тиімді жобаларды таңдауға қойылатын талаптарды төмендетеді. Сонымен қатар, тарифтерді жоғарлату арқылы электр энергетикасын қаржыландыру шаралары барлық инвестициялық тәуекелді тұтынушылар мойнына жүктейді, өндірісті модернизациялау бойынша өздерінің мүмкіндіктерін қысқартады.

Энергетикалық жүйелер жабдықтарының моральдік және физикалық ескіруінің салдары, электрді пайдалану құрылымының өзгеруі, энергияны үнемдеу технологияларының болмауы, қоршаған ортаның ластануы – осының барлығы энергетикалық кешеннің қызметіндегі күрделі мәселелердің шоғырлануын білдіреді.

Барлық электр желілерінің жартысынан астамы электр энергиясын таратудан ешбір табыс бермейді, бірақ міндетті түрде техникалық қызмет көрсетуді талап етеді.

Активтердің тозуы электр энергетикасы жұмысының тиімділігі мен сенімілігін арттыру бойынша жобаларды жүзеге асыруға ақшалай қаражаттарды бөлудің қажеттілігін көрсетеді. Бұл жоспарларға бірқатар жабдықтарды жаңарту және жаңа құру жұмыстары да кіреді.

Сонымен қатар, аймақтардың энергия көздерін дамытуға деген қызығушылығы жетіспейді.

Энергетикалық қауіпсіздік заңдары бойынша электрмен жабдықтау жүйесінің тұрақты жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін энергияның 25-30 %-ы тәуелсіз энергия көздерінен өндірілуі тиіс.

Жүйенің тұрақты жұмыс істеу қабілетіне келесі факторлар кіреді: қуаттардың шоғырлануы, энергетикалық байланыстар, қуат қорлары, коммуникациялық қорлар, жабдықтардың қорлары, жүйенің жұмысқа дайындығы, жүйенің сенімділігі, жабдықтардың техникалық деңгейі, қорлардың тозуы, электрмен жабдықтау жүйелерін қалпына келтіруге мүмкіндігі, электр энергиясын тұтынушыларға жеткізуді монополизациялау, қаржылық жағдайы.

Қазақстан Орта Азиядағы парниктік эффектіге әкелетін көмірқышқыл газдардың атмосфераға бөлінудің ең ірі көзі болып табылады.

Қазақстанда адам басына шаққанда атмосфераға жылына 16 тонна көмірқышқыл газдар бөлінеді. Бұл өте үлкен көрсеткіш.

Қазақстанның энергетикалық саласы алғашқы энергия қорларын аса көп көлемде тұтынатындықтан, оның үлкен үлесі көмірге келеді. Ол өз кезегінде қоршаған ортаның ластануына әкеліп соғады. Қазақстанның өндірілетін қуаттарының 88 %-ын көмір жылу электр станциялары құрайды, олардың көбісі өнеркәсіп орталықтары мен қалаларының маңында орналасқан. Олардың түтін газдарын тазарту жүйелері ескіргендіктен, бұл кәсіпорындар қалалардың атмосферасын ластайды.

Экономика өскен сайын, электр энергиясы мен өндірілетін қуатқа деген сұраныс артқан сайын тарифтер де өсе береді.

Қостанай облысының тұтынушылары үшін (сарапшылардың болжауынша) 2015 жылға таман тарифтер 2009 жылмен салыстырғанда 2,45 есе артады, бұл 22,45 теңгені құрайды (1 кесте).

1 кесте. **Қостанай облысының тұтынушылары үшін электр энергиясына болжамды тарифтер**

Жыл	2011ж.	2012 ж.	2013 ж.	2014 ж.	2015 ж.
Электр энергиясына тарифтер, теңге	12,40	14,38	16,69	19,36	22,45

Қазақстан гидро-, күн, жел және термальдік энергия және т.б. түріндегі жаңғырмалы энергия көздеріне бай ел. Жел энергиясының техникалық потенциалы жылына 1 820, ал экономикалық потенциалы жылына 336 млрд. кВт·сағ құрайды, бірақ бұл қорлар бүгінгі күнге дейін пайдаланылмаған. Әр түрлі жаңғырмалы энергия көздерінен өндірілетін электр энергияның құны дәстүрлі түрде өндірілетін электр энергиясының құнынан төмен болады. Жүргізілген зерттеулер дәлелдеді: қиырда орналасқан желді аймақтар үшін жел энергетикасы электр энергиясының тиімді көзі болуы мүмкін. Жел электр станцияларының артықшылығы – ол гидро- немесе жылу электр станцияларымен салыстырғанда, құрылысына аз уақыт жұмсалуы.

Қостанай облысында күн энергиясының қолданылуына келесі көрсеткіштер түрткі болды:

- күн радиациясының орташа тығыздығының шамасы аспан ашық күндері – 315,9 Вт/м^2, ал бұлтты күндері – 176,4 Вт/м^2 құрайды.

Шілде айында аспан ашық болған жағдайда күн радиациясының жиынтығы (тікелей және шашыраған) келесіні құрайды:

- көлденең бетке түсетін максималдық – 845 Вт/м;
- орташа тәуліктік – 329 Вт/м;
- тік бетке түсетін максималдық -784 Вт/м;
- орташа тәуліктік – 197 Вт/м.

Келтірілген есептеулер күн энергиясын автономдық тұтынушыларға да, сондай-ақ тұтынушыларды резервтік электр энергиясымен қамтамасыз ету үшін қолдануға тиімді екенін көрсетеді.

Потенциалды энергетикалық ресурстардың аса бай қорлары биомассаның қолданылуында жатыр. Фермалар мен кешендердің әрекет ету өнімдерінің ішінде аса үлкен энергетикалық потенциалға ие болатыны – қи. Малдың рационы мен түрлеріне байланысты қи жемнің жалпы қуатының 35-45% құрайды. Қиды қайта өңдеу үшін биоэнергетикалық қондырғылар қолданылады. Бұл қондырғыларда қи анаэробтық ферментация әдісімен өңделеді, оның нәтижесінде биогаз түзіледі (құрамында 70%-ға дейін метан). 1м^3 биогаздың жану жылуы 20-25 МДж-ге дейін жетеді, ол шартты отынның 0,8 кг-на сәйкес келеді. Теория жағынан бір ірі мүйізді малдың қиынан (бір тәулікте) энергетикалық потенциалы шамамен 40 мың т. болатын 2 м^3 дейін биогаз алуға болады [4]. Еліміздің көлемінде бұл тәулігіне 205 млн. м^3 биогазға тең, ал жалпы энергетикалық потенциалы 180 мың т. шартты отынға сәйкес. Сонымен, БЭҚ-да қиды анаэробтық ферментациялаудың даму деңгейі мал өсіру фермасындағы жылдық энергия жұмсалуының 30-50%-ын өтеуге мүмкіндік береді, осының барлығы сүт алудың биоэнергетикалық ПӘК-ін 12-14 %-ға арттыруға болады. Сонымен қатар, шірітілген қиды зарарсыздандыру (аэробтық ферментация) әдісіне қарағанда, БЭҚ-да қи зарарсыздандырылып, жоғары сапалы органикалық тыңайтқыш түзіледі (бұл жағдайда азоттың денитрификациясы жүзеге асырылмайды).

Биоэнергетикалық ресурстар қорларын тереңірек қарастырайық. Биоэнергетикалық қондырғыларда биогаз (табиғи газ CH_4) өндіріледі. 1м^3 биогаздың жану жылуы шамамен 20-25 МДж-ге тең, ол шартты отынның 0,8 кг-на сәйкес келеді. Биогаздың жуықталған құрамы (CH_4 = 60-70%; CO_2 = 20-30%; H_2 = 3.0%; 0_2 =0,2%; H_2 = 0,2%). Биогаз органикалық шикізаттың анаэробтық, метандық ашытылуы нәтижесінде алынады [2].

Қостанай облысындағы ірі мүйізді мал саны 1-1,3 млн. басқа дейін, шошқалар саны 400-500 мың басқа дейін құрайтынын ескерсек, органикалық шикізат қорынан бір жылда алынатын биогаздың потенциалдық көлемі шамамен 1,5-2 млрд.м^3 немесе шартты отынның 1,2-1,6 млн.тоннасын құрайды.

Тағы да ескеріп өтетін жай, биоэнергоресурстар аса маңызды, олар жаңғырмалы болып табылады, өйткені шикізаттан тек қана химиялық байланыстардың энергиясы (түрлендірілген күн энергиясы) ғана алынады, ал анаэробтық ашытылу қалдықтары жоғары сапалы органикалық шикізат болып табылады. Себебі, метандық ашыту жағдайларында (органикалық заттардың ыдырау тереңдігі 30-40% дейін) фосфор мен калийдің саны өзгермейді, ал аммиакты түрдегі азоттың саны 30-40% дейін артады. Қарапайым анаэробтық ашытуға қарағанда, аммиакты азот үлесінің артуы органикалық тыңайтқыштарды аса тиімдірек етеді. Осындай түрде ол өсімдіктермен жақсы сіңіріледі [3].

Осылайша, топырақтың құнарлылығының өздігінен қалпына келуімен бірге энергия алудың тұйықталған жүйесі алынады.

Қостанай облысы үшін жел энергиясының ресурстарын қарастырайық. Желэнергетикалық ресурстарды бағалау барысында облыс аймағында және іргелес аудандарда орналасқан метеостанциялар бойынша желдің жылдамдығын бақылау деректері пайдаланылды. Метеостанциялар бойынша жел режимі сипаттамасының есептеулері I979-I992 жылдары аралығындағы бақылаулар деректері негізінде жүргізілді. Бастапқы ақпарат көлемі дәлелді орташа жылдық сипаттамалар алуға мүмкіндік береді /96/.

Желэнергоресурстар келесі көрсеткіштер бойынша бағаланады:

Желдің орташа жылдамдықтары, жел жылдамдықтарының қайталануы, меншікті энергияның орташа жылдық мәндері.

- Желдің орташа жылдамдықтары:

Желдің орташа жылдамдықтары, әдетте, белгілі бір аймақта желдің жалпы деңгейіне баға беру үшін пайдаланылады және олардың көмегімен желэнергетикалық ресурстар жайлы жанама пайымдама алуға болады. Желдің орташа айлық жылдамдықтары жайлы деректерді жел сипаттамаларының жыл мезгілдері бойынша өзгерісін анықтаудың негізіне жатқызуға болады.

Метеостанциялардың таңдаулы топтары үшін 13 жылдық уақыт ішіндегі бақылаулардың деректері бойынша желдің орташа жылдық және орташа айлық жылдамдықтары есептелді.

Барлық метеостанциялар үшін жалпы заңдылық байқалады: жылдың суық мезгілдерінде желдің жылдамдығы артады, ал жазғы мезгілде – төмендейді. Максималдық және минималдық орташа айлық жылдамдықтардың қатынасы келесіні құрайды: Диевская метеостанциясы бойынша - 1,2; Арқалық - 1,4; Аршалы -1,5; Жітіқара - 1,6. Басқа метеостанциялар бойынша жел жылдамдығының маусымдық өзгерістері жоғарыдағылармен ұқсас.

- Жел жылдамдықтарының қайталануы:

Жел энергиясы ресурстарының маңызды сипаты болып табылады. Жел жылдамдықтарының қайталануы бойынша қарқындылығы әр түрлі болып келетін жылдамдықтардың қайталану заңдылығы жайлы пайымдауға болады.

Бөлек пункттарда және жалпы Қостанай облысы бойынша жел энергетикалық ресурстардың сипаттамаларын бағалау барысында статистикалық мәліметті пайдаланған жөн.

Деректерден байқағанымыз: метеостанциялар бойынша жел жылдамдықтардың қайталануы үлкен айырмашылықпен сипатталады. Мысалы, Свердлов, Шевченко, Науырзым қорығының метеостанциялары бойынша желсіз уақыттар аралығы (V≤1 м/с) 46%-ға дейін құрайды, яғни атаған аймақтарда жел жылдамдығы өте төмен. Сондай-ақ, орташа жылдық жылдамдығы жоғары аудандарда желсіз күндерінің үлесі көп (Аманкелді метеостанциясы – 21%, Железнорудный – 23%). Метеостанциялардың деректері бойынша кейбір аудандарда желсіз күндердің үлесі төмен (Арқалық – 5%, Диевская – 11%).

Жоғарыда көрсетілген жел жылдамдығының үлестірілу ерекшелігі жел қондырғыларының жұмыс тәртібіне, сондай-ақ энергияның берілу және тұтынылу кестелерінің келісілуіне зор ықпалын тигізеді.

Солтүстік Қазақстанның бірегей ерекшелігіне дамыған ауылшаруашылық өндірісі жатады, және де ол көптеген электр энергиясы мен басқа да отын ресурстары тұтынушыларының территория бойынша бөлінуімен, автономды энергиямен қамтамасыз етуді талап ететін көп нысандар санымен сипатталады. Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, сондай-ақ Солтүстік Қазақстан аймағы гелиоэнергоресурстарға, биоэнергоресурстар қорына (мал өсіру шаруашылығының қалдықтары, сабан және т.б.) бай екенін ескерсек, Солтүстік Қазақстанның ауылшаруашылық өндірісі жаңғырмалы энергия көздерінің ірі тұтынушысы бола алады.

Бірыңғай құрамды жүйеде жұмыс істейтін қалыптаспаған энергия қондырғылары (жел-, гелио-, биоқондырғылар) болып табылатын қалыптаспаған энергия жүйелерін құрудың келешегі өте зор. Осының барлығы энергетикалық ағындарды әр түрлі энергия көздері, тұтынушылар мен Мемлекеттік энергожүйелер арасында ұтымды үлестіру арқылы олардың тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен бірге, қалыптаспаған энергия жүйелері ауылдық электр тасымалдау желілерінің және трансформаторлық қосалқы станцияларының қолданыстағы инфрақұрылымын пайдаланып, артық қуатты Мемелекеттік энергия жүйесіне бере алады, ол өз кезегінде қуат «тапшылығын» төмендетуге мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. *Сакенов М.* Реформирование электроэнергетики// Промышленность Казахстана. 2004.- №4. – С. 20-21

2. *Мак-Вейг Д.* Применение солнечной энергии: перевод с англ. под ред. Б.В. Тарнижевского. – М. Энергоиздат, 1981. С. 128-145

3. *Твайделл Д.* Возобновляемые источники энергии. /пер. с англ./ В.А.Коробкова. М: Энергоатомиздат. 1990 г. С.195-221

4. *Д.Муканов, М.Ющенко, В. Эпиктетов*. Учет энергетических ресурсов. Промышленность Казахстана, 12.2002г.

5. *Н.Буктуков,А.Жакып*, «Альтернатива атомной электростанции», Промышленность Казахстана, 12.2002г.

6. *Самойлов М.В.* Основы энергосбережения. Мн: БГЭУ, 2002-198 с.
7. *Безруких П.П., Безруких П.П.* Что может дать энергия ветра?, «Энергия: экономика, техника, экология», №2 2000г. стр.13-24
8. Под редакцией В.И.Виссарионова. Энергетическое оборудование для использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Москва, ВИЭН, 2004, с.448.
9. *Магомедов А.М.* Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Махачкала, Юпитер, 1996, с.245
10. *Удалов С.Н.* Возобновляемые источники энергии. НГТУ, 2009, с.444
11. *Заварзин Г.А.* Биогаз и малая энергетика. Ж. "Природа", № 1, 1987

Резюме

Рассмотрены вопросы оценки ресурсов солнечной и ветровой энергии, а также энергии биомассы для электроснабжения потребителей Костанайской области. Предложено использование возобновляемых источников электроэнергии для частичного обеспечения электроэнергией региона. Определены пути повышения энергетической безопасности региона, экономии топлива, сокращения количества вредных выбросов в атмосферу. Рассмотрены предпосылки для создания организаций и предприятия малого и среднего бизнеса, работающих в сфере малой энергетики. Предложено использование автономных систем электроснабжения для сельскохозяйственных потребителей.

Summary

The questions of an estimation of resources of solar and wind energy, and also energy of bioweight for electrosupply of the consumers Kostanay of area are considered. Use of renewed sources of the electric power for partial maintenance by the electric power of region is offered. The ways of increase of power safety of region, economy of fuel, reduction of quantity of harmful emissions in an atmosphere are determined. The preconditions for creation of organizations both enterprise of small and average business working in sphere of small power are considered. Use of independent systems of electrosupply for the agricultural consumers is offered.

Түскен күні 12.11.12 г.

УДК 656.2

А. Киргизбеков

АНАЛИЗ СИСТЕМ ИНТЕРВАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

В простейшем виде устройства сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) появились в дореволюционной России уже на первых участках железных дорог, но при этом были, по современным меркам, весьма примитивными. Большая часть средств СЦБ являлась продукцией немецких и английских фирм.

До начала первой мировой войны на 43% протяженности сети железных дорог движение поездов регулировалось с помощью телеграфно-телефонных средств, на 44% - с помощью жезловой системы, а на 13% - с помощью полуавтоматической блокировки (ПАБ) электромеханического типа. Появление этих систем и положило начало интервальному регулированию движения поездов.

Разрешением на занятие перегона при электрожезловой системе является жезл, который при отправлении поезда передается дежурным по станции (ДСП) локомотивной бригаде. По прибытию этого поезда на станцию приема данный жезл вручается ДСП, что указывает на свободность перегона и возможность занятия перегона другим поездом. По степени автоматизации функций управления движением поездов эта система, согласно классификации технического комплекса ИРДП, относится к дистанционным неавтоматическим системам [1].

В настоящее время основными средствами интервального регулирования движения поездов являются: автоматическая блокировка, автоматическая локомотивная сигнализация, устройства диспетчерского контроля за движением поездов, автоматическая переездная сигнализация и автошлагбаумы, а также полуавтоматическая блокировка, хотя она и не обладает высокими качествами автоматических систем.

Применение путевой блокировки, особенно автоматической, дает возможность обеспечить высокую пропускную способность перегонов за счет деления их проходными сигналами на отдельные

участки и движения по принципу единственного поезда на каждом участке пути. Безопасность движения обеспечивается тем, что устройства путевой блокировки не допускают открытия сигнала для пропуска поезда до тех пор, пока участок пути, огражденный этим сигналом, занят другим поездом.

На станциях железнодорожных линий, оборудованных путевой блокировкой, устанавливают выходные светофоры, и поезд отправляется по открытому показанию сигнала без затраты времени на вручение машинисту особого разрешения. Благодаря этому сокращаются стоянки поездов, увеличивается безопасность движения и возрастает пропускная способность участков.

Автоматическая блокировка является наиболее совершенным современным средством регулирования движения поездов. При автоматической блокировке светофоры должны автоматически закрываться при входе поезда на ограждаемые ими блок-участки. Для повышения безопасности движения поездов автоблокировка дополняется устройствами автоматической локомотивной сигнализации и автостопами. На отдельных участках автоматическая локомотивная сигнализация может применяться в качестве самостоятельного средства сигнализации и связи по движению поездов. В этом случае локомотивные светофоры должны давать показания в зависимости от занятости или свободности впереди лежащих блок-участков. В связи с повышением скоростей движения поездов, когда восприятие показаний путевых светофоров затруднено, устройства автоматической локомотивной сигнализации становятся основным средством регулирования движения поездов. На малодеятельных участках и подъездных путях допускают применение в качестве средств сигнализации и связи по движению поездов электрожезловой системы и телефона.

При автоматической блокировке перегоны делятся на блок-участки автоматически действующими проходными светофорами. Длина блок-участков равна расстоянию между смежными светофорами. При автоблокировке с трехзначной сигнализацией она должна быть не менее тормозного пути при полном служебном торможении и максимально реализуемой скорости, кроме того, должна быть не менее тормозного пути при экстренном торможении с учетом пути, проходимого за время срабатывания автостопа, и составлять от 1000 до 2600 м.

Автоматическая смена сигнальных показаний проходных светофоров достигается тем, что в пределах каждого блок-участка устраивают электрические рельсовые цепи, через которые поезд воздействует на аппаратуру управления огнями светофора. Через электрические рельсовые цепи осуществляется не только контроль занятости блок-участка, но и целости рельсового пути (обнаруживается, например, полный излом или изъятие рельса).

В зависимости от рода тока и способа питания различают несколько типов рельсовых цепей. На участках железных дорог с автономной тягой автоблокировку устраивают с рельсовыми цепями постоянного тока с импульсным питанием или кодовые рельсовые цепи частотой тока 25 или 50 Гц. Для осуществления импульсного питания используют специальный прибор – трансмиттер. Контакт трансмиттера, периодически замыкаясь и размыкаясь, посылает в рельсовую цепь импульсы тока.

При электрической тяге на постоянном или переменном токе устраивают рельсовые цепи переменного тока в виде импульсов числового кода.

На участках, оборудованных автоблокировкой, безопасность движения зависит от точного и своевременного выполнения машинистами поездов сигналов, подаваемых проходными светофорами. Однако при плохой видимости из-за тумана, снегопада, дождя и в других трудных условиях машинист не всегда может своевременно различить показание светофора и может проехать запрещающий сигнал. Чтобы исключить такие случаи и облегчить машинисту ведение поезда, все участки, оборудованные автоблокировкой, согласно правил технической эксплуатации железных дорог (ПТЭ) дополняются устройствами автоматической локомотивной сигнализации. Она предназначена для передачи показаний путевого светофора, к которому следует поезд, на локомотивный светофор, установленный в кабине машиниста. Это обеспечивает машинисту, особенно при плохих условиях видимости, возможность уверенно и безопасно вести поезд с высокой скоростью.

Дополнительно к устройствам АЛС на локомотивах устанавливают автостопы, которые служат для автоматической остановки поезда, если машинист не примет мер к торможению, и своевременной остановки поезда перед светофором. В зависимости от способа передачи сигнальных показаний путевых сигналов на локомотив (непрерывно или только в определенных точках пути) различают автоматическую локомотивную сигнализацию непрерывного типа с автостопом (АЛСН) и автоматическую локомотивную сигнализацию точечного типа с автостопом (АСНТ), причем последняя может применяться только на участках, оборудованных полуавтоматической блокировкой.

Автоматическая локомотивная сигнализация непрерывного типа с автостопом служит для постоянной передачи на локомотив показания путевого светофора, к которому приближается поезд. Показания светофора передаются на локомотив посредством рельсовых цепей. Навстречу движущемуся поезду от стоящего впереди светофора в рельсовую цепь подается переменный кодовый ток. Он наводит в приемных катушках (ПК) локомотива кодовые импульсы тоже переменного тока (примерно 0,2 В). Эти импульсы через фильтр (Ф) поступают в усилитель (У), где преобразуются в импульсы постоянного тока и усиливаются. В дешифраторе (ДШ) расшифровываются коды и в зависимости от их значения включается соответствующий огонь локомотивного светофора (ЛС). Если на путевом светофоре горит зеленый огонь, то навстречу поезду протекает ток кода З (три импульса в кодовом цикле) и на локомотивном светофоре горит также зеленый огонь; от светофора с желтым огнем следует код Ж (два импульса в цикле) и на локомотиве также горит желтый огонь; от светофора с красным огнем поступает код КЖ (один импульс в цикле) и на светофоре локомотива горит желтый огонь с красным (рис. 1).

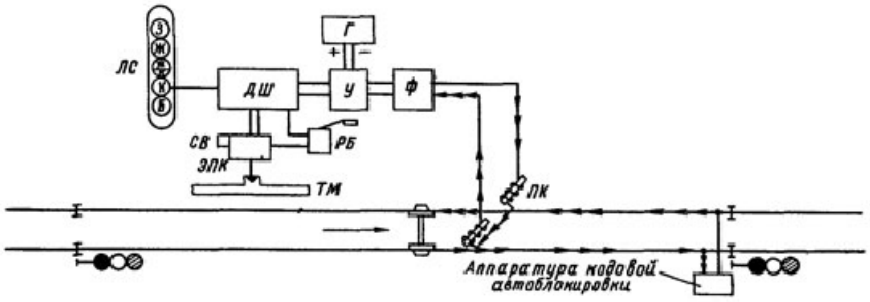


Рис. 1. Схема автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа

В качестве средств интервального регулирования движения поездов, кроме автоблокировки, применяется релейная полуавтоматическая блокировка. Каждый межстанционный перегон со стороны станции огражден выходными светофорами. Нормально выходные светофоры закрыты. Для разрешения поезду занять перегон дежурный по станции их открывает нажатием кнопки на пульте управления. На однопутных перегонах это возможно только при согласии дежурного по соседней станции, а на двухпутных – после получения с соседней станции блокировочного сигнала о прибытии ранее отправленного поезда. Выходной сигнал закрывается автоматически или дежурным по станции с помощью сигнальной кнопки. Об отправлении поезда извещается соседняя станция, и на аппаратах обеих станций появляются указатели занятости перегона, и исключается возможность отправления другого поезда на занятый перегон.

Действия по отправлению и приему поездов, в том числе и установка стрелочных маршрутов (если стрелки оборудованы электрическими приводами), производит дежурный по станции, используя пульт управления. На малых станциях стрелки могут обслуживаться дежурным по стрелочному посту. Пульты управления релейной полуавтоматической блокировкой имеют кнопки и контрольные (белые, желтые и красные) лампочки, показывающие состояние станционных сигналов, путей, перегонов и др.

На линиях, оборудованных автоблокировкой, применяют устройства диспетчерского контроля, предназначенные для дачи поездному диспетчеру информации об установленном направлении движения на участках однопутной блокировки, занятости блок-участков, главных и приемоотправочных путей промежуточных станций, показаниях входных и выходных светофоров, а также автоматических переездных устройств. На железных дорогах применяют систему частотного диспетчерского контроля (ЧДК). Система построена на бесконтактной аппаратуре, обладает высокой надежностью и благодаря быстродействию позволяет применять ее на участках высокоскоростного движения. С перегонов информация о состоянии контролируемых объектов по специально выделенным проводам сначала передается на промежуточные станции, а затем по цепи диспетчерского контроля поступает на центральный диспетчерский пункт.

С каждой перегонной установки контрольная информация посылается в виде определенного частотного кода и на табло дежурного по промежуточной станции включаемся соответствующая кон-

трольная лампочка. Принятые на диспетчерском пункте частотные сигналы усиливаются, расшифровываются и определяется станция, с которой поступил сигнал, и состояние контролируемого объекта Визуальный контроль состояния объектов на перегонах и станциях диспетчер получает на табло-матрице, на котором схематично показан план участка. Сигнальная индикация состояния контролируемых объектов в системе ЧДК высвечивается на табло с помощью тиратронных ячеек (газонаполненных приборов).

Система диспетчерского контроля дает возможность дежурным по промежуточным станциям следить за движением поездов на прилегающих перегонах, а поездному диспетчеру получать непрерывную информацию о продвижении поездов на участке и избавляет его от многих переговоров с дежурными по станциям.

Сигнальная- индикация на табло промежуточных станций выполнена таким- образом, что дежурные по станциям получают также информацию о повреждениях перегонных устройств автоблокировки и переездной сигнализации.

Для повышения надежности и улучшения содержания устройств интервального регулирования движения поездов внедряется система технической диагностики. Она обеспечивает непрерывную проверку состояния сигнальных устройств автоблокировки и автоматической переездной сигнализации. Контрольная информация передается дежурному инженеру (диспетчеру) дистанции сигнализации и связи. Система может быть дополнена устройствами технического прогнозирования состояния названных объектов. Чтобы контролировать состояние объектов линейных пунктов, с промежуточных станций посылаются сигналы опроса, а обратно – ответные сигналы для передачи контрольной и диагностической информации. Для оперативного контроля за техническим состоянием аппаратуры автоблокировки и электрической централизации в пределах дистанции используется система «Прогноз». Кроме световой индикации состояния объектов, на центральном посту предусмотрена запись контрольной информации на перфоленту.

В связи с повышением скоростей движения поездов до 200 км/ч и увеличением числа категорий поездов, развивающих высокие скорости, появилась необходимость в создании более совершенных систем автоблокировки и автоматической локомотивной сигнализации.

Новые системы автоблокировки и АЛС должны обеспечивать: высокое быстродействие при переключении огней путевых и локомотивных светофоров (смена сигнальных показаний на путевых светофорах должна происходить за время не более 1 с); защищенность от воздействия помех тягового тока и сигнальных токов смежных рельсовых цепей при коротком замыкании изолирующих стыков и при объединении рельсовых нитей соседних путей; возможность применения как на однопутных, так и на двухпутных участках при любых видах тяги.

Новая система автоблокировки должна обеспечить также увеличение информации, передаваемой на локомотивы, для обеспечения работы многозначной АЛС. Необходимость расширения значности АЛС вызывается тем, что тормозной путь скоростного поезда может охватывать до четырех блок-участков. Поэтому требуется своевременно передавать информацию о закрытом состоянии светофора автоблокировки, об ограничении скорости и профиле пути. Кроме этого, требуется передавать информацию о допустимой скорости входа поезда на главный или боковой путь по крутым или пологим стрелкам станции.

Для решения этих задач разработаны новые системы автоблокировки и АЛС: частотная автоблокировка (ЧАБ), централизованная автоблокировка (ЦАБ), система автоматического регулирования скорости (АРС).[2]

В настоящее время на Российских железных дорогах внедряются новые системы управления движением поездов.

В 2010 году на опытном полигоне Электросталь – Ногинск Московской железной дороги успешно завершена проверка нового алгоритма работы системы интервального регулирования с подвижными участками без проходных светофоров. В настоящее время ведется усовершенствование данной системы, связанное с расширением ее функциональных возможностей и отказоустойчивости.

Системы интервального регулирования предусматривают создание и развитие микропроцессорных систем управления, обеспечивающих возможность увеличения пропускных способностей, гибкого сокращения интервала попутного следования поездов, интеграции в системы централизованного автоматизированного управления и обеспечения безопасности движения поездов верхнего уровня.

На участке Санкт-Петербург — Москва Октябрьской железной дороги реализована технология автоматизированного управления поездной работой на участках скоростного и высокоскоростного движения "Автодиспетчер". При помощи нее осуществляется автоматическое ведение поезда по графику, выбор графиков торможения, определение местоположения локомотивов по маршруту следования, задание точных координат остановки, автоматический контроль движения и технического состояния локомотивов, исключение необоснованных экстренных торможений, выполнение временных ограничений скорости движения и др.

Особенность данной технологии состоит в регулировании не одиночных, а потоков поездов при условии диспетчерского управления из единого центра всеми технологическими процессами и взаимодействие с подвижными единицами посредством цифровой радиосвязи TETRA с применением системы спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS.

По результатам эксплуатации системы "Автодиспетчер" получены положительные результаты: при обеспечении энергооптимальных режимов обеспечивается гарантированный график движения скоростных поездов.

Системы интервального регулирования и бортовые системы управления и обеспечения безопасности интегрируются со станционными микропроцессорными системами управления. Контролировать местоположение локомотива на станции, место проведения работ на пути позволяет система маневровой автоматической локомотивной сигнализации с использованием радиоканала (МАЛС). Она дает возможность повысить эффективность оперативного управления, а также защитить работающих на пути людей от наезда подвижного состава.

Бортовые устройства МАЛС, оснащенные радиоканалом передачи данных, обеспечивают контроль допустимой скорости движения и предотвращение проездов запрещающих сигналов на станции, предотвращение самопроизвольного ухода поезда, экстренную остановку при несоблюдении допустимых скоростей движения, автоматическую остановку локомотива по команде дежурного по станции и другие функции обеспечения безопасности.

Внедрение новых систем управления движением поездов является необходимым элементом совершенствования технологии перевозочного процесса. Эффективное использование перечисленных технических и технологических решений обеспечивается наличием развитой информационной среды, увязывающей автоматизированные системы управления участников перевозочного процесса, современные средства связи и спутниковые технологии.

Для увеличения интенсивности движения поездов, особенно электропоездов в пригородной зоне крупных городов, необходимо сокращать межпоездные интервалы при сохранении требований безопасности. Это возможно реализовать только за счет применения координатного регулирования движения поездов, в том числе, на базе радиоканалов. Российские железные дороги имеют ряд технических средств, которые уже сегодня позволяют применять системы координатного регулирования. Из разработанных технических средств наиболее полно современным требованиям отвечает новая микропроцессорная автоблокировка АБТЦ-М и ее модификации с применением цифрового радиоканала.

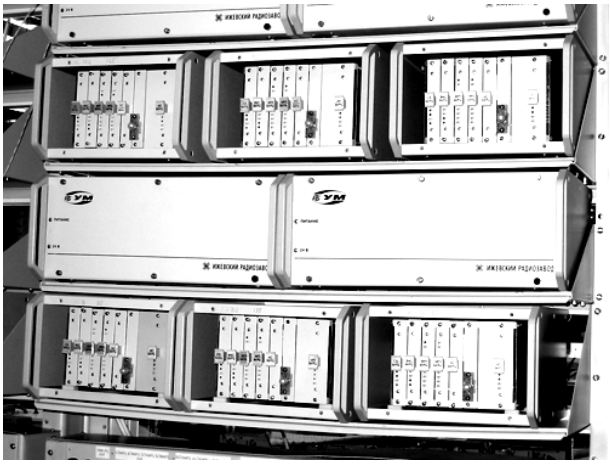


Рис. 3. Аппаратура АБТЦ-М

Повышение уровня безопасности на стальных магистралях – проблема многосторонняя и многосложная. Над ее решением трудятся коллективы самых разных предприятий отрасли. Видное место среди них занимает НПЦ «Промэлектроника» УрГУПС.

«Промэлектроника» предлагает комплекс систем железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) для модернизации хозяйства СЦБ. В их числе хорошо зарекомендовавшая себя ЭССО, подготавливаемая к внедрению МПЦ-И, следом на очереди – микропроцессорная полуавтоматическая блокировка с автоматическими блокпостами (МПБ), автоблокировка СИР-ЭССО, автоматическая локомотивная сигнализация (АЛСР), микропроцессорная автоматическая переездная сигнализация (МАПС).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бойник А.Б., Кошевой С.В., Панченко С.В., Сотник В.А.* Системы интервального регулирования движения поездов на перегонах. – Харьков: УкрГАЖТ, 2005. – 256с.

2. *Казаков А.А., Бубнов В.Д., Казаков Е.А.* Системы интервального регулирования движения поездов. – М.: Транспорт, 1986. – 399с.

Резюме

Бұл мақалада жоғары өтімділік пен тасымалдау мүмкінділігін, магистральды жолдардағы поездар қозғалысының қауіпсіздігін қамтамасыз ететін, сонымен қатар теміржол қызметкерлері еңбегінің өнімділігін арттырып, шартын жақсартатын поездар қозғалысын интервальды реттеу жүйесіне талдау жасалынған. Поездар қозғалысының жылдамдығын 200 км/сағ. дейін арттырумен және жоғары жылдамдықта жүретін поездар санаттарының санының өсуімен байланысты автоблокировка мен автоматты локомотивтік сигнализацияның мейлінше жетілдірілген жүйесін құру қажеттілігі туындады. Осы міндеттерді шешу үшін автоблокировка мен автоматты локомотивтік сигнализацияның (АЛС) жаңа жүйелері дайындалды: желілік автоблокировка (ЖАБ), орталық автоблокировка (ОАБ), жылдамдықты автоматты реттеу жүйесі (ЖАР).

Summary

In this article were analyzed systems of interval regulation of trains movement which provide high throughput and carrying capacity, traffic safety of trains on the main lines, and also increase of productivity and improvement of working conditions of workers on the railway. Due to increase of trains movement speeds to 200 km/h and increase of number of trains categories developing high speeds, there was a need for creation of more perfect systems of automatic lock-out and the automatic locomotive signalization. For solution of this problem were developed new systems of automatic lock-out and ALS: the frequency automatic lock-out, the centralized automatic lock-out, system of automatic control of speed.

КазАТК им. М. Тынышпаева *Поступила 15.10.12 г.*

УДК 681.3

Д.А. Ахметбеков

WI-FI КАК ИНСТРУМЕНТ СОВРЕМЕННОГО ЧЕЛОВЕКА

На современном этапе развития телекоммуникаций Казахстана такие компании, как Казахтелеком и Билайн довольно хорошо освоили высокоскоростную передачу данных по имеющимся проводам и ВОЛС. Для массового пользования ресурсами Интернет достаточно преодолеть проблему подключения к телекоммуникациям вне офиса и дома каждого пользователя в отдельности. При таких условиях необходимо оборудование, способное объединить разрозненные мобильные устройства и проводные телекоммуникации, т.е. решить проблему «последней мили». И если о создании полностью беспроводной системы WiMAX и LTE задумываться довольно рано, то множество точек доступа Wi-Fi по городу и в населенных пунктах можно разнести уже сейчас. Так, в целях просмотра почты или посещения рабочей VPN-сети нам надо немного времени и общественной точки доступа было бы вполне достаточно. Для начала постараюсь как можно сжато рассказать об истории и принципе действия Wi-Fi.

Под аббревиатурой Wi-Fi (от английского словосочетания Wireless Fidelity, которое можно дословно перевести как «высокая точность беспроводной передачи данных») в настоящее время развивается целое семейство стандартов передачи цифровых потоков данных по радиоканалам.[1]

Wi-Fi был создан в 1991 году для систем кассового обслуживания, позднее был выведен на рынок под маркой WaveLAN и обеспечивали скорость передачи данных от 1 до 2 Мбит/с. Один из последних релизов технологии - стандарт IEEE 802.11n - был утверждён 11 сентября 2009 года. Скорость передачи данных с этим стандартом теоретически может достигать 600 Мбит/с.[1]

Однако самыми распространенными являются устройства стандарта 802.11g, работающие на частоте 2,4 ГГц с максимальной скоростью передачи 54 Мбит/с., на расстоянии от 50 до 300 метров. Принятый в 2003 году стандарт задумывался как универсальный и вобрал в себя технологии предыдущих версий.[1]

В нем использованы все методы расширения спектра, применяемые для стандартов 802.11x:

DSSS - Direct Sequence Spread Spectrum (Прямая последовательность перестройки частоты)

OFDM – Orthogonal Frequency Division Multiplexing (Мультиплексирование с разделением по ортогональным частотам)

PBCC – Packet Binary Convolutional Coding (Двоичное сверточное кодирование пакетов).

Также, в зависимости от удаленности мобильного устройства и точки доступа возможны несколько видов модулирования сигнала:

DBPSK – Differential Phase Shift Keying (Относительная фазовая манипуляция).

DQPSK – Differential Quadrature Shift Keying (Относительная квадратурная фазовая манипуляция).

BPSK – Binary Phase Shift Keying (Двоичная фазовая манипуляция).

CCK – Complementary Code Keying (Манипуляция дополнительным кодом).

16QAM – 16 Quadrature Amplitude Modulation (16-позиционная квадратурная амплитудно-фазовая модуляция).

64QAM – 64 Quadrature Amplitude Modulation (64-позиционная квадратурная амплитудно-фазовая модуляция).

QPSK – Quadrature Phase Shift Keying (Квадратурная фазовая манипуляция).[2]

Чем ближе расположен пользователь к точке доступа, тем совершеннее используется система модуляции сигнала, что и приводит к изменению скорости передачи данных. Для наглядности сведем все основные данные в табл. 1.

Таблица 1. **Основные параметры стандарта IEEE 802.11g**

Наименование параметра	Значение параметра	Метод модуляции
Диапазон частот, МГц	2400-2483,5	
План частот (центральные частоты каналов, МГц)	2412+5(n-1), n = 1, 13	
Режимы работы	DSSS, OFDM, PBCC, DSSS-OFDM	
Скорости передачи данных по радиоканалу и модуляции, Мбит/с	1	DBPSK
	2	DQPSK
	5,5; 11	CCK, PBCC
	6; 9	BPSK
	12; 18	QPSK
	24; 36	16QAM
	48; 54; 108	64QAM
	22; 33	PBCC
Максимальная мощность излучения передатчика	Не более 24 дБм (250 мВт)	

Все что является общественным, может быть подвержено атаке неприятелей, поэтому для защиты Wi-Fi-устройств от несанкционированного доступа используются специальные механизмы шифрования.

Первым и наиболее уязвимым на сегодняшний момент является протокол WEP (Wired Equivalent Privacy), основанный на потоковом шифре RC4. Его ненадёжность состоит в криптографической слабости алгоритма шифрования. Ключевая проблема WEP заключается в использовании слишком похожих ключей для различных пакетов данных. Следующей технологией шифрования данных стал метод WPA, использующий элементы следующих алгоритмов защиты: TKIP, MIC и 802.1X. [3]

TKIP - протокол целостности временного ключа (англ. Temporal Key Integrity Protocol) - отвечает за увеличение размера ключа с 40 до 128 бит, а также за замену одного статического ключа WEP ключами, которые автоматически генерируются и рассылаются сервером аутентификации. Кроме того, в TKIP используется специальная иерархия ключей и методология управления ключами, которая убирает излишнюю предсказуемость, которая использовалась для несанкционированного снятия защиты WEP ключей. [3]

Сервер аутентификации, после получения сертификата от пользователя, использует 802.1X для генерации уникального базового ключа для сеанса связи. TKIP осуществляет передачу сгенерированного ключа пользователю и точке доступа, после чего выстраивает иерархию ключей плюс систему управления. Для этого используется двусторонний ключ для динамической генерации ключей шифрования данных, которые в свою очередь используются для шифрования каждого пакета данных. Подобная иерархия ключей TKIP заменяет один ключ WEP (статический) на 500 миллиардов возможных ключей, которые будут использованы для шифрования данного пакета данных. [3]

Другим важным механизмом является проверка целостности сообщений (Message Integrity Check, MIC). Её используют для предотвращения перехвата пакетов данных, содержание которых может быть изменено, а модифицированный пакет вновь передан по сети. MIC построена на основе мощной математической функции, которая применяется на стороне отправителя и получателя, после чего сравнивается результат. Если проверка показывает на несовпадение результатов вычислений, данные считаются ложными и пакет отбрасывается. [3]

В домашних сетях чаще используют шифрование WPA-PSK. Механизмы шифрования практически идентичны с WPA, единственное отличие WPA-PSK состоит в том, что аутентификация производится с использованием пароля, а не по сертификату пользователя.

На этом можно завершить техническое описание технологии. Далее будут перечислены несколько аргументов в пользу технологии Wi-Fi и способы ее применения в широкой практике.

Коммерческий и бесплатный доступ к сервисам на основе Wi-Fi предоставляется сейчас в общественных местах, будь то университеты, аэропорты и кафе по всему миру (обычно эти места называют Wi-Fi-кафе), однако их покрытие можно считать точечным по сравнению с сотовыми сетями. Хотя стоит заметить, что при наличии в данном конкретном месте покрытия как GSM, так и Wi-Fi, для звонка экономически намного более выгодно использовать Wi-Fi, ведь он пригоден и для использования VoIP. В настоящий момент непосредственное сравнение Wi-Fi и сотовых сетей нецелесообразно. Телефоны, использующие только Wi-Fi, имеют очень ограниченный радиус действия, поэтому развёртывание таких сетей единым оператором обходится очень дорого.[1]

Однако, использование как Интернет-телефонии, так и беспроводной передачи данных по единым сетям весьма заманчива. Одним из решений в сложившейся ситуации может стать объединение множества бесплатных точек доступа, расположенных по всем общественным местам города, в единую сеть. В качестве примера можно использовать способ, при котором пользователи будут разделять свой частотный диапазон через персональные беспроводные маршрутизаторы, комплектующиеся специальным ПО, так, для создания свободных сетей возможно использование протоколов вроде OLSR (англ. Optimized Link-State Routing) — протокол маршрутизации, который может использоваться в беспроводных сетях. Это проактивный протокол маршрутизации, использующий обмен сообщениями приветствия и контроля для получения информации о топологии сети. Узлы используют эту информацию для определения следующего прыжка в пути маршрутизируемого пакета.[4]

В последнее время довольно популярным стало создание сетей типа P2P (от англ. peer-to-peer — равный к равному). Это однора́нговая, децентрализо́ванная или пи́ринговая сеть, основанная на равноправии участников. В такой сети отсутствуют выделенные серверы, а каждый узел (peer) является как клиентом, так и сервером. В отличие от архитектуры клиент-сервера, такая организация позволяет сохранять работоспособность сети при любом количестве и любом сочетании доступных узлов.[5]

Примерами уже действующих таких сетей являются Израильская WiPeer, Голландская LVrouteD, а также Японская Netsukuku, находящаяся еще на стадии разработки, но довольно пер-

спективная технология. Основной проблемой при создании сетей данного типа является нежелание некоторых владельцев точек доступа предоставлять свои модемы и компьютеры в качестве узлов маршрутизации. А отсутствие резервирования питания хот-спотов, даже при незначительном всплеске общегородского электропитания либо отключении от электросети оборудования хозяином точки доступа, может привести к довольно долгой нейтрализации возможно важного узла маршрутизации. На современном этапе этот вопрос решается включением хозяев точек доступа в специальные сообщества, имеющие особый статус в общей Wi-Fi-сети.

Также, одним из главных преимуществ вышеназванной технологии можно считать широкую распространенность приемо-передатчиков Wi-Fi среди мобильных устройств. На современном этапе невозможно представить новый гаджет или ПК любого вида без возможности использования Wi-Fi.

В заключение можно сказать, что вышеописанная технология в рамках города весьма удобна, т.к. предоставляет в большинстве случаев абсолютно бесплатный высокоскоростной беспроводной доступ в Интернет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Интернет-ресурс: Wi-Fi, Материал из Википедии — свободной энциклопедии. Электронный адрес: http://ru.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi

2. Интернет-ресурс: Методы и технологии модуляции сигнала. Часть 2. Электронный адрес: http://wireless.org.ua/2009/12/21/metody-i-texnologii-modulyacii-signala-chast-2/

3. Интернет-ресурс: Параметры Wi-Fi-оборудования, разрешенного для использования в Российской Федерации, автор: Алексеев Виктор. Электронный адрес: http://www.wireless-e.ru/articles/wifi/2011_01_22.php

4. Интернет-ресурс: OLSR, Материал из Википедии — свободной энциклопедии. Электронный адрес: http://ru.wikipedia.org/wiki/OLSR

5. Интернет-ресурс: Одноранговая сеть, Материал из Википедии — свободной энциклопедии. Электронный адрес: http://ru.wikipedia.org/wiki/P2p

Резюме

Айтылмыш мақалада Интернетке сымсыз рұқсат алудың ең танымал технологияларынан бірі қарастырылады, атауы Wi - Fi. Негізгі техникалық аспектері және қоғамдық мақсаттарда қолданыстың әдістері әйгіленген.

Summary

In this article one of the most popular and widespread technologies of wireless access to the Internet, called by Wi-fi is considered. The main technical aspects and application methods in the public purposes are opened.

КазАТК им. М. Тынышпаева *Поступила 10.12.12 г.*

УДК 622.1

Б.М. Искаков

ВЫЧИСЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АТОМНЫХ ОСТОВОВ И ЭЛЕКТРОНОВ ПРОВОДИМОСТИ ОДНОВАЛЕНТНОГО ГЦК МЕТАЛЛА

Анализ работ, посвященных определению энергии миграции точечных дефектов в металлах, свидетельствует о большом разбросе значений энергии, найденных экспериментальными, теоретическими и расчетными методами. Так, например, экспериментальные значения энергии миграции вакансии в меди варьируются от 0.6 до 1.08 эВ (табл. 1), а расчетные значения – от 0.34 до 1.0 эВ (табл. 2).

Таблица 1. **Экспериментальные значения энергии миграции вакансии в Cu, эВ [1]**

Метод самодиффузии	Метод дислокационных петель	Закалка	Закалка и облучение
0.77-0.88	0.60	0.71-1.08	0.67-0.72

Таблица 2. **Расчетные значения энергии миграции вакансии в Cu, эВ [1-4]**

Потенциал Морзе	Комбинированный потенциал	Потенциал Борна-Майера	Теория упругости	Метод Монте-Карло
0.39-1.00	0.81	0.34	0.92	0.90

Поэтому совершенствование как экспериментальных, так и расчетных методов определения энергии миграции точечных дефектов в твердых телах остается актуальной задачей. В основе всех расчетных методов находится потенциал взаимодействия атомных остовов с электронами проводимости, которые априори не локализованы. В данной работе предлагается рассчитать потенциальную энергию взаимодействия атомных остовов и электронов проводимости, полагая их локализованными.

Решение поставленной задачи имеет смысл начать с простого случая, например, с кубического кристаллика, построенного из 8 примитивных кубических элементарных ячеек, образованных из 27 атомов. Необходимо вычислить энергию кулоновского взаимодействия этих атомов, считая их однократно ионизированными.

Задача разбивается на несколько этапов.

1. С помощью системы MatLab формируется матрица, состоящая из 27 строк и 3 столбцов. Число строк соответствует количеству ионов в узлах кристаллической решетки, а число столбцов – декартовым координатам каждого иона в кристаллографических индексах. Такую матрицу несложно сформировать вручную, но правильнее использовать иной метод, который можно применять для любого количества атомов.

Суть метода заключается в том, что изначально составляется исходная матрица, описывающая координаты трех атомов, расположенных на одном ребре кубика, совпадающего с направлением оси Z: A=[0 0 2; 0 0 1; 0 0 0]. Сдвигая это ребро вдоль оси X, формируем атомную плоскость XZ. Последующее движение этой плоскости вдоль оси Y позволяет охватить все ионы. Движение вдоль оси X равносильно замене нулей первого столбца матрицы A на 1, а затем на 2. Такие замены выполняются с помощью следующих преобразований A:

- создается вектор-столбец E1=[1;1;1];
- создается копия матрицы A: A1=A;
- у матрицы A1 первый столбец заменяется на E1: A1(:,1)=E1;
- эти операции повторяются еще раз: E2=[2;2;2]; A2=A; A2(:,1)=E2.

Чтобы сформировать атомную плоскость XZ следует объединить матрицы A, A1 и A2:

AXZ=[A;A1;A2]. В результате получится матрица, состоящая из 9 строк и 3 столбцов, показывающая координаты всех атомов, расположенных на плоскости XZ.

Замена нулей второго столбца матрицы AXZ на 1 и 2 и последующее объединение этих матриц позволит сформировать общую матрицу, состоящую из 27 строк и 3-х столбцов. Матрица AXZ состоит из 9 строк, поэтому векторы-столбцы тоже должны состоять из 9 строк и одного столбца. Это легко сделать путем трехкратного копирования матриц E1 и E2: E11=repmat(E1,3,1); E22=repmat(E2,3,1).

С матрицей AXZ проводятся такие же преобразования, как и с матрицей A: AXZ1=AXZ; AXZ1(:,2)=E11; AXZ2=AXZ; AXZ2(:,2)=E22; AXZY=[AXZ;AXZ1;AXZ2].

В конечном итоге, кристаллографические индексы всех 27 атомов будут такими, как показано ниже.

0 0 2	0 1 2	0 2 2
0 0 1	0 1 1	0 2 1
0 0 0	0 1 0	0 2 0
1 0 2	1 1 2	1 2 2
1 0 1	1 1 1	1 2 1
1 0 0	1 1 0	1 2 0
2 0 2	2 1 2	2 2 2
2 0 1	2 1 1	2 2 1
2 0 0	2 1 0	2 2 0

В принципе, как отмечалось выше, итоговую матрицу можно составить вручную и достаточно быстро, но эта задача станет неразрешимой, если кристалл будет состоять из нескольких сотен ионов.

2. На втором этапе определяются расстояния между всеми 27 ионами по формуле

$$r_{ij} = a\sqrt{(n_i - n_j)^2 + (m_i - m_j)^2 + (l_i - l_j)^2}, \quad (1)$$

где a – параметр решетки; n, m, l – кристаллографические индексы точек нахождения ионов в кристаллике. Всего получится 27x26=702 значения расстояний между ионами. Расстояние между i-ым и j-ым ионами определяется дважды, поэтому это обстоятельство следует учесть в дальнейших расчетах.

В системе MATLAB расстояние между точками, заданными векторами *V1* и *V2*, определяется следующей формулой:

$$r=a*sqrt(sum((V1-V2).*(V1-V2))). \quad (2)$$

При решении данной задачи *V1* и *V2* являются строками матрицы, состоящей из 27 строк, соответствующим 27 ионам, и из 3 столбцов, показывающих кристаллографические индексы координат ионов.

3. Энергия кулоновского отталкивания ионов, называемых часто атомными остовами, определяется выражением

$$U = \frac{1}{2}\sum_1^N \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 R_{ij}} = \frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 a}\sum_1^N r_{ij}^{-1}, \quad (3)$$

где e – заряд электрона, r_{ij} —расстояние между i-ым и j-ым ионами, выраженное через кристаллографические индексы.

Для проведения вычислений на всех трех этапах, показанных выше, составляется m–файл, называемый файлом-сценарием с определенным именем. Например, под именем ucris.m.

```
% ВЫЧИСЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ОТТАЛКИВАНИЯ АТОМНЫХ ОСТОВОВ КРИСТАЛЛИКА
% Определение значений постоянных
acris=3e-10; qel=1.602e-19; kk=9e09; pk=3.204e-19;
koef=qel*qel*kk/(acris*pk); S=0;
% Формирование массива с координатами 27 ионов
A=[0 0 2; 0 0 1; 0 0 0]; E1=[1;1;1]; A1=A; A1(:,1)=E1; E2=[2;2;2]; A2=A; A2(:,1)=E2;
AXZ=[A;A1;A2]; E11=repmat(E1,3,1); E22=repmat(E2,3,1); AXZ1=AXZ; AXZ1(:,2)=E11; AXZ2=AXZ;
AXZ2(:,2)=E22; XZY=[AXZ;AXZ1;AXZ2];
% Вычисление расстояний между атомами и энергии их взаимодействия
for i=1:27
   for j=1:27
R(i,j)=sum((AXZY(i,:)-AXZY(j,:)).*(AXZY(i,:)-AXZY(j,:)));
L(i,j)=sqrt(R(i,j));
% При вычислении расстояний будут случаи вычитания одинаковых строк. Поэтому %следует
исключить деление на ноль.
if L(i,j)==0
   disp('ННДН');
else
   S=S+1/L(i,j);
end
   end
end
U=koef*S
```

Значение энергии парного взаимодействия ионов, вычисленное по составленной программе будет 981.3893 эВ**.** Параметр решетки в этом и других примерах $a=3*10^{-10}$ м. Правильность вычислений легко проверить вручную на примере одной примитивной кубической элементарной ячейки. Расчеты по программе, приведенной выше, и на калькуляторе дают одинаковый результат U= 109,551 эВ.

В развитие предлагаемого метода вычислим энергию взаимодействия ионов, образующих ГЦК кристаллик, состоящий из 8 элементарных ячеек. В узлах такого кристаллика располагаются 27 ио-

нов, а на гранях – 36. Решение предыдущей задачи показало, что координаты ионов – это строки матрицы, число которых равно числу ионов, а число столбцов всегда 3. Для 27 ионов, расположенных в узлах, выписываем ту же матрицу, что и для примитивной кубической решетки, рассмотренной ранее.

В кристаллике 36 элементарных граней и в центре каждой находится по одному иону. Кристаллографические индексы этих ионов приведены ниже.

0 ½ 3/2	1 ½ 3/2	2 ½ 3/2
0 ½ ½	1 ½ ½	2 ½ ½
0 3/2 3/2	1 3/2 3/2	2 3/2 3/2
0 3/2 ½	1 3/2 ½	2 3/2 ½
½ 0 3/2	½ 1 3/2	½ 2 3/2
½ 0 ½	½ 1 ½	½ 2 ½
3/2 0 3/2	3/2 1 3/2	3/2 2 3/2
3/2 0 ½	3/2 1 ½	3/2 2 ½
½ 3/2 0	½ 3/2 1	½ 3/2 2
½ ½ 0	½ ½ 1	½ ½ 2
3/2 3/2 0	3/2 3/2 1	3/2 3/2 2
3/2 ½ 0	3/2 ½ 1	3/2 ½ 2

Из этой таблицы видно, что необходимо составить исходную матрицу B=[0 0.5 1.5; 0 0.5 0.5; 0 1.5 1.5; 0 1.5 0.5], а затем переставлять столбцы этой матрицы и далее нули заменить на 1 и 2.

С учетом последней таблицы дополним m–файл ucris.m и назовем его U1U1.m. В этом файле вместо команды «if L(i,j)==0 disp('НЕДН')» используем другую команду «if L(i,j)==0 continue)», чтобы на экран не выводить многократно запись «НЕДН – на ноль делить нельзя».

```
% ВЫЧИСЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ОТТАЛКИВАНИЯ АТОМНЫХ ОСТОВОВ КРИСТАЛЛИКА
% Определение значений постоянных
acris=3e-10; qel=1.602e-19; kk=9e09; pk=3.204e-19;
koef=qel*qel*kk/(acris*pk); S1=0;
% Формирование массива с координатами 27+36=63 ионов
A=[0 0 2; 0 0 1; 0 0 0]; E1=[1;1;1]; E2=[2;2;2]; A1=A; A1(:,1)=E1; A2=A; A2(:,1)=E2;
AXZ=[A;A1;A2]; E11=repmat(E1,3,1); E22=repmat(E2,3,1); AXZ1=AXZ; AXZ1(:,2)=E11; AXZ2=AXZ;
AXZ2(:,2)=E22; AXZY=[AXZ;AXZ1;AXZ2];
B=[0 0.5 1.5; 0 0.5 0.5; 0 1.5 1.5; 0 1.5 0.5]; B1=B(:,[2 1 3]); B2=B(:,[2 3 1]);
E1=[1;1;1;1]; E2=[2;2;2;2]; B3=B; B3(:,1)=E1; B4=B; B4(:,2)=E1; B5=B; B5(:,3)=E1; B6=B;
B6(:,1)=E2; B7=B; B7(:,2)=E2; B8=B; B8(:,3)=E2; BXZY=[B;B1;B2;B3;B4;B5;B6;B7;B8];
FCC8=[AXZY;BXZY];
% Вычисление расстояний между 63 ионами и энергии их взаимодействия
for i=1:63
   for j=1:63
R(i,j)=sum((FCC8(i,:)-FCC8(j,:)).*(FCC8(i,:)-FCC8(j,:)));
L(i,j)=sqrt(R(i,j));
% При вычислении расстояний будут случаи вычитания одинаковых строк.
% Поэтому следует исключить деление на ноль.
if L(i,j)==0
   continue;
else
   S1=S1+1/L(i,j);
end
   end
end
U1=koef*S1
```

В этом случае кулоновская энергия отталкивания получается U=6,617 кэВ, что гораздо больше, чем у кристаллика с примитивной кубической структурой.

Таким образом, приведенные примеры показывают, что с использованием MatLab можно достаточно легко вычислить потенциальную энергию взаимодействия атомных остовов и электронов проводимости в ГЦК металле, но для этого необходимо каким-то образом локализовать электроны проводимости. Такая возможность у электронов проводимости есть – они могут находиться в локализованных состояниях в октаэдрических и тетраэдрических порах элементарных ячеек ГЦК решетки. Тогда энергия взаимодействия ионов и электронов в решетке ГЦК металла может быть выражена следующей формулой:

$$U = U^I + U^{II} + U^{III} + U^{IV} + U^V + U^{VI}. \quad (4)$$

Здесь U^I- энергия взаимодействия ионов между собой; U^{II}- энергия взаимодействия ионов с электронами, находящимися в октаэдрических порах; U^{III}- энергия взаимодействия ионов с электронами, находящимися в тетраэдрических порах; U^{IV}- энергия взаимодействия электронов, находящихся в октаэдрических порах, между собой; U^V- энергия взаимодействия электронов, находящихся в тетраэдрических порах, между собой; U^{VI} - энергия взаимодействия электронов, находящихся в октаэдрических порах, с электронами, находящимися в тетраэдрических порах.

U^I определяется по формуле (3).

$$U^{II} = -\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 a}\sum_1^N\sum_1^{N^o} r_{ij}^{-1}, \quad (5)$$

r_{ij} —расстояние между *i*-ым электроном в октаэдрической поре и *j*-ым ионом; N^o – число октаэдрических пор, занятых электронами.

$$U^{III} = -\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 a}\sum_1^N\sum_1^{N^t} r_{ij}^{-1}, \quad (6)$$

r_{ij} —расстояние между *i*-ым электроном в тетраэдрической поре и *j*-ым ионом; N^t – число тетраэдрических пор, занятых электронами.

$$U^{IV} = \frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 a}\sum_1^{N^o} r_{ij}^{-1}, \quad (7)$$

r_{ij} —расстояние между *i*-ым и *j*-ым электронами в октаэдрических порах.

$$U^V = \frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 a}\sum_1^{N^t} r_{ij}^{-1}, \quad (8)$$

r_{ij} —расстояние между *i*-ым и *j*-ым электронами в тетраэдрических порах.

$$U^{VI} = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 a}\sum_{i=1}^{N^o}\sum_{j=1}^{N^T} r_{ij}^{-1}. \quad (9)$$

Здесь r_{ij} —расстояние между *i*-ым электроном в октаэдрической поре и *j*-ым электроном в тетраэдрической поре.

Число локализованных электронов в октаэдрических и тетраэдрических порах равно числу электронов проводимости, количество которых в свою очередь равно числу атомов в кристалле *N*, так как металл одновалентный:

$$N^o + N^T = N.$$

На одну элементарную ячейку ГЦК решетки приходится 4 октаэдрических и 8 тетраэдрических пор (рис. 1). Октаэдрическая пора, показанная на рис. 1а, имеет координаты ½ ½ ½. Тетраэдрическая пора на рис. 1б имеет координаты ¼ ¼ ¾.

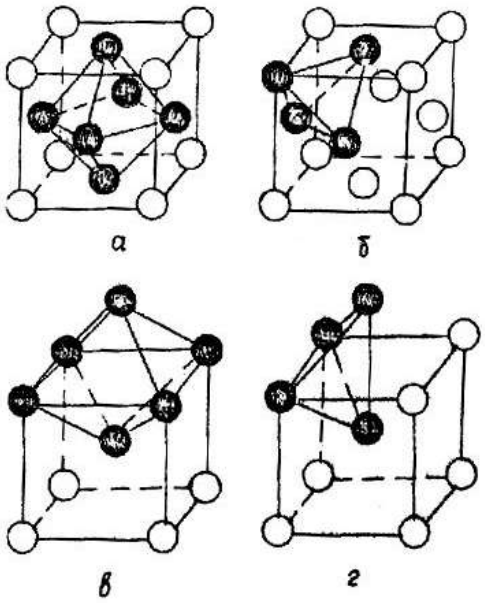


Рис. 1. Форма октаэдрических (а, в) и тетраэдрических (б, г) пор в элементарной ячейке ГЦК (а, б) и ОЦК (в, г) решеток [5, 6].

Следовательно, предполагая, что электроны проводимости локализуются в центрах октаэдрических и тетраэдрических пор (в этих точках плотности вероятности нахождения электронов имеют максимальное значение), можно по формулам (3) – (9) вычислить энергию взаимодействия ионов и электронов в решетке одновалентного металла. При этом отпадает необходимость использования каких-либо потенциалов и вычисления их параметров. Причем некоторые из них могут быть подгоночными.

Определенное размещение электронов проводимости по октаэдрическим и тетраэдрическим порам должно минимизировать энергию кристалла. Убедимся в этом на примере ГЦК кристаллика, состоящего из 8 элементарных ячеек, считая, что 63 электрона проводимости расположены в порах между атомными остовами.

В выбранном кристаллике тетраэдрических пор больше, чем электронов проводимости – 64 поры. Кроме них еще 60 октаэдрических пор, в том числе 8 в центрах и 52 на серединах ребер элементарных ячеек. Для упрощения задачи сделаем предположение, что электроны проводимости вероятнее всего будут занимать 8 окто пор в центрах элементарных ячеек и 6 окто пор вокруг атомного остова в центре кристаллика. Остальные 49 электронов разместятся определенным образом в тетра порах. Поэтому сформируем матрицы координат тетра и окто пор, используя приемы, изложенные выше.

Формируем исходную матрицу с координатами 4-х тетра пор, расположенных за плоскостью XZ элементарной ячейки, помещенной в начале системы координат:

PT=[1/4 1/4 1/4; 1/4 1/4 3/4; 1/4 1/4 5/4; 1/4 1/4 7/4]. Составим вспомогательные матрицы P1=[3/4;3/4;3/4;3/4]; P2=[5/4;5/4;5/4;5/4]; и P3=[7/4;7/4;7/4;7/4]; Теперь последовательно заменим второй столбец матрицы PT на P1, P2 и P3: PT1=PT; PT1(:,2)=P1; PT2=PT; PT2(:,2)=P2; PT3=PT; PT3(:,2)=P3; Далее объединим 4 матрицы в одну: PTT=[PT;PT1;PT2;PT3]; В 4 раза увеличим число строк в матрицах P1, P2 и P3: P11=repmat(P1,4,1); P22=repmat(P2,4,1); P33=repmat(P3,4,1); Заменим последовательно первый столбец матрицы PTT на P11, P22 и P33: PTT1=PTT; PTT1(:,1)=P11; PTT2=PTT; PTT2(:,1)=P22; PTT3=PTT; PTT3(:,1)=P33; Теперь, после объединения этих матриц в одну матрицу будут сформированы координаты всех 64 тетра пор: T64=[PTT;PTT1;PTT2;PTT3].

Формируем матрицу с координатами 8 окто пор в центрах элементарных ячеек OC8=[1/2 1/2 1/2; 1/2 1/2 3/2; 1/2 3/2 1/2; 1/2 3/2 3/2; 3/2 1/2 1/2; 3/2 1/2 3/2; 3/2 3/2 1/2; 3/2 3/2 3/2] и матрицу с координатами 6 окто пор вокруг иона в центре кристаллика

OC6=[1 1/2 1; 1 3/2 1; 1/2 1 1; 3/2 1 1; 1 1 1/2; 1 1 3/2].

Ниже показана программа вычисления U^{II} *и* U^{IV}.

```
% ВЫЧИСЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИОНОВ С ЭЛЕКТРОНАМИ В ОКТО ПОРАХ
% Определение значений постоянных
acris=3e-10; qel=1.602e-19; kk=9e09; pk=3.204e-19;
koef=qel*qel*kk/(acris*pk); S2=0; S4=0;
% Формирование матрицы с координатами 63 ионов
A=[0 0 2; 0 0 1; 0 0 0]; E1=[1;1;1]; A1=A; A1(:,1)=E1; E2=[2;2;2]; A2=A; A2(:,1)=E2; AXZ=[A;A1;A2]; E11=repmat(E1,3,1); AXZ1=AXZ; AXZ1(:,2)=E11; E22=repmat(E2,3,1); AXZ2=AXZ; AXZ2(:,2)=E22; AXZY=[AXZ;AXZ1;AXZ2];
B=[0 0.5 1.5; 0 0.5 0.5; 0 1.5 1.5; 0 1.5 0.5]; B1=B(:,[2 1 3]); B2=B(:,[2 3 1]);
E1=[1;1;1;1]; E2=[2;2;2;2]; B3=B; B3(:,1)=E1; B4=B; B4(:,2)=E1; B5=B; B5(:,3)=E1; B6=B; B6(:,1)=E2; B7=B; B7(:,2)=E2; B8=B; B8(:,3)=E2; BXZY=[B;B1;B2;B3;B4;B5;B6;B7;B8]; FCC8=[AXZY;BXZY];
% Формирование матрицы с координатами 14 окто пор
OC8=[1/2 1/2 1/2;1/2 1/2 3/2;1/2 3/2 1/2;1/2 3/2 3/2;3/2 1/2 1/2;3/2 1/2 3/2;
3/2 3/2 1/2;3/2 3/2 3/2]; OC6=[1 1/2 1;1 3/2 1;1/2 1 1;3/2 1 1;1 1 1/2;1 1 3/2];
OC14=[OC8;OC6];
% Вычисление расстояний между ионами и электронами, и энергии их взаимодействия
for i=1:63
   for j=1:14
R(i,j)=sum((FCC8(i,:)-OC14(j,:)).*(FCC8(i,:)-OC14(j,:)));
L(i,j)=sqrt(R(i,j));
% При вычислении расстояний могут быть случаи вычитания одинаковых координат. %Поэтому следует исключить деление на ноль.
if L(i,j)==0
   continue;
else
   S2=S2+1/L(i,j);
end
   end
end
U2=(-2)*koef*S2;
% Вычисление расстояний и энергии взаимодействия между электронами в окто порах
for i=1:14
   for j=1:14
R(i,j)=sum((OC14(i,:)-OC14(j,:)).*(OC14(i,:)-OC14(j,:)));
L(i,j)=sqrt(R(i,j));
if L(i,j)==0
   continue;
else
   S4=S4+1/L(i,j);
end
   end
end
U4=koef*S4;
U2, U4
```

Программа вычисления энергии взаимодействия ионов с электронами в тетра порах U^{III} , а также энергии взаимодействия этих электронов между собой U^{V} будет следующей.

```
% ВЫЧИСЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИОНОВ С ЭЛЕКТРОНАМИ В ТЕТРА ПОРАХ
% Определение значений постоянных
acris=3e-10; qel=1.602e-19; kk=9e09; pk=3.204e-19;
koef=qel*qel*kk/(acris*pk); S3=0; S5=0;
```

```
% Формирование матрицы с координатами 63 ионов
A=[0 0 2; 0 0 1; 0 0 0]; E1=[1;1;1]; A1=A; A1(:,1)=E1; E2=[2;2;2]; A2=A; A2(:,1)=E2;
AXZ=[A;A1;A2]; E11=repmat(E1,3,1); AXZ1=AXZ; AXZ1(:,2)=E11; E22=repmat(E2,3,1); AXZ2=AXZ;
AXZ2(:,2)=E22; AXZY=[AXZ;AXZ1;AXZ2];
B=[0 0.5 1.5; 0 0.5 0.5; 0 1.5 1.5; 0 1.5 0.5]; B1=B(:,[2 1 3]); B2=B(:,[2 3 1]);
E1=[1;1;1;1]; E2=[2;2;2;2]; B3=B; B3(:,1)=E1; B4=B; B4(:,2)=E1; B5=B; B5(:,3)=E1; B6=B;
B6(:,1)=E2; B7=B; B7(:,2)=E2; B8=B; B8(:,3)=E2; BXZY=[B;B1;B2;B3;B4;B5;B6;B7;B8];
FCC8=[AXZY;BXZY];
% Формирование матрицы с координатами 64 тетра пор
PT=[1/4 1/4 1/4; 1/4 1/4 3/4; 1/4 1/4 5/4; 1/4 1/4 7/4];
P1=[3/4;3/4;3/4;3/4]; P2=[5/4;5/4;5/4;5/4];P3=[7/4;7/4;7/4;7/4];
PT1=PT; PT1(:,2)=P1; PT2=PT; PT2(:,2)=P2; PT3=PT; PT3(:,2)=P3;
PTT=[PT;PT1;PT2;PT3];P11=repmat(P1,4,1); P22=repmat(P2,4,1); P33=repmat(P3,4,1);
PTT1=PTT; PTT1(:,1)=P11; PTT2=PTT; PTT2(:,1)=P22; PTT3=PTT; PTT3(:,1)=P33;
T64=[PTT;PTT1;PTT2;PTT3];
% Вычисление расстояний между 63 ионами и 49 электронами в тетра порах, и %энергии их
взаимодействия
for i=1:63
   for j=1:49
R(i,j)=sum((FCC8(i,:)-T64(j,:)).*(FCC8(i,:)-T64(j,:)));
L(i,j)=sqrt(R(i,j));
if L(i,j)==0
   continue;
else
   S3=S3+1/L(i,j);
end
   end
end
U3=(-2)*koef*S3;
% Вычисление расстояний и энергии взаимодействия между электронами в тетра порах
for i=1:49
   for j=1:49
R(i,j)=sum((T64(i,:)-T64(j,:)).*(T64(i,:)-T64(j,:)));
L(i,j)=sqrt(R(i,j));
if L(i,j)==0
   continue;
else
   S5=S5+1/L(i,j);
end
   end
end
U5=koef*S5;
U3, U5
```

Следует обратить внимание на то, что 49 электронов в 64 тетра порах должны располагаться таким образом, чтобы минимизировать энергию кристаллика, состоящего из 8 элементарных ГЦК ячеек. В выше приведенной программе вычисления энергий U^{III} и U^{V} проведены для случая, когда 49 электронов находятся в первых 49 тетра порах из 64. Следовательно, необходимо будет решать задачу на оптимизацию. Пока показывается принципиальная возможность вычисления энергии взаимодействия ионов и электронов, локализованных в окто и тетра порах. Поэтому покажем программу по вычислению U^{VI} без оптимизации распределения электронов по порам.

```
% ВЫЧИСЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОНОВ В ОКТО И ТЕТРА ПОРАХ
% Определение значений постоянных
acris=3e-10; qel=1.602e-19; kk=9e09; pk=3.204e-19;
koef=qel*qel*kk/(acris*pk); S6=0;
```

```
% Формирование матрицы с координатами 14 окто пор
OC8=[1/2 1/2 1/2;1/2 1/2 3/2;1/2 3/2 1/2;1/2 3/2 3/2;3/2 1/2 1/2;3/2 1/2 3/2;
3/2 3/2 1/2;3/2 3/2 3/2]; OC6=[1 1/2 1;1 3/2 1;1/2 1 1;3/2 1 1;1 1 1/2;1 1 3/2];
OC14=[OC8;OC6];
% Формирование матрицы с координатами 64 тетра пор
PT=[1/4 1/4 1/4; 1/4 1/4 3/4; 1/4 1/4 5/4; 1/4 1/4 7/4];
P1=[3/4;3/4;3/4;3/4]; P2=[5/4;5/4;5/4;5/4];P3=[7/4;7/4;7/4;7/4];
PT1=PT; PT1(:,2)=P1; PT2=PT; PT2(:,2)=P2; PT3=PT; PT3(:,2)=P3;
PTT=[PT;PT1;PT2;PT3];P11=repmat(P1,4,1); P22=repmat(P2,4,1); P33=repmat(P3,4,1);
PTT1=PTT; PTT1(:,1)=P11; PTT2=PTT; PTT2(:,1)=P22; PTT3=PTT; PTT3(:,1)=P33;
T64=[PTT;PTT1;PTT2;PTT3];
% Вычисление расстояний между электронами в окто и тетра порах, и энергии их взаимодействия
for i=1:14
   for j=1:49
R(i,j)=sum((OC14(i,:)-T64(j,:)).*(OC14(i,:)-T64(j,:)));
L(i,j)=sqrt(R(i,j));
if L(i,j)==0
   continue;
else
   S6=S6+1/L(i,j);
end
   end
end
U6=2*koef*S6;
U6
```

Если суммировать результаты вычислений: $U^{I} + U^{II} + U^{III} + U^{IV} + U^{V} + U^{VI}$, то получиться следующее значение потенциальной энергии взаимодействия ионов и электронов в кристаллике, состоящем и 8 элементарных ГЦК ячеек:

U=6616,8-3419,0-11991,0+462,8+5434,2+3545,3= 649,1 эВ.

Данный результат однозначно показывает, что электроны проводимости, размещенные в окто и тетра порах кристаллика, играют очень важную, связывающую ионы в кристаллическую решетку, роль. Выше было показано, что без учета взаимодействия с электронами ионы отталкиваются с энергией, равной 6617 эВ, а при наличии локализованных электронов проводимости энергия отталкивания ионов снижается до 649,1 эВ. Однако видно, что вариант локализации электронов проводимости, выбранный в данном случае, не является оптимальным, так как суммарная энергия взаимодействия ионов и электронов имеет положительный знак, а должна быть отрицательной.

Возможными вариантами являются те, когда электроны проводимости размещаются только в тетра порах: с первой по 63-ей или со второй по 64-ой порах. Такие варианты размещения дают следующие результаты: 149,6 эВ и 191,6 эВ. Здесь энергии гораздо меньше, но положительные, т.е. силы отталкивания превышают силы притяжения ионов и электронов проводимости.

Если при любом варианте локализации электронов проводимости по окто и тетра порам кристаллика будет получаться энергия с положительным знаком, то это может свидетельствовать о термодинамической неустойчивости кристаллика, состоящего из 8 элементарных ГЦК ячеек. К примеру, параметр решетки Cu a=3.615*10^{-10} м и кристаллик из 8 ячеек будет иметь ребро меньше 1 нм. Таким образом, экспериментальным подтверждением приемлемости предлагаемого способа определения потенциала взаимодействия может быть наличие размерного фактора устойчивости кристаллов при их формировании из газовой или жидкой среды.

Высокую электро- и теплопроводность металлов можно объяснить превышением числа окто и тетра пор над числом электронов проводимости, что позволяет последним легко перемещаться из одной поры в другую. Повышение температуры металла приводит к нарушению «топографии» локализации электронов проводимости и тем самым к повышению потенциала взаимодействия электронов с атомными остовами и между собой, что в свою очередь ведет к возрастанию удельного электросопротивления металла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов А.Н., Трушин Ю.В. Энергии точечных дефектов в металлах. М., Энергоатомиздат, 1983. 80 с.
2. K. Sato, T. Yoshiie, Q. Xu, M. Kiritani. Simulation of Vacancy Migration Energy in Cu under High Strain. Materials Science and Engineering. Symposium on High-Speed Deformation, 15 June 2003, Volume 350, Issue 1-2, P. 220-222.
3. M. Matsushita, K.Sato, T. Yoshiie, Q. Xu. Validity of Activation Energy for Vacancy Migration Obtained by Integrating Force-Distance Curve. Materials Transactions, 2007, Volume 48, No. 9, P. 2362-2364
4. Siegfried Schmauder, Leon Mishaevsky Jr. Micromechanics and Nanosimulation of Metals and Composites (Advanced Methods and Theoretical Concepts). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009.
5. Окишев К.Ю. Кристаллохимия и дефекты кристаллического строения. Учебное пособие. Челябинск, изд-во Южно-Уральского госуниверситета, 2007, 97 с.
6. Родников С.Н., Лихачев В.А., Шишкина С.В., Кондратов В.М. Вопросы металловедения в гальванотехнике и коррозии. Учебное пособие. Горький, изд-во Горьковского госуниверситета. 1989, 104 с.

Резюме

Қабырғалы центрленген куб ұяшықты металдардың кристалл торларының октаэдр және тетраэдр торшаларында еркін электрондарды бекіту принципі, бір валентті металдарда атом түбіртегі мен өткізгіш электрондардың әсерлесу энергиясын есептеуде, әртүрлі жорамалдар қолданбай-ақ, лайықты нәтижелер алуға мүмкіндік тудырады.

Summary

The interaction energy definition of nuclear skeletons and conductivity electrons in the monovalent metal, based on a principle of localization free electrons in octahedron and tetrahedron emptiness of FCC metal crystal lattice, allows to receive comprehensible results, not resorting to a various sort of an assumptions.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 05.11.12 г.*

УДК 622.234.573:620.17: 539.42.

О.П. Помашев, Н.Г. Дарибаева, Г.А. Баймаханов

О РАСПРОСТРАНЕНИИ ЖИДКОСТИ ПО ПОРОДЕ НЕФТЯНОГО ПЛАСТА ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Во многих опубликованных работах, посвященных проведению гидроразрыва нефтяного пласта (ГРП), приводятся различные условия, при которых образование вертикальных и горизонтальных трещин в породном массиве нефтяного пласта вокруг скважины, якобы, неизбежно.

В статье излагаются три примера, объясняющие невозможность образования вертикальных и горизонтальных трещин в породах нефтяного пласта в условиях массива при действии давления со стороны закачиваемой жидкости на стенки скважины.

Пример 1. Допустим, что забой скважины находится на глубине H=2000м; h=10м- мощность нефтяного пласта. Для этого пласта осуществили, допустим, операции ГРП под давлением P=140МПа (самое максимальное давление, известное из литературных источников при проведении ГРП). Вычислим γ H-давление, действующее на пласт от вышележащих пород [1].

$$\gamma H = \frac{2{,}7m \cdot 2000}{м^2} = \frac{2{,}7 \cdot 1000 \cdot 2000кгс}{10^4 см^2} = 54(МПа)$$

Породы нефтеносного пласта, имеющие $\sigma_{сж}$<140МПа, находящиеся под давлением γ H=54МПа сверху и распространенные на расстоянии «а» дезинтеграционной зоны вокруг скважины, а также испытывающие давление P =140МПа со стороны скважины, полностью разрушатся. Но за дезинтеграционной зоной состояние пород весьма сложное. Породы находятся во всестороннем сжатии под давлениями сверху, с боков и со стороны скважины. При действии на породы со стороны

скважины давления Р =140МПа сдвигов пород по линиям АВ и СД (см. рис. 1) не будет, хотя предел прочности пород на сдвиг τ <140МПа. Во – первых, частицам пород некуда сдвигаться, а, во-вторых, при действии Р=140МПа на стенки цилиндрической поверхности $S = 2\pi(r + a)\cdot h$, (где π =3,14 постоянная; r-радиус скважины), под давлением *P*, скорее всего, будут разрушаться слабые места межфлюидных твердых каркасных структур, и это начало канавообразования далее развиваясь зигзагообразно в радиальных направлениях от оси скважины, способствует росту длины ℓ канавки, зависящей от времени действия давления Р=140МПа (т.е. от времени работы насоса). На боковой цилиндрической поверхности с площадью $S = 2\pi(r + a)\cdot h$, естественно, берут свое начало множество канавок, число которых можно лишь обозначить через n. Еще, кроме n-го числа канавок вокруг скважины, могут быть естественные трещины, по которым также растекается жидкость ГРП.

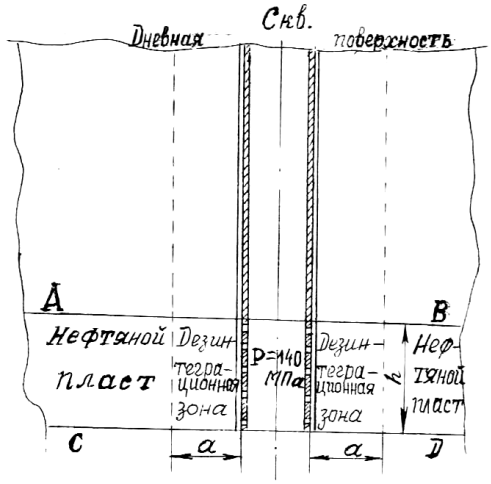


Рис. 1. Нефтяной пласт и скважина в процессе ГРП

Таким образом, происходит непрерывное распределение поступающей сверху жидкости по n-ым канавкам, естественным трещинам и слоистостям пород вокруг скважины. При этом начальное давление на забое скважины, имевшее значение Р=140МПа, может несколько понизиться.

При изменении режима работы насоса, или при замене его другим более мощным, возникнет лишь с новыми параметрами трубка тока и через любое ее сечение будет проходить за равные промежутки времени Δt равные объемы жидкости ΔQ, то есть расходы жидкости через разные сечения трубки тока будут постоянными.

Пример 2. Несуществующая «вертикальная трещина» ГРП находит свое следующее опровержение. Для этого рассматриваем формулу разрыва цилиндрических кольцевых образцов метода соосных пуансонов:

$$\sigma_p = \frac{P \cdot d}{D - d}, \qquad (1)$$

где σ_p -предел прочности породы на растяжение; Р- давление внутри отверстия; d-диаметр отверстия; D-внешний диаметр цилиндрического кольцевого образца (см. рисунок 2).

При случае же ГРП размеры D в массиве пород не ограничены, то есть D стремится к ∞. Из формулы (1) видно, что даже при больших значениях давления Р в скважине, знаменатель дроби сильно зависит от D (для массива D→ к ∞) и дробь станет иметь очень малую величину, поэтому породы, имеющие малые постоянные прочности σ_p не разорвутся и не образуют вертикальной «трещины» ГРП». «Горизонтальные трещины ГРП» тем более не могут образоваться, так как всю породную толщу γ Н, лежащую сверху, поднять или сдвинуть вверх силами жидкости ГРП – это невозможно (см. табл.1). Но при наличии слоистостей пород жидкость может распространяться по слоистостям, и это не «гидроразрыв» пород, так как не происходит никаких смещений частиц породных слоев вниз и вверх по вертикали.

Таблица 1. **Расчетные давления, действующие на нефтяной пласт при Н до 6000м, от вышележащих пород**

Глубина: Н,м	300	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	5000	6000
Величина: γ Н, МПа	8,1	13,5	27,0	40,5	54,0	67,5	81,0	94,5	108,0	135,0	162,2

Из источников известно, что ГРП обычно проводят при больших значениях разрывающей нагрузки Р по сравнению с γ Н, т.е. при любой глубине проведения ГРП должно быть Р> γ Н. При испытании цилиндрических и дисковых образцов горных пород, выпиленных из керна, было замечено, что на результаты особенно сильно влияет внешний диаметр D образца (см. рис. 2(б)). На рисунке 2(а) показаны детали предложенного устройства для испытания крупных образцов горных пород. Через 1 показаны половинки корпуса, отверстие 2, плоскости - 3, по которым разрушаются образцы, 4 - пазы для помещения образцов – близнецов горных пород, 5- стягивающие винты и гайки, необходимые до полного схватывания образцов к скошенным поверхностям корпуса с помощью смеси эпоксидной смолы с песком; 6- соосные пуансоны.

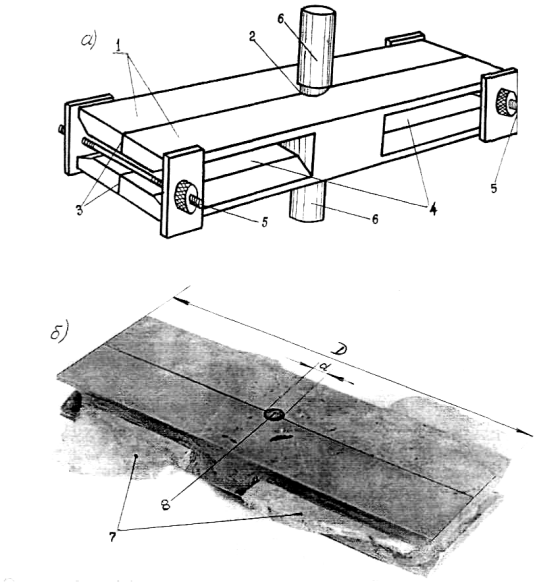


Рис. 2. Устройство для испытания крупных образцов – близнецов на разрыв применительно к методу соосных пуансонов.

Расчетной является формула (1), вывод которой основан на том, что при предельном случае сила, разрывающая образец высотой h и действующая со стороны центрального отверстия диаметром d, будет равна силе противодействующей разрыву образца, то есть сила $F_1 = \mathrm{P} \cdot dh$ равна силе $F_2 = \sigma_p (D-d) \cdot h$, или $F_1 = F_2 = P \cdot dh = \sigma_p (D-d) \cdot h$. И из последнего выводится формула (1). Здесь Р - предельное значение давления внутри отверстия; σ_p - предельное значение прочности породы на разрыв; $d \cdot h$ - диаметральное сечение отверстия; $(D-d) \cdot h$ - площадь разрыва образца, так как всегда имеет место разрушение образца на две половинки (см. рис. 3, на котором приведена фотография испытанных образцов). Для выявления влияния диаметра D на прочности пород σ_p было изготовлено устройство [2], позволяющее испытывать протяженные вдоль D образцы – близнецы. При этом жесткость устройства, длиной D=1м, позволяла разрывать образцы – близнецы вдоль всей длины D в одно мгновение, что позволяло изучать также влияние масштабных факторов на результаты. Применительно к отрицанию ГРП, здесь следует отметить следующее: при испытаниях крупных образцов в устройстве [2] было замечено, что в центральном отверстии с диаметром d (см. рис. 2(б)) создавалось весьма большое давление, хотя параметр D у образцов (и устройства) имел конечный предел D=1м.

Таким образом, эти эксперименты и полученные результаты показали, что при условиях массива параметр $D \rightarrow \infty$ и породы разорвать жидкостью, действующей со стороны скважины, невозможно, то есть вертикальная трещина образоваться не может.

Рис. 3. Цилиндрические и дисковые образцы керна, испытанные на разрыв методом соосных пуансонов.

Пример 3. По работе [3], на рис. 4 приведена схема проявления флюидорасчленения (а) и ориентированного флюидоразрыва (б) в породном массиве.

В положении рис. 4 (а) правильно показано, что закачиваемая в скважину жидкость гидроразрыва распределяется (растекается) по естественным трещинам между структурными блоками. В положении же рисунка 4(б) приведено надуманное лишь волевое решение об образовании горизонтальной трещины при нанесении инициирующей щели на стенке скважины. Острая вершина этой искусственной щели перпендикулярна оси скважины, и поэтому, якобы, возникает горизонтальная трещина, по которой распространяется жидкость. Ошибка здесь прослеживается из следующего: жидкость, как и в случае рисунка 4 (а) многократно встречает под разными углами трещины между структурными блоками, по этим трещинам жидкость как-бы упорно не разветвляется и продолжает образовывать длинную горизонтальную трещину. На самом деле при первой же встрече междублочных трещин жидкостью последняя должна распространяться по этим трещинам и повторить случай растекания как на рис. 4 (а). В случае же рисунка 4(б) прослеживается чистый вымысел автора [3].

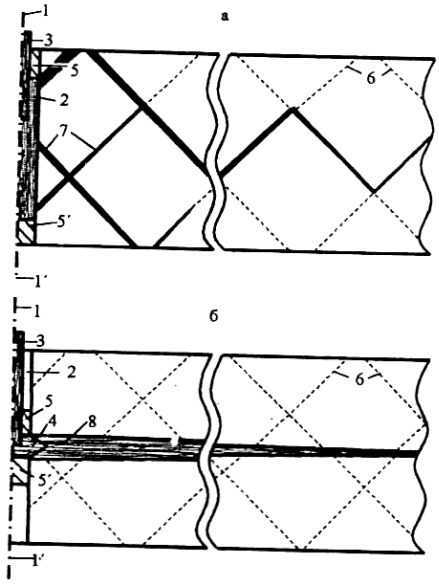


Рис. 4. Схема проявления флюидорасчленения (а) и ориентированного флюидоразрыва (б) в породном массиве: 1-1'-ось скважины; 2-скважина; 3-труба для нагнетания флюида; 4-инициирующая щель; 5-5'-верхний и нижний пакеры, герметизирующие рабочее пространство скважины; 6-природные системы трещин; 7-трещины флюидорасчленения; 8-щель флюидоразрыва.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кацауров И.Н.* Горное давление. Выпуск II. Механика горных пород. Типография Московского горного института. М., 1972, 260с.

2. *Болгожин Ш.А.-Г., Помашев О.П.* Устройство для испытания образцов на разрыв. Авторское свидетельство СССР №855426. МКИ G01 N 3/08. Опубл. 25.08.1981. Бюллетень №30.

3. *Кю Н.Г.* Создание методов и средств флюидоразрыва горных пород. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктор технических наук. Новосибирск – 1999, 32с.

Резюме

Бұл мақала жерастындағы мұнай қабатын ұнғымылар арқылы сұйықпен жару (ҚСЖ) тәсіліне арналған. Тәжірибеден үш есеп келтірілген, олардан шығарылған қортындылар арқылы ҚСЖ жерастындағы барлық жағынан қысылып жатқан қабат тастарында мүмкін еместігі көрсетілген. Және ұнғымада сораптың айдауымен келіп жатқан су көлемі мұнай қабаты тұсынан радиальды-жанжаққа таралатын тесіктер-жолдармен тарап өтіп жататыны дәлелденіп негізделген.

Summary

This article focuses on how to apply the oil hydraulic fracturing (HF). In no three examples taken from practice and theoretically show that the hydraulic fracturing is not possible in underground rock mass. Justified distribution of injected fluid in the oil reservoir by numerous grooves radiating from the fluid to the fluid directed from the cylindrical side wall of the well.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 05.11.12 г.*

УДК 536.248.2

А.А. Генбач, Б.К. Наурыз

РАСЧЁТ УСТАНОВКИ ДЛЯ НАГРЕВА ВОЗДУХА В ПАРОВЫХ КОТЛАХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Проблему низкотемпературной сернистой коррозии воздухонагревателей на тепловых электрических станциях (ТЭС) в Республике Казахстан может решить подогреватель, оснащенный пористыми элементами. Исследования в этой области нами проводились в работах[1-3]. Необходимо провести экспериментальные исследования модели такого подогревателя и его расчёт.

Экспериментально установлен оптимальный вид капиллярно-пористой структуры плоской гравитационной тепловой трубы, представляющий собой два слоя сетки с крупными размерами ячеек на просвет – 0,4х0,55[1]. В существующих тепловых трубах, имеющих сетчатые структуры, обязательно у стенки устанавливается сетка с очень мелким размером ячеек ($0{,}04x10^{-3}$ м или $0{,}08x10^{-3}$м) для обеспечения требуемого капиллярного потенциала. Однако он не позволяет развивать форсированные режимы кипения вследствие закупорки паровыми пузырями и прекращения доступа свежих порций жидкости к обогреваемой стенки. К тому же такие сетки нуждаются в тщательной очистки перед сборкой тепловой трубы, предъявляют повышенные требования к дегазации корпуса и рабочей жидкости, что удорожает технологию их изготовления, а на практике крупномасштабного производства, например, в воздушных подогревателях котельных агрегатов, даже приходится отказываться от их применения.

Недостатком применения на электростанции воздухоподогревателей с промежуточным теплоносителем является скопление газа в конденсационной части трубы и резкое уменьшение коэффициента теплопередачи Такие воздухоподогреватели, установленные на котлах Брестской ТЭЦ-4[4], имели коэффициенты теплопередачи 2,5…7 Вт/м^{2}К, что намного меньше расчетных значений - 15,2...16,7 Вт/м^{2}К. Газы могут генерироваться самим материалом стенки трубы и пористой структурой. Наличие азота воздуха во внутренней полости тепловой трубы до 1% вызывает снижение коэффициента теплопередачи на 35...40%. Поэтому предлагается использовать сетчатую капиллярно-пористую структуру из крупных размеров ячеек на просвет, а также к системе подключить промывочный насос и эжектор, которые в случае ухудшения теплопередачи будут автоматически включаться, например, по параметру давления в рабочем пространстве тепловой трубы. Такая структура позволяет снизить капитальные и эксплуатационные расходы на ее изготовление и обслуживание.

В табл.1 приводятся результаты проведенных испытаний.

Таблица1. **Опытные данные по отводимым тепловым потокам в зоне испарения водяной плоской гравитационной тепловой трубы q,Вт/м^2 и перегреву стенки ΔТ,К для различных капиллярно-пористых структур.**

Вид капиллярно-пористой структуры	Отводимые		Удельные тепловые потоки, qx10,$^{-4}$ Вт/м^2			
	5	10	20	40	60	80
0,08x0,14x1	17	21	35	46	57	Пережог стенки
0,14x0,14x0,14	17	25	40	47	58	Пережог стенки
0,4x0,55	19	30	42	57	60	65
Порошковые и волокнистые структуры	7	12	Пережог стенки			
Тонкопленочные испарители (без капиллярно-пористой структуры)	10	15	Пережог стенки			

Как следует из табл.1, наибольшей теплопередающей способностью обладает структура 0,4x0,55, поскольку за счет комбинированного действия массового (гравитационного) и капиллярного потенциалов в пористой структуре создается оптимальный избыток жидкости, обеспечивающий пульсирующий устойчивый двухфазный пограничный слой, в котором холодные порции жидкости, стекающие в сечении и по внешней поверхности структуры (ядро потока) подтекают к охлаждаемой стенки, а паровые пузыри, благодаря крупным размерам ячеек, интенсивно отводятся из пористого тела.

Описанная физическая картина процессов тепло- и массопереноса наблюдалась с помощью оптических методов исследования, таких как голографическая интерферометрия и скоростная киносъемка[1]. Тепловые потоки, отведенные предлагаемой структурой, в 4 раза больше, чем для порошковых, волокнистых структур и тонкопленочных испарителей. Раннее наступление кризиса кипения для волокнистых и порошковых материалов объясняется закупориванием их пор паровыми пузырями и прекращением притока свежих порций охлаждаемой жидкости к зоне нагрева. Для тонкопленочных испарителей явление кризиса связано с распадом стекающих по гладкой поверхности пленок жидкости на отдельные струйки и капли. Этим же явлением можно объяснить неравномерность температурного поля в термосифонах[4] (воздухоподогреватели с промежуточным теплоносителем) по сравнению с тепловыми трубами. Эффективность защиты стенок труб от низкотемпературной сернистой коррозии определяется выравниванием и стабилизацией температуры стенки трубы, что дает бесспорное преимущество в применении тепловых труб над термосифонами.

Ячейки сеток, больше $0{,}55x10^{-3}$ м, в опытах нами не рассматривались, поскольку ухудшается равномерность в распределении жидкости по теплообменной поверхности.

Таким образом, определенная опытным путем пористая структура 0,4x0,55 позволяет в развитом режиме кипения проводить процессы теплообмена и требует значительно меньших затрат на технологию изготовления, очистку, дегазацию и на эксплуатацию установки предварительного подогрева воздуха.

Комбинированное действие капиллярных и массовых сил, позволившее применять капиллярно-пористую структуру с крупным размером ячеек, предопределило невысокое ее гидравлическое сопротивление

$$\Delta P=\mu_ж m_ж h/\rho_ж F_c k_у, \text{ Па}, \quad (1)$$

где $k_y=5,5\cdot10^{-7}(b_r/d)^{-1,29}$[1]; (2)

$$b_r=0,5(0,4+0,55)\cdot10^{-3}=0,475\cdot10^{-3}\text{ м};$$

$$d=0,5(0,25+0,2)\cdot10^{-3}=0,225\text{-}10^{-3}\text{ м}.$$

Тогда

$$k_y=5,5\text{-}10^{-7}(0,475/0,225)^{-1.29}=2,1\cdot10^{-7}\text{ м}^2;$$

$$\Delta P=282\cdot10^{-6}\cdot0,194\cdot4/958\cdot2x0,74\cdot10^{-3}\cdot2,1\cdot10^{-7}=734,5\text{ Па}.$$

При температуре насыщения 100°С, $\mu_ж=282\cdot10^{-6}$ Па·С [5].

Расход жидкости [1]

$$m_ж=\beta qF/r=1,1\cdot1\cdot10^{5}\cdot4/2268\cdot10^{3}=0,194\text{ кг/с};\quad(3)$$

β - коэффициент избытка жидкости в пористой структуре, β=1,1; $q=l\cdot10^5$ Вт/м^2; $r=2268\cdot10^3$ Дж/кг; F- поверхность испарителя

$$F=2h'L=2\cdot1\cdot2=4\text{ м}^2;$$

h - высота трубы с пористой структурой, h=2+2=4 м; L - длина трубы, L=l м; $\rho_ж=958$ кг/м^3; F_c - живое сечение пористой структуры

$F_c=\varepsilon F_c'=2\varepsilon\delta_ф\cdot L=2x0,7\cdot1,02\cdot10^{-3}\cdot1=2x0,74\cdot10^{-3}$ м^2; ε=0,7;

$\delta_ф=(0,5+0,52)\cdot10^{-3}=1,02\cdot10^{-3}$ м.

Для сравнения гидравлического сопротивления предлагаемой структуры с мелкопористыми материалами (металлокерамическими), сопоставим коэффициенты проницаемости, которые при размере частиц $0,008\cdot10^{-3}$ м равны $\approx1,1\cdot10^{-9}$ м^2 [5], т.е. отношение $2,1\cdot10^{-7}/1,1\cdot10^{-9}=190$. С учетом реальных поверхностей тепловых труб и их теплопередающих возможностей окончательно получили: $190\frac{2\cdot10^5\cdot1}{8\cdot10^5\cdot10}=4,77$ раза. Аналогичное соотношение имеет место для мелкоячеистых сеток.

Таким образом, предлагаемая пористая структура имеет в 4,77 раза меньшее гидравлическое сопротивление, либо при заданном гидравлическом сопротивлении поверхность охлаждения может быть в 4,77 раза меньшей.

Коэффициент теплообмена в зоне конденсации тепловых труб при удельном тепловом потоке $1\cdot10$ Вт/м^2 достигал $2\cdot10^3$ Вт/м^{2}К.

Из табл.1 определим коэффициент теплообмена в зоне испарения тепловой трубы

$$\alpha=q/\Delta T=1\cdot10^5/30=3,33\cdot10^3\text{ Вт/м}^2\text{К}.$$

За счет наличия автоматической системы включения насоса промывки и эжектора при работе предложенных плоских тепловых труб, в отличие от существующих тепловых установок[6,7], приведенные значения коэффициентов теплообмена будут стабильны во времени, что обеспечит высокую надежность работы установки предварительного подогрева воздуха с высокой интенсивностью теплообмена и предохранит от низкотемпературной сернистой коррозии стенки труб. По сравнению с термосифонами[4] значительно уменьшится температурный напор между стенкой и паром, а, следовательно, поддерживается температура стенки в жестких пределах и исключается локальная коррозия металла по высоте трубы.

Повышение к.п.д. парогенератора определяется, главным образом, снижением температуры уходящих газов. Однако при этом в существующих установках увеличивается сернистая низкотемпературная коррозия со стороны газов. Массовый выход из строя воздухоподогревателей и экономайзеров начинается через 2-3 года[7].

Скорость сернистой низкотемпературной коррозии при температуре стенки 120...140°С доходит до $(0,4...1)\cdot 10^{-3}$ м/год, тогда как снижение $t_{СТ}$ до 70…110°С уменьшает скорость коррозии до 0,1…0,2 мм/год, т.е. в 4... 10 раз[7].

Произведем сравнительный расчет воздухоподогревателя на гладких и ребристых термосифонах и на предлагаемых плоских гравитационных тепловых трубах. Примем следующие данные:

а) температура холодного воздуха - $t_В$=30°С;

б) температура газов перед дополнительным воздухоподогревателем - $\vartheta_г'$=130°С;

в) температура уходящих газов - $\vartheta_г''$=105°С;

г) удельный объем воздуха и газов - $V^В$=5,6 м^3/кг; $V^Г$=7,7 м^3/кг;

д) расчетный расход топлива - $B_р$=134000 кг/ч (блок мощностью 300Мвт).

Средняя температура газов – $\vartheta_г$=0,5($\vartheta_г'$+ $\vartheta_г''$)=0,5(130+105)=117,5°С.

Тепловой поток, отданный газами

$$Q = B_p V_Г C_p \rho_Г \frac{(\vartheta_Г'' - \vartheta_Г')}{3600} = 6950 \ \text{кВт}, \qquad (4)$$

где $C_р$=l,07 кДж/кг·К; $р_г$=0,9 кг/м^3.

Теплофизические свойства воздуха при средней температуре $\bar{t}_В = 50\,°С$

$C_р$=1 кДж/м^3 К; $\rho_В$=1,1 кг/м^3[6].

Температура подогретого воздуха

$$t_В'' = t_В' + \frac{3600 \cdot Q}{B_p V^В C_p \rho_В} = 30 + \frac{3600 \cdot 6950}{134000 \cdot 5,6 \cdot 1 \cdot 1,1} = 63^\circ C. \qquad (5)$$

Примем скорости газа и воздуха 10 м/с, поскольку оба потока обтекают трубы снаружи.

Коэффициенты теплоотдачи[6]:

а) гладкие трубы термосифонов диаметром $30\cdot 10^{-3}$ м

$$\alpha_Г^{Г Л} = \alpha_В^{Г Л} = 85 \cdot 0,8 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1,17 = 87,5; \ \text{Вт/м}^2\text{К}$$

б) трубы термосифонов с поперечными ленточными и шайбовыми ребрами

$$\alpha_Г^{Р} = \alpha_В^{Р} = 100 \cdot 0,85 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1,17 = 109,4; \ \text{Вт/м}^2\text{К}$$

в) плоские гравитационные тепловые трубы с упругими элементами в виде вибрирующих проволок с ответвлениями.

Для гладкой плоской трубы с $d_Э$=4F/U воспользуемся номограммой на стр. 254[6].

$$\alpha_{Г\ 1}^{Г Л} = \alpha_{В\ 1}^{Г Л} = 30 \cdot 1,6 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,17 = 94,4. \ \text{Вт/м}^2\text{К}$$

Эффект от ответвлений, как развитой поверхности, примем такой же, как и в случае б),т.е. 100/85=1,18. Тогда

$$\alpha_{Г\ 1}^{Р} = \alpha_{В\ 1}^{Р} = 94.4 \cdot 1,18 = 111,3 \ \text{Вт/м}^2\text{К}.$$

Отличительной особенностью предлагаемых упругих элементов является то, что они выполнены из проволок с ответвлениями, и их упругие свойства позволяют совершать им в потоке газа и воздуха вибрирующие движения, которые существенно турбулизируют пограничный слой на наружной поверхности зоны испарения и конденсации со стороны греющих газов и нагреваемого воздуха. Проведенные исследования показали, что за счет вибрации поверхности, например, вертикальных цилиндров, коэффициент теплоотдачи увеличивается для воздуха и газа в 10 раз[1,5].

Пусть при эксплуатации будет иметь место наименьшее увеличение интенсивности теплообмена даже в 2 раза. Тогда окончательно получим

$$\alpha_{Г\ 1}^{РВ} = \alpha_{В\ 1}^{РВ} = 2 \cdot 111{,}3 = 222{,}6 \text{ Вт/м}^2\text{К}.$$

Примем температуру стенки трубы с газовой стороны - 102°С. Коэффициент загрязнения определяется в зависимости от разности температур $t_{СТ.Г}$-$t_р$=102-126=-24°С; ε=0,025мч^{0}С/ккал[6]. Для существующих термосифонов и тепловых труб в лучшем случае коэффициент, учитывающий ухудшение работы трубы из-за наличия в ней неконденсирующихся газов, составит $\varepsilon_в$=0,73. На практике же, по данным [4], величина $\varepsilon_В$=0,4...0,5, т.е. коэффициент теплопередачи снижается в 0,4...0,5 раз, а не в 0,75 раза.

Определим для рассматриваемых трех вариантов величины коэффициента теплопередачи

$$\text{а)}\ K^{ГЛ} = \frac{\varepsilon_В}{\left(1/\alpha_Г^{ГЛ} + \varepsilon\right)\left(1 + F_В/F_Г\right) + 1/\alpha_В^{ГЛ}\left(1 + F_Г/F_В\right)} =$$

$$= \frac{0{,}73}{\left(1/87{,}5 + 0{,}025\right)(1+1) + 1/87{,}5\,(1+1)} = 7{,}59 \text{ Вт/м}^2\text{К}; \quad (6)$$

$$\text{б)}\ K^{Р} = \frac{0{,}73}{\left(1/109{,}4 + 0{,}025\right)(1+1) + 1/109{,}4\,(1+1)} = 8{,}39 \text{ Вт/м}^2\text{К}, \quad (7)$$

т.е. в 8,39/7,59=1,11 раз больше;

$$\text{в)}\ K_1^{Р} = \frac{1}{\left(1/222{,}6 + 0{,}025\right)(1+1) + 1/222{,}6\,(1+1)} = 14{,}7 \text{ Вт/м}^2\text{К}, \quad (8)$$

т.е. в 14,7/8,39=1,76 раза больше.

Если учесть, что за счет вибрации упругих элементов будет происходить очистка труб от загрязнения, то коэффициент загрязнения будет значительно меньше, чем принятый в расчете (0,025).

Коэффициент $\varepsilon_в$ принят равным 1 в предлагаемом устройстве, что будет обеспечиваться автоматическим включением эжектора в случае накопления неконденсирующихся газов в зоне конденсации. Коэффициенты теплообмена внутри тепловой трубы, как и для термосифона, нами не учитываются, поскольку их величины весьма велики.

Температурный напор составит

$\Delta t_м$=130-63=67 ° С;
$\Delta t_б$=105-30=75 ° С.

Отношение: $\Delta t_б/\Delta t_м$=75/67=1,1<1,7, то

$$\Delta t = \frac{\Delta t_б + \Delta t_м - 2\Delta t_Г}{2} = \bar{\vartheta}_Г - \bar{t}^{у}_{В} - \Delta t_Г = 67^{\circ} C, \quad (9)$$

где $\Delta t_г$ - поправка на гидростатический напор в термосифоне, $\Delta t_г$=3°С [6, с.94].

Для предлагаемой установки $\Delta t_г$=0, т.к. в трубе находится пористая структура, насыщенная жидкостью и нет свободной жидкости, создающей гидростатический напор, как в термосифонах, т.е. Δt_1=67+3-70°С.

Поверхность теплообмена

$$\text{а)}F^{г\,л} = Q/k\Delta t = 6950 \cdot 10^3/7{,}59 \cdot 67 = 13{,}7 \cdot 10^3 \text{ м}^2; \quad (10)$$

$$\text{б)}\ F^{р} = 6950 \cdot 10^3/8{,}39 \cdot 67 = 12{,}4 \cdot 10^3 \text{ м}^2; \quad (11)$$

$$\text{в)}F_1^{р} = 6950 \cdot 10^3/14{,}7 \cdot 70 = 6{,}75 \cdot 10^3 \text{ м}^2. \quad (12)$$

Поверхность дополнительного воздухоподогревателя в предлагаемом устройстве будет в $12{,}4\cdot10^3/6{,}75\cdot10^3$=l,84 раза меньше, чем для термосифонов с ленточными и шайбовыми ребрами [6].

Температура стенки труб предлагаемого воздухоподогревателя удовлетворяет условию

$$t_{КОН}+25 < t_{СТ}=102^oC < 105°C,$$

где $t_{К0Н}$, например, для донецкого угля ПЖ равна 36°С. При этом условии скорость коррозии не превысит $0{,}15\cdot10^{-3}$ м/год, что в 4 … 6 раз меньше, чем в существующих воздухоподогревателях, т.е. срок службы воздухоподогревателей будет увеличен в *4...6* раз и доведен с (2 … 3) лет до 8...12 лет.

Принимаем геометрические размеры:

длина гравитационных тепловых труб - 1 м, высота - 4 м, поверхность неоребренной части $2\cdot4\cdot1=8$ м^2. При коэффициенте оребрения, равном 4, общая поверхность составляет: $8+4\cdot8=40$ м^2.

Число плоских гравитационных тепловых труб

$$Z=\frac{F^P}{F_1{}^P}=\frac{6{,}75\cdot10^3}{40}\cong 170 \text{ штук.}$$

Таким образом, установка плоских гравитационных тепловых труб с упругими элементами, эжектором и насосом позволяет сократить поверхность теплообмена по сравнению с термосифонами или тепловыми трубами с поперечными ленточными и шайбовыми ребрами в 1,84 раза, а по сравнению с гладкими трубами - в 2 раза, массу установки - в 2…2,3 раза, повысить срок службы основного и дополнительного воздухоподогревателей в (4...6) раз, доведя его до 8...12 лет за счет уменьшения скорости коррозии до $0{,}15\cdot10^{-3}$ м/год, уменьшить капитальные и эксплуатационные расходы за счет применения пористой структуры 0,4х0,55 с крупным размером ячеек на просвет и вибрирующих проволок, облегчающих очистку труб от загрязнений, снизить перепад температур, поскольку нет свободно налитой жидкости в трубе, как в термосифонах, выравнить температурное поле металла стенки трубы путем применения пористой структуры 0,4х0,55, что исключает локальную коррозию тепловых труб, существенно повысить эксплуатационную надежность работы и длительность кампании тепловых труб за счет периодического удаления неконденсирующихся газов из зоны конденсации автоматическим включением эжектора, утилизировать теплоту уходящих газов около 7 МВт для блока 300 МВт Аксуйской ГРЭС, возможную за счет сокрашения скорости коррозии. Всего на ГРЭС установлено 8 блоков. Пористая структура 0,4х0,55 позволяет проводить форсированные режимы кипения и имеет в 4,77 раза меньшее гидравлическое сопротивление по сравнению с существующими пористыми структурами. Как и в существующей установке для нагрева воздуха с термосифонами (воздухоподогреватель с промежуточным теплоносителем), осуществляется полное разделение горячего и холодного потоков, легко заменять отдельные трубы без демонтажа воздухоподогревателя в целом. Утилизация теплоты уходящих газов дает социальный эффект, защищая биосферу от тепловых “загрязнений” и сберегает органическое топливо.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Генбач А.А.* Пористые теплообменники //Деп.рук. Винити.- 1989 - №12(218) - С.178 - (КазНИИНТИ. -1989 -№2818 – 194с.).

2. *Поляев В.М., Генбач А.А.* Применение пористой системы в энергетических установках // Промышленная энергетика. – 1992. №1 – С. 40-43.

3. *Генбач А.А., Генбач Н.А.* Применение капиллярно-пористых систем в тепловых энергетических установках электростанций //Вестник АУЭС – 2011. №3(14). – С.4-11.

4. *Качан А.Д., Васильева Г.В.* Анализ работы воздухонагревателей с промежуточным теплоносителем.//Сб. Рабочие процессы и усовершенствование теплотехнических устройств и электрических систем. – Алма-Ата, КазПТИ, 1979 – С. 120-124.

5. Справочник по теплообменникам: В 2-х т. Т.1. Пер.с англ., под. ред. Б.Е. Петухова и В.К. Шикова – М.: Энергоатомиздат, 1987 – 560с.

6. Тепловой расчёт котельных агрегатов (нормативный метод). Под ред. Н.В. Кузнецова и др. – М.: Энергия, 1973.-296 с.

7. *Ковалёв А.П., Лелеев Н.Е., Виленский Т.В.* Парогенераторы - М.: Энергоатомиздат, 1985-376 с.

Резюме

Кеуекті элементтер арқылы бу қазандарда ауа қыздыруға арналған қондырғы зерттеліп есебі өткізілген. Қондырғы серпінді элементтері бар жылулық құбырлардан, эжектор мен сорғыдан тұрады. Қондырғы қолдануға берілсе жылу алмасу бетінің ауданы 1,84÷2 есе, ал маңызы 2÷2,3 есе кемиді. Тотығу жылдамдығы $0{,}15 \cdot 10^{-3}$ м/жылға дейін төмендеу арқылы жұмыс атқару уақыты 4÷6 есе өсіп 8÷12 жылға дейін жетеді. Қуаты 300 МВт блокта қолданған кезде жылу үнемдеуі 7 МВт құрайды.

Summary

Design and estimation of the air-heating installation for boilers on porous elements have been accomplished. The unit contains flat gravity-assisted heat pipes with elastic elements, an ejector and a pump. Heat-transfer area 1,84-2 times reduced; the weight of the installation also reduced 2-2,3 times. Durability might be increased up to 4-6 times and reach 8-12 years due to corrosion rate reduction of about 0,15- 10^{-3} m/y. Heat recovery may come up to 7 MWT for the 300 MWT unit.

АУЕС *Поступила 05.11.12 г.*

УДК 622.323

Б.А. Мырзахметов, А.С. Латыпов, Ж.Г. Шайхымежденов,
Т. Куандыков, К. Ибрагимов, А.Шамшенова

ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЙ ПРИВОД ШТАНГОВОГО СКВАЖИННОГО НАСОСА

Из механизированных способов добычи нефти наибольшее распространение получили штанговые скважинные насосные установки (ШСНУ). В настоящее время штанговая насосная эксплуатация по числу скважин занимает первое место среди других способов добычи нефти. Это послужило причиной широкого их распространения в добыче нефти. Практика показывает, что применение приводов штанговой скважинной насосной установки остается самым надежным способом добычи нефти, [1–3].

Станок-качалка является достаточно консервативным комплексом оборудования, основные конструктивные элементы которого не меняются на протяжении многих десятилетий. Этому способствовало конструктивная простота, недефицитность и дешевизна применяемых при их изготовлении материалов, высокая надежность, удобство обслуживания и ремонта в промысловых условиях, а также малое влияние на работу установки физико-химических свойств жидкости по сравнению с другими способами. Недостатком привода является ее высокая металлоемкость, что требует сооружения массивного железобетонного фундамента или стального основания а также относительно небольшая длина хода полированного штока. Для получения, к примеру, длины его хода в 10 м, придется построить привод высотой в 15 м, а это не приемлемо.

Широкое распространение за рубежом получили длинноходовые скважинные насосные установки, с достаточно высокой длиной хода, применение которых могло бы решить поставленную задачу по получению достаточно высокой длины хода. Но в них используется принцип реверсирования двигателя, что является основным их недостатком. Это ведет к быстрому износу средств переключения и увеличенному расходу электроэнергии, [5].

Однако, в последние годы наметилась тенденция роста фонда малодебитных скважин и скважин с большим содержанием мехпримесей в пластовом флюиде, что приводит к увеличению затрат электроэнергии (при эксплуатации малодебитных скважин короткоходными насосами) и снижению ресурса штанговых насосов по причине абразивного износа их деталей. В связи с этим снижается межремонтный период функционирования и увеличиваются простои скважин.

Решением проблемы эксплуатации малодебитных скважин может быть перевод их на эксплуатацию длинноходовыми насосами. Однако в случае увеличения длины хода полированного штока, соответственно, увеличивается и высота установки. Простая замена накопившейся в Казахстане огромного парка балансирных станков-качалок на зарубежные длинноходовые скважинные насосные установки технически и экономически нецелесообразна.

В этой связи совершенствование парка существующих приводов штанговой скважинной насосной установки путем увеличения их длины хода за счет их реконструкции в длинноходовые будет являться компромиссным решением этой актуальной проблемы. Это позволит задействовать большой парк станков-качалок в качестве длинноходовых без существенного увеличения их габаритных размеров с одновременным увеличением срока службы скважинных насосов, получением более плавного хода полированного штока, снижением энергозатрат на единицу добываемой продукции и снижением простоя скважин в ремонте.

Авторами разработаны различные конструкции длинноходовых станков-качалок позволяющих путем реконструкции типовых серийно выпускаемых вариантов [4,6] достичь поставленных задач без существенных затрат. Реконструкция предполагает применение специальной полиспастной приставки с различной кратностью оснастки и, соответственно, длиной хода полированного штока.

На рис. 1 представлен общий вид балансирного привода с двухструнной талевой оснасткой. Имеются варианты конструкций с трех и четырехструнной талевой оснасткой.

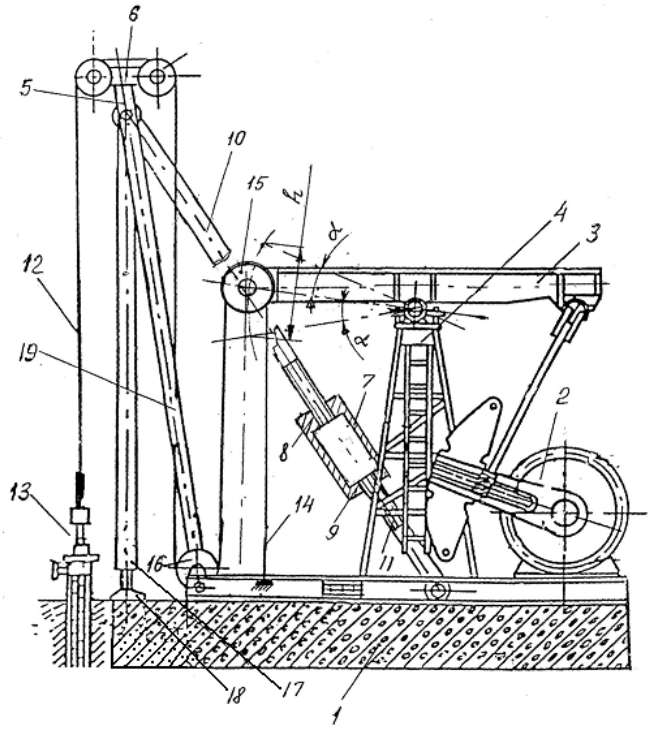


Рис. 1. Балансирный привод штанговой насосной установки

Балансирный привод штанговой насосной установки (рис. 1) состоит из основания 1, на котором смонтирован силовой привод 2 с кривошипно-шатунным преобразователем крутящего момента электродвигателя в колебательное перемещение балансира 3, установленного шарнирно на опоре 4 основания 1. Привод имеет мачтовую опору 5, имеющую кронблочную раму 6 и установленную с возможностью отклонения регулятором положения упомянутой рамы 6 в установленных пределах при вращении патрубка 7 его (регулятора), имеющего по торцам винтовые нарезки 8 и 9 противоположного направления, взаимодействующие с ответными винтовыми нарезками тяг регулятора 10 и 11, вторые концы которых соединены шарнирно с мачтовой опорой 5 и основанием 1. На одном конце перекинутых через ролики кронблочной рамы 6 канатов 12 талевой оснастки подвешена посредством канатной подвески колонна штанг 13, оканчивающаяся в скважине плунжером насоса (не показанном на рисунке), а другие концы 14 канатов 12 пропущены через ролики талевого 15 и неподвижного 16 блоков опрокинутой талевой оснастки и закреплены в вариантах, показанных на рисунке 1 и рисунке 2 б, на основании 1, а в варианте, показанном на рисунке 2 а - на балансире 3. Мачтовая опора 5 состоит из несущих стоек 17, снабженных домкратами 18 и откоса 19, соединенного шарнирно с основанием 1, одной из несущих стоек и тягой 10. На рисунках чертежей латинской буквой (α) обо-

значен угол отклонения осевой линии балансира 3 при нижнем и верхнем положениях подвижного блока 15; буквой h - ход подвижного блока 15.

Привод используют при откачке из скважины жидких полезных ископаемых идентично известным аналогам, отличие заключается в том, что можно в широких пределах кратно изменять величину хода колонны штанг 13, которая определяет производительность погружного насоса. Шаговое изменение хода колонны насосных штанг 13 (в 2,3,4 и более раз) достигают за счет изменения числа струн каната опрокинутой талевой оснастки, расположенных между талевым 15 и неподвижным блоками 16, а более плавное изменение хода колонны штанг осуществляют известным способом - путем изменения радиуса крепления пальца кривошипа (не обозначенных на рисунках).

При реконструкции серийно выпускаемых приводов удлиняют основание 1, монтируют мачтовую опору 5 и при необходимости снижения числа качаний устанавливают дополнительную понижающую передачу или монтируют двигатель с меньшей частотой вращения.

Для проведения ремонтных работ в скважине, вращая патрубок 7 втягивают внутрь него концы тяг регулятора положения 10 и 11, так как резьбовая нарезка 8 правая, а нарезка 9 левая, вследствие чего откос 19 и стойка 17 отклонятся вправо вместе с кронблочной рамой 6, освобождая пространство над устьем скважины. Для восстановления режима откачки операции с мачтовой опорой проводят в обратном порядке и окончательно устанавливают мачтовую опору посредством винтовых домкратов 18.

В частном случае исполнения регулятор положения опорной мачты выполнен в виде патрубка, снабженного по концам резьбовыми нарезками противоположного направления, а тяги регулятора имеют ответные им, винтовые нарезки.

При таком конструктивном исполнении упрощается балансирная часть насосной установки и уменьшаются габаритные размеры ввиду отсутствия секторной головки, возвышающейся обычно над балансиром не менее чем на половину величины хода. Например, при необходимости получения хода 10 м высота расположения балансира будет не более 3 м, а при наличии головки балансира высота установки балансира увеличится до 4,5 м.

Подача штанговой скважинной насосной установки (ШСНУ) определяется согласно выражению [1,5]:

$$Q = 1440 \cdot F \cdot (S - \gamma) \cdot n \cdot \eta$$

где Q – подача насоса, м^3/сутки; F – площадь сечения плунжера, м^2; S – длина хода полированного штока, м; γ – потеря величины хода S за счет удлинения колоны штанг, м; n – число двойных ходов; η – коэффициент наполнения насоса.

Из приведенного равенства следует, что при наличии длинноходового привода подача насоса может быть увеличена за счет увеличения длины хода, которое, в свою очередь, сопровождается снижением числа двойных ходов для выбора дебита пласта. Вследствие этого уменьшается число потерь γ и увеличивается коэффициент наполнения насоса η, то есть повышается подача ШСНУ. Из опыта внедрения за рубежом длинноходовых качалок известно, что повышение подачи достигает 20-25%. Кроме того, увеличивается срок службы погружного насоса за счет снижения числа двойных ходов.

Ниже приведены результаты эксперимента по оценке энергопотребления и работоспособности действующей модели реконструированного балансирного длинноходового привода с двухструнной талевой оснасткой, изготовленному согласно варианту, предложенному в [4,6]. Испытуемая модель представлена на рис.2.

Методика испытаний предполагала экспериментальную оценку потребляемой электродвигателем мощности при различных нагрузках а) станка –качалки стандартной комплектации и б) модернизированном длинноходовом его варианте с увеличением хода полированного штока в три раза. Результаты испытаний представлены в табл. 1.

Анализ результатов испытаний показывает, что несмотря на увеличение длины хода полированного штока в три раза при одинаковой нагрузке на подвеске балансира (т.е. при совершении в три раза большей работы) затраты мощности электродвигателя увеличились незначительно. Снижение циклических нагрузок в точке подвеса штанг за счет появления плавности хода полированного штока благоприятно влияет на режим работы электродвигателя, снижая пиковые нагрузки.

Рис. 2. Действующая модель длинноходового станка-качалки с двухструнной талевой оснасткой

Таблица 1. **Результаты экспериментальных исследований**

Стандартная оснастка привода: длина хода – 10 см число качаний- 8		Модернизированный привод: длина хода – 29 см число качаний- 8	
Нагрузка на подвеске балансира, Н	Затрачиваемая мощность эл.двигателя, Вт	Нагрузка на подвеске балансира, Н	Затрачиваемая мощность эл.двигателя, Вт
0	49,84	0	49,84
3	51,62	3	50,16
6	51,92	6	51,04
9	53,02	9	52,80
12	54,12	12	53,54

* Примечание: незначительное снижение (≈ на 1 см.) длины хода в модернизированном варианте связано с естественным удлинением (растяжением) каната

Т.о. уже на стадии предварительных исследований можно констатировать, что модернизация типовых конструкций станков-качалок в длинноходовые позволит увеличить: длину хода полированного штока без изменения габаритных размеров балансирных станков-качалок; срок службы элементов скважинного насоса и привода за счет уменьшения числа двойных ходов; коэффициент наполняемости насоса; межремонтный период работы скважин из-за отказов насосов и снизить их простой.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Адонин А.Н.* Добыча нефти штанговыми насосами. -М: Недра, 1979.-278 с.

2. *Аливердизаде К.С.* Приводы штангового глубинного насоса. - М.: Недра, 1973.-192 с.

3. *Молчанов Г.В., Молчанов А.Г.* Машины и оборудование для добычи нефти и газа. – М.: Недра, 1984,.375 с.

4. *Латыпов А.С., Латыпова Ю.А.* Длинноходовая станок-качалка скважинной насосной установки. № 15202, Патентное ведомство РК. 15.12.2004, бюл. № 12.

5. *Корнев Б.П.* Зависимость производительности длинноходовой установки от длины хода плунжера // Тр. ВНИИ Техника и технология добычи нефти, 307 с.

6. *Мырзахметов Б.А., Шайхымежденов Ж.Г., Латыпов А.С.* «Балансирный привод штанговой насосной установки», Положительное решение НИИС МЮ РК Исх. №12315 от 06.07.2012г.

Резюме

Мақалада станок-качалкалардың сериялы шығарылатын конструкцияларының жаңғыртуының мүмкіндігі ұзын жүрісті байырқайды және үш реттегі оның типыл штогінің жүрісінің ұзындығының үлкеюі бар жұмыс істейтін макет үлгісінің эксперименталді зерттеулерінің нәтижелері келтірілген. Сонымен бірге еріксіз келтіруді тұтынылатын қуат азын-аулақ өсетінін анықталған.

Resume

The article explains the ability to upgrade commercially available designs pumping units in long-throw and the results of experimental investigation of the effects model sample with increasing stroke his polished rod three times. Found that the power consumption of the drive at the same time increased slightly.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 05.11.12 г.*

УДК 656.22

О.Г. Киселева

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ПУТЕМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДВИЖЕНИЯ ВАГОНОПОТОКОВ

Специфика эксплуатационной работы такова, что все принимаемые меры проявляются не только в планируемые сутки, но и на период нескольких последующих суток. Таким образом, принимая те или иные меры оперативного регулирования необходимо достаточно полно оценивать результат их воздействия на эксплуатационную работу отделения дороги на протяжении нескольких суток вперед, то есть возникает потребность в системе многодневного прогноза для обеспечения устойчивой и качественной работы транспорта.

При рассмотрении модели продвижения вагонопотоков на дороге, целесообразно предположить о равномерности зарождения и продвижения вагонопотока как по расстоянию, так и по времени, а также о непрерывности и равномерности сдачи вагонов по времени [1– 2]. Поступление вагонов с одного отделения дороги на другое происходит от двух источников – наличие вагонов в адрес отделения назначения, фиксируемое на отделении отправления в начале планируемого периода, и суточное зарождение на отделении отправления в первые, вторые и т.д. сутки относительно фиксируемого наличия. При этом, вагоны как наличия, так и суточного зарождения поступают на отделение назначения не в одни сутки, а с распределением по нескольким суткам (рис. 1, 2).

Основными исходными данными многодневного прогноза вагонопотоков являются условный оборот вагона по вывозу $T_в$, который отражает уровень подвижности вагонопотоков и суточное зарождение вагонов B (выгрузка) [3]. Наличие достоверных и близких к фактическим значений условного оборота и суточного зарождения вагонов во многом обеспечивает точность прогнозирования размеров вагонопотоков.

Для выбора статистических методов прогнозирования проведен анализ временных рядов значений $T_в$ и B для выявления общих закономерностей и характера их развития. В качестве исходных данных использованы следующие элементы образования погрузочных ресурсов: наличие (рабочий парк), выгрузка, погрузка, прием, сдача порожних вагонов отделениями дороги за три месяца.

При исследовании временных рядов необходимо решение трех задач:

– описание изменения соответствующего показателя во времени и выявление тех и иных свойств исследуемого ряда;

– объяснение механизма изменения уровней ряда;

– использование результатов решения двух предыдущих задач для статистического прогнозирования.

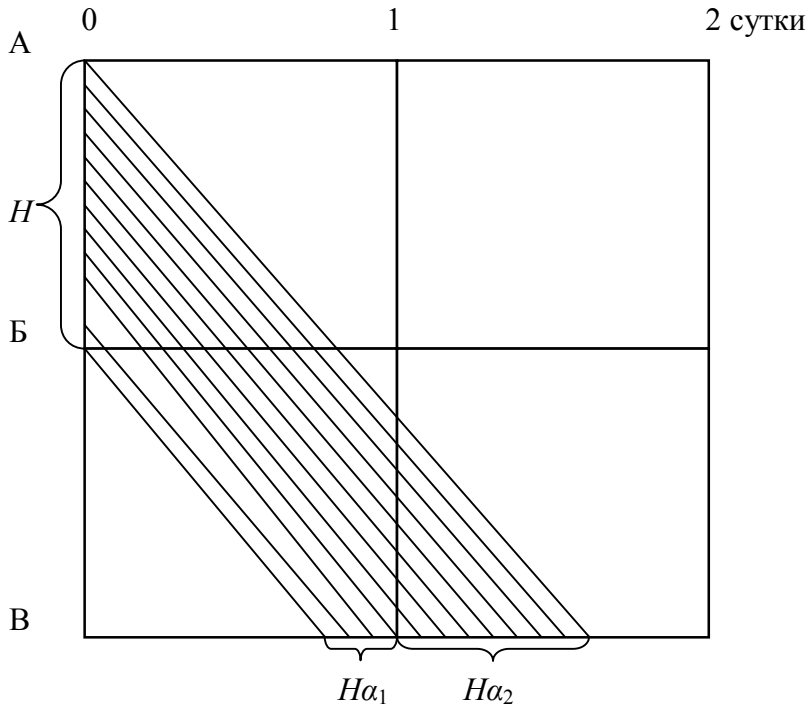


Рис. 1. Схема поступления на отделение назначения вагонопотока от зафиксированного наличия

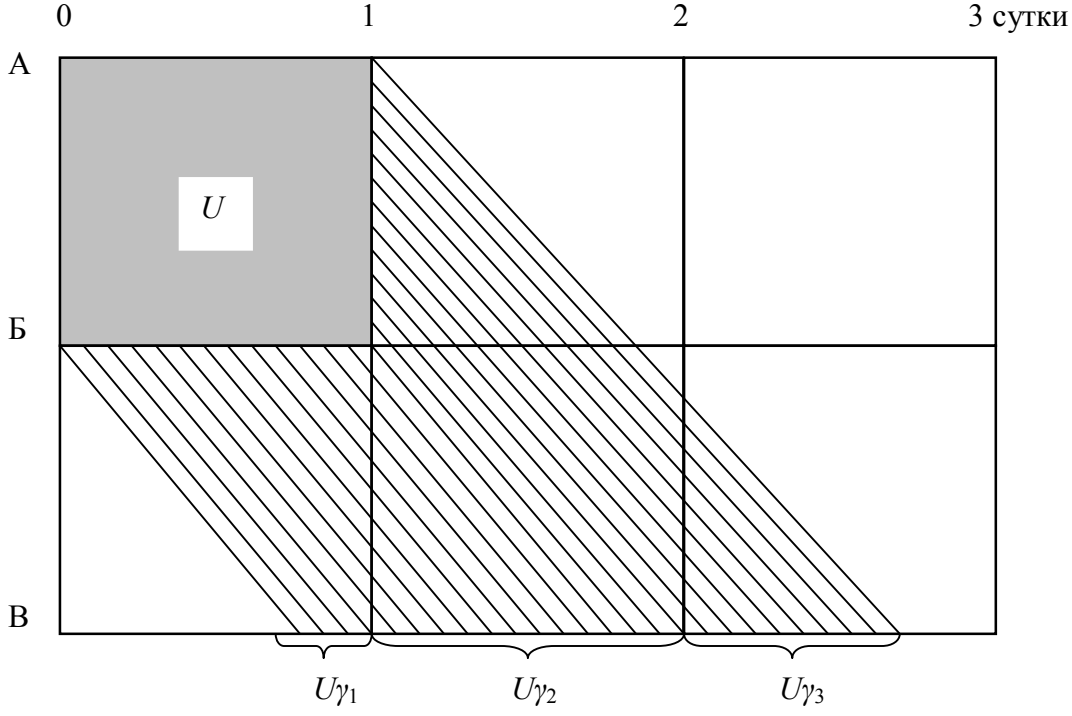


Рис. 2. Схема поступления на отделение назначения вагонопотока суточного зарождения

Для решения поставленных задач использованы классические методы выявления основной тенденции развития и определения типа ряда. Тип ряда определен с помощью критериев случайности Кендэла [4]. Выделение тренда или выявление тенденции в развитии ряда дает возможность сделать вывод о характере поведения и развития ряда, а, следовательно, определить метод прогнозирования наблюдений. Исследования проводились по трем направлениям:

– метод Фостера–Стюарта;

– проверка разности средних уровней с использованием *t*–критерия Стьюдента;

– вычисление коэффициента автокорреляции.

Обобщенные итоги анализа временных рядов следующие:

– все ряды T_B и B согласно трем критериям Кендэла являются случайными, т.е. суточные значения показателей независимы от времени и могут следовать в любом порядке;

– проверка гипотезы о наличии тенденции по методу Фостера–Стюарта показала отсутствие какой-либо тенденции;

– проверка разности средних уровней на основе *t*–критерия Стьюдента показала следующее: гипотеза о наличии тенденции подтвердилась для рядов T_B в 15%, а для рядов B – в 25% случаев;

– коэффициент автокорреляции r_τ рассчитан для всех рядов T_B и B при $\tau = 1-7$. Только в 9% случаев для рядов T_B и 25% – для B коэффициенты r_τ оказались статистически значимыми, то есть значительно больше нуля. Это свидетельствует о наличии либо положительной $(r_\tau \rangle 0)$, либо отрицательной $(r_\tau \langle 0)$ корреляции (зависимости) между членами ряда. В остальных же случаях значения r_τ не дают определенного вывода о характере взаимосвязи между членами ряда.

Таким образом, в результате исследования рядов наблюдений T_B и B установлено, что:

– изменение уровней ряда происходит случайным образом под действием целого комплекса внешних факторов;

– уровни ряда характеризуются положительными или отрицательными отклонениями от среднего значения;

– ряды наблюдений T_B и B следует считать случайными стационарными;

– величина суточных значений T_B и B варьирует у среднего значения.

Для использования данных многодневного прогноза вагонопотоков необходимо получение прогнозных значений T_B и B на одни сутки вперед, то есть период упреждения прогноза будет равен одним суткам [5]. Учитывая специфику решаемой задачи и принимая во внимание характер формирования и развития рядов наблюдений T_B и B, использованы следующие методы прогнозирования значений T_B и B:

– метод скользящей средней;

– метод экспоненциальной средней;

– метод стохастической аппроксимации наблюдений функцией авторегрессии.

Критерием выбора одного из них служит величина ошибки прогноза – среднее отклонение между фактическим и прогнозным значением:

$$\ell_{cp} = \frac{\sum_{t=1}^{n} \ell_t}{n} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n} \frac{|y_t - \hat{y}_t|}{y_t} 100\ \%, \qquad (1)$$

где ℓ_{cp} – отклонение прогнозного значения уровня ряда от фактического в момент *t*;

$y_t, \hat{y}_t$ – соответственно фактическое и прогнозное значения уровня ряда в момент *t*;

n – количество членов ряда.

Результаты расчета ошибки прогноза по каждому методу прогнозирования приведены в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Метод прогнозирования	$\ell_{ср}$,%	
		T_B	B
1	Метод скользящей средней	5,9	7,27
2	Метод экспоненциальной средней	8,26	9,8
3	Метод стохастической аппроксимации наблюдений функцией авторегрессии	8,32	8,15

По итогам моделирования можно сделать вывод о предпочтительности метода скользящей средней. Данный метод дает наибольшую точность при прогнозировании значений T_B и B.

Полученные данные многодневного прогноза продвижения порожних вагонов могут быть положены в основу автоматизированной системы оперативного управления погрузочными ресурсами на дорожном уровне. При практической реализации системы будет предусмотрены сбор, хранение, анализ фактических и прогнозных значений, их корректировка и выдача конкретных рекомендаций по составлению планов оперативной работы.

Таким образом, разработка регулировочных мероприятий с использованием данных многодневного прогноза позволит устранить отрицательное последствие суточных колебаний вагонопотоков и в результате снизить потребность рабочего парка вагонов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кудрявцев В.А*. Техническое задание на систему многодневного прогноза передачи порожнего подвижного состава на сети железных дорог. СПб. – ПИИТ, 1992. – 58 с.

2. *Кудрявцев В.А.* Меры по улучшению управления эксплуатационной работой // Транспортировка, экспедирование и логистика. – 2001. – №2. – 28 с.

3. Киселева О.Г., Богданович С.В. К вопросу теории и практики прогнозирования вагонопотоков для целей оперативного планирования эксплуатационной работы // Транспорт Евразии: взгляд в XXI века: 3-ая Международная научно-практическая конференция. – Алматы, 2004. – Т.I. – С. 108–110.

4. *Кэндел М.* Временные ряды. – М.: Финансы и статистика, 1981. –199 с.

5. *Киселева О.Г., Богданович С.В.* Анализ статистических методов прогнозирования показателей эксплуатационной работы // Материалы Международной научно-технической конференции «Повышение эффективности АСУПП в транспортных системах в новых информационных технологиях». – Алматы, 2010. – Т.I. – С. 39–41.

Резюме

Вагон айналымы мен түсіру мәнін болжаудың статистикалық әдістері қарастырылды. Болжаудың тиімді әдісін таңдау критериилері келтірілген.

Summary

Statistical methods of forecasting the values of car turnover and unloading are considered. Criteria of choice the optimal forecasting method are given.

КазАТК им. М. Тынышпаева *Поступила 02.11.12 г.*

УДК 656.22

О.Г. Киселева, Ю.И. Островерхова

ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОДНЕВНОГО ПРОГНОЗА ВАГОНОПОТОКОВ

В процессе оперативного управления эксплуатационной работой осуществляется воздействие на перевозочный процесс путем применения различных регулировочных мероприятий. Конечной целью основных мероприятий, регулирующих перевозки, является правильное распределение парка вагонов между отделениями дороги в соответствии с их потребностями и техническими возможностями для выполнения запланированного объема работы.

Эффективность регулировочных мероприятий по обеспечению отделений дорог погрузочными ресурсами во многом зависит от достоверности прогнозных данных о поступлении на отделения дороги груженых под выгрузку и порожних вагонов. Для предупредительного регулирования вагонопотоков возможно применение многодневного прогноза порожних вагонов [1-2], который с достаточной для оперативных условий степенью точности отражает реальное продвижение вагонопотоков.

Вследствие неравномерности перевозочной работы на отделениях может возникать то избыток, то недостаток вагонного парка по сравнению с установленным объемом работы. Регулировочные мероприятия в определенной степени смягчают эти колебания. Неустойчивый характер образования погрузочных ресурсов на отделениях заставляет держать их определенный запас, что, в конечном итоге, завышает рабочий парк вагонов. Улучшение регулировочной работы ведет к сокращению размеров вагонного парка, что выражается экономическим эффектом улучшения регулировочной работы.

Размеры суточных колебаний погрузочных ресурсов оцениваются величиной среднего квадратичного отклонения их значений от среднесуточного уровня:

$$\sigma_A = \sqrt{\sigma_B^2 + \sigma_П^2 + \sigma_{Сд}^2 + \sigma_{Пр}^2}\ , \qquad (1)$$

где $\sigma_B, \sigma_П, \sigma_{Сд}, \sigma_{Пр}$ – среднеквадратические отклонения, характеризующие колебания суточной величины соответственно выгрузки, погрузки, сдачи и приема порожних вагонов.

Чем эффективнее регулировочные мероприятия воздействуют на перевозочный процесс, тем должно быть меньше значение среднего квадратичного отклонения, и, наоборот, при снижении эффективности таких мероприятий величина указанного отклонения погрузочных ресурсов будет возрастать.

Для определения величины сокращения рабочего парка проведен анализ суточной неравномерности образования погрузочных ресурсов. В результате анализа статистических данных определена зависимость, позволяющая находить значения среднеквадратического отклонения σ от величины суточного вагонопотока U:

$$\sigma = C\sqrt{U}\ , \qquad (2)$$

$$\nu = \frac{C}{\sqrt{U}},$$

где C – постоянная величина, характеризующая уровень суточных колебаний;

U – средняя величина суточного вагонопотока.

Параметр C характеризует качество регулировочной работы: чем ниже значение этого параметра, тем меньше величина среднесуточного отклонения, а значит выше качество регулировочной работы. В результате подборки опытным путем величины $C^{\max}$, C и $C^{\min}$ для каждого показателя имеют следующие значения: выгрузка полувагонов – $C^{\max} = 3{,}62$; $C = 3{,}01$; $C^{\min} = 2{,}4$; погрузка полувагонов – $C^{\max} = 5{,}76$; $C = 3{,}075$; $C^{\min} = 0{,}39$; передача полувагонов – $C^{\max} = 3{,}05$; $C = 2{,}44$; $C^{\min} = 1{,}83$.

При действии системы управления погрузочными ресурсами на основе методики многодневного прогноза вагонопотоков условно можно принять, что уровень регулировочной работы в худшем случае не выйдет за пределы среднего уровня, имеющего место в настоящее время. В лучшем случае уровень регулировочной работы не превысит нижнюю границу зоны распределения значений коэффициента вариации суточных вагонопотоков, то есть будет не хуже наилучшего уровня сегодняшней работы. В соответствии с этим предположением можно ожидать снижения параметра C не менее чем до уровня $(C - C^{\min})/2$. Тогда минимальная величина снижения параметра будет:

$$\Delta C = \frac{\left(C - C^{\min}\right)}{2}, \tag{3}$$

что составит: для выгрузки $\Delta C_B = 0{,}305$; для погрузки $\Delta C_П = 1{,}34$; для сдачи, приема $\Delta C_{Сд} = 0{,}305$.

Тогда, снижение рабочего парка порожних полувагонов определится следующим образом:

$$\Delta H = \frac{T \times 1{,}5\Delta\sigma_A}{2}, \tag{4}$$

где $\Delta\sigma_A$ – среднеквадратичное отклонение суточных значений погрузочных ресурсов:

$$\Delta\sigma_A = \sqrt{\Delta\sigma_B^2 + \Delta\sigma_П^2 + \Delta\sigma_{Сд}^2 + \Delta\sigma_{Пр}^2}, \tag{5}$$

где $\Delta\sigma_B; \Delta\sigma_П; \Delta\sigma_{Сд}; \Delta\sigma_{Пр}$ – среднеквадратичное отклонение суточных значений соответственно выгрузки, погрузки, сдачи порожних вагонов, приема порожних вагонов:

$$\begin{aligned} \Delta\sigma_B &= \Delta C_B\sqrt{B}; \\ \Delta\sigma_П &= \Delta C_П\sqrt{П}; \\ \Delta\sigma_{Сд} &= \Delta C_{Сд}\sqrt{Сд}; \\ \Delta\sigma_{Пр} &= \Delta C_{Пр}\sqrt{Пр}. \end{aligned} \tag{6}$$

Рассчитанная предложенным способом величина снижения рабочего парка порожних полувагонов в целом по сети составила: 1 мес – 328 вагонов, 2 мес – 370 вагонов, 3 мес – 417 вагонов. В среднем величину H можно принять равной 370 вагонам, то есть сокращение рабочего парка порожних полувагонов в целом по железнодорожной сети Казахстана составит 370 вагонов в год, что обеспечивает годовую экономию простоя вагонов в порожнем состоянии $370 \times 24 \times 365 = 3{,}2412$ млн. вагоно–час.

Экономический эффект прогнозирования продвижения порожних вагонопотоков можно количественно оценить величиной снижения рабочего парка порожних полувагонов в размере 370 вагонов в год по сети, что обеспечит годовую экономию простоя вагонов в 3,2412 млн. вагоно-часов. При стоимости 1 вагоно-часа простоя порожнего полувагона [3] в размере 310,26 тг экономический эффект от улучшения качества регулирования перевозочного процесса по парку порожних полувагонов на железнодорожной сети Казахстана в целом при использовании данных многодневного прогноза составит 1005,615 млн. тенге в год.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кудрявцев В.А.* Техническое задание на систему многодневного прогноза передачи порожнего подвижного состава на сети железных дорог. СПб. – ПИИТ, 1992. – 58 с.

2. *Киселева О.Г.* Методика многодневного прогноза порожних вагонопотоков // Промышленный транспорт. – 2010. – №1. – С. 39–41.

3. Себестоимость железнодорожных перевозок: Учебник для вузов ж.-д. транспорта / под ред. Н.Г. Смеховой, А.И. Купорова. – М.: Маршрут, 2003. – 494 с.

Резюме

Жұмыс паркінің вагондарының мәнінің кемуін анықтау үшін тасымалдау процесінің тәуліктік теңсіздігінің талдауы өткізілді. Тасымалдау процесін реттеу сапасын өсіруден тиеу қорларының тәуліктік ауытқулары және экономикалық тиімділігі анықталды.

Summary

The analysis of daily irregularity of transportation process for determination the value of working rolling stock decrease is carriet ont. Daily fluctuations of loading resources and economic effect of quality improvement of transportation process are defined.

КазАТК им. М. Тынышпаева
ТОО «Казинтерфрахт»

Поступила 08.11.12 г.

УДК. 534. 286

С.С. Омаров, Т.Б. Бегимов, М.А. Тукибаева, Р.М. Рахматуллаев

ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТА ЗВУКОПОГЛОЩЕНИЯ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ С ТВЕРДЫМИ КРИСТАЛЛИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Теория Л.Д.Ландау и Ю.Б.Румера [1] позволила впервые решить задачу о нахождении коэффициента звукопоглощения для кристаллического диэлектрика при низких температурах и высоких частотах. Результаты данного исследования легли в основу теории трехфононного взаимодействия, при котором звуковой фонон, взаимодействуя с тепловым фононом, поглощается им и в результате взаимодействия рождается третий фонон. Здесь рассматривался случай, когда $\Omega\tau >> 1$ (τ – время жизни теплового фонона, Ω – звуковая частота), или длина волны звука много меньше длины свободного пробега теплового фонона $\lambda_Ф$.

Колебания кристаллической решетки имеют широкий фононный спектр, в котором низкие частоты определяются размерами образца, а высшие – расстоянием между соседними атомами или параметром решетки. Поскольку для N атомов в решетке имеется 3N осцилляторов спектр фононов ограничивается частотой Дебая ω_D ($\omega_{max} = \omega_D$), общее число осцилляторов было равно 3N, т.е.

$$\int_0^{\omega_D} Z(\omega)d\omega = 3N\,, \qquad (1)$$

где $Z(\omega)$ – число осцилляторов в интервале $d\omega$.

Степень звукопоглощения же зависит от характеристической температуры Дебая θ_D, определяемой выражением $\hbar\omega_D = \kappa_Б\theta_D$, где $\kappa_Б$ указывает на степень жесткости и электропроводности кристалла. Чем выше θ_D тем ниже звукопоглощение в кристалле (для кварца $\theta_D \approx 400K$, для Pb, $\theta_D \approx 100K$). Чем больше для кристалла θ_D, тем более он «линеен».

Акустические дебаевские колебания представляют собой смещения ячейки как целого, тогда как оптические колебания (при к≈0) отвечают деформациям внутри ячейки, когда ее центр тяжести неподвижен.

При высоких гиперзвуковых частотах $\Omega \geq 10^9$ Гц и низких температурах поглощение звука рассматривается как результат непосредственного взаимодействия звукового и теплового фононов [2].

Звуковая волна действует на систему тепловых фононов и нарушает ее термодинамическое равновесие. В результате переменной деформации система тепловых фононов выводится из состояния равновесия и стремится вернуться к этому состоянию за счет столкновений между тепловыми фононами; действует механизм релаксации. Как при всяком релаксационном процессе, сопровождающем распространение звука, возникает поглощение звука и его дисперсия. Таким образом, здесь, как и при рассмотрении случая

$\Omega\tau>>1$, происходит взаимодействие звукового фонона и теплового, но не непосредственно, а со всем ансамблем тепловых фононов, последние же взаимодействуют между собой, уменьшая отклонение от термодинамического равновесия, вызванного звуком.

Среднее время жизни тепловых фононов τ (или средняя длина l_ϕ свободного пробега) обычно подсчитывается по формуле теплопроводности

$$\chi = Cc^2\tau/3, \tag{2}$$

где c – средняя скорость фононов, C – теплоемкость решетки.

Для кварца, например, при $T\approx 10K$ $\tau \approx 10^{-7}$с, при $T\approx 80K$ $\tau \approx 310^{-11}$с.

Таким образом, теперь расчет коэффициента поглощения звука **ά** основывается на установлении связи между напряжениями, деформациями и мгновенным числом тепловых фононов $N(k^1,j)$ $к^1$, j [2]:

$$\text{ά} = [\pi \hbar e_i(k,J)k_i/\rho V \Omega^1 c(k,J)] \sum_{k^1,j} \frac{\partial\omega(k^1,j)}{\partial u_{i,l}} \mathrm{Re}\left[\frac{\Delta N(k^1,j)}{u_0}\right]. \tag{3}$$

С учетом коэффициента и тензора Грюнайзена [2] (симметризованную комбинацию констант, характеризующую усредненную ангармоничность решетки диэлектрика y_s) имеем:

$$\acute{\alpha} = -\frac{\bar{h}}{2\rho V c^2(k,J)} \sum_{k,j} \gamma_s(k^1,j)\omega(k^1,j)\,\mathrm{Re}\left[\frac{\Delta N(k^1,j)}{u_0}\right]. \tag{4}$$

С учетом удельной теплоемкости единицы объема C имеем:

$$\alpha = \frac{CT\Omega^2\tau_u}{2\rho c^3(k,J)}\left\{\gamma_s(k^1,j)^2 - \gamma_s(k^1,j)^2\right\} + \frac{CT\tau_U}{2\rho c^3(k^1J)}\gamma_s(k^1,j)^2\left[2\pi k\nu(k,j)\right]^2. \tag{5}$$

Из двух членов приведенной формулы: первый характеризует потери на внутреннее трение, второй потери на теплопроводность. Коэффициент поглощения из-за потерь на внутреннее трение пропорционален квадрату частоты звука, квадрату параметра ангармоничности (коэффициент Грюнайзена) и температуре T. Второй член пропорционален T, $\gamma(k^1,j)^2$ и зависит от **к** и групповой скорости **v**. Так как $\tau_U \sim T^{-1}$, то α не зависит от температуры. В данном случае рассматривается теория решеточного поглощения звука в чистых диэлектриках. Это поглощение вызывается ангармоничностью решетки и объясняется при $\Omega\tau>>1$ трехфононным взаимодействием (механизм Ландау-Румера); при $\Omega\tau<<1$ объясняется механизмом Ахиезера [3]. Возникают два вопроса:

1. Каково взаимоотношение этих двух теорий и как должна видоизменяться теория поглощения звука для случая $\Omega\tau\sim 1$, т.е. для промежуточного случая? 2. Как определяется α для реальных диэлектрических кристаллов, имеющих примеси или точечные дефекты?

Из теории фонон-фононного взаимодействия следует, что продольные волны не чувствительны к наличию примесей в кристалле, в то время как для поперечного звука $\alpha \to 0$ при $\Omega\tau_0 \to 0$. Этот вывод справедлив в тех случаях, когда время фонон-фононной релаксации изменяется слабо при внедрении примесей.

В сравнительно простых кристаллах ролью оптических фононов в поглощении звука можно пренебречь даже в области низких температур, где заселенности оптических мод немалы. Это связано с тем, что времена релаксации для оптических фононов в идеальных кристаллах меньше соответствующих времен для акустических фононов, и они не вносят существенного вклада в поглощение, нарушение равновесия в системе оптических фононов, возникающее при прохождении звуковой волны невелико. Однако имеются сведения о том, что в некоторых случаях пренебрегать влиянием оптических фононов не следует. Оптическим фононам отводится роль дополнительного канала релаксации активных в поглощении звука акустических фононов. Это можно наблюдать в сложных кристаллах с большим количеством атомов на элементарную ячейку, например, в кристаллах алюмонатрие-

вого граната ($Y_3Al_3O_{12}$, 160 атомов в элементарной ячейке) в широкой области температур, за исключением самых низких. Наличие большого количества низко лежащих оптических ветвей приводит к резкому возрастанию плотности колебательных состояний кристалла, начиная с энергий, соответствующих оптическим фононам. Вероятно, уже при температурах жидкого азота непосредственно влияние оптических фононов на поглощение звука в таких кристаллах должно быть значительным, а при более высоких температурах и доминирующим. Это обстоятельство открывает путь для поиска кристаллов с малым коэффициентам звукопоглощения при комнатных температурах.

Реальные кристаллы наряду с точечными дефектами имеют также линейные дефекты, так называемые дислокации, представляющие собой линии, вдоль которых нарушено правильное расположение атомных плоскостей. При распространении звука в кристаллах дислокации под действием переменных напряжений в акустической волне испытывают специфические воздействия, в результате которых, в частности, возникают явления поглощения и дисперсия звука [4].

Дислокации закрепляются на точечных дефектах (относительно слабые закрепления, которые могут отрываться под действием звуковой волны) и в точках пересечения сеток (сильные закрепления), в которых отрыва дислокации под действием не слишком интенсивного звука не происходит. Движению дислокаций препятствует связь между атомами, взаимодействие с другими соседними дислокациями и примесные атомы. В ряде случаев при больших деформациях возникает значительное число дислокаций. При распространении звука в кристалле упругие напряжения в плоскостях скольжения вызывают колебания дислокаций. При этих колебаниях имеют место взаимодействия с тепловыми фононами, за счет чего часть энергии звука теряется; возникает *дислокационное поглощение* и *дисперсия звука* дополнительно к решеточному поглощению.

Поглощение $\alpha(\Omega)$ и скорость с(Ω) при этом даются выражениями

$$\alpha(\Omega) = \frac{\Omega}{2c}\frac{\bar{L}}{\pi}\Delta_0\bar{\eta}^2\frac{\Omega d}{(\Omega_0^2-\Omega^2)^2+(\Omega d)^2} \tag{6}$$

Если выразить потери звуковой энергии не через α, а через декремент затухания Δ (для частоты $f=\Omega/2\pi$), связанный с α известным соотношением

$$\Delta = \sigma W/2W = \alpha(\Omega)\ 2\pi c/\Omega \tag{7}$$

(W – энергия, запасенная за период, и σ W – потери энергии за период). Получим

$$\Delta = \frac{\Delta_0\bar{L}l_n^2}{D}\frac{\Omega/\Omega_0}{\left[1-(\Omega/\Omega_0)^2\right]^2+(\Omega/\Omega_0)^2/D^2} \tag{8}$$

где введено обозначение $D=\Omega_0/d$ – коэффициент демпфирования и учтено соотношение $\bar{\eta}=l_n\Omega_0$. Взаимосвязь демпфирования D, $\Delta/\Delta_0\bar{L}l_n^2$ и Ω/Ω_0 представим в виде табл.1.

Таблица 1. **Декремент $\Delta/\Delta_0\bar{L}l_n^2$ в зависимости от частоты при различных значениях постоянной демпфирования D (длины петел одинаковы)**

$\Delta/\Delta_0\bar{L}l_n^2$	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}
D	10^3	10^2	10	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}
Ω/Ω_0	10	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7

Из результатов табл. видно, что при малом демпфировании (это соответствует $D>>1$) Δ пропорционально Ω вплоть до резонансного значения Ω_0. Резонансное значение частоты равно

$$\Omega_0 = (\pi^2C/l^2A)^{1/2}. \tag{9}$$

Если ввести время релаксации $\tau = Bl_n^2/\pi^2C$, при $\Omega^2/\Omega_0 > 1$ и при $\Omega^2\tau \geq 1$ резонанс сильно демпфирован (для металлов сильной частоты). В этом случае получаем:

$$\Delta = \Delta_0\bar{L}l_n^2\Omega\tau/(1+\Omega^2\tau^2) \tag{10}$$

Выражение для Δ имеет вид релаксационной кривой. Для очень низких частот, когда $\Omega^2 / \Omega_0^2 << 1$ и $\Omega^2 \tau^2 << 1$,

$$\Delta = \Delta_0 \vec{L} B l_n^4 \Omega / \pi^2 C , \quad (11)$$

т.е. декремент пропорционален Ω и l_n^4.

Для низких частот связь между дислокационным сдвиговым напряжением и дислокационной деформацией практически не зависит от частоты; дислокационная деформация прямо пропорциональна приложенному напряжению и зависит от длины петли. Поскольку при некотором σ возникает процесс отрыва, в результате чего меняется длина петли, дислокационная деформация нелинейна (*гистерезисная теория,* основанная на учете отрыва дислокаций от точек закрепления).

Для того, чтобы переместить дислокацию, расположенную вдоль направления плотной упаковки в ее плоскости скольжения, на одно межатомное расстояние (без учета тепловых флуктуаций), необходимо приложить напряжение сдвига σ_p. За счет теплового движения, при температуре T дислокация образуя перегибы, будет периодически переходить из одной потенциальной ямы в другую.

Анализ теоретического и экспериментального материала показывает, что при взаимодействии ультразвуковой волны с твердыми телами в расчетах коэффициента звукопоглощения необходимо учитывать:

- фононные взаимодействия а (в том числе – между тепловыми и акустическими фононами), обозначим как – **ф**;
- наличие примесей в кристаллах, обозначим, как - **п**;
- дислокационные явления на примесях, обозначим как - **д**;
- температурные явления в твердых телах (взаимодействие между тепловыми фононами), обозначим как – **т**;
- зависимость от звуковой частоты **Ω**.

Тогда коэффициент поглощения ультразвуковой волны в твердом теле необходимо оценить как:

$$\alpha_{\sum} = \mathrm{f}(\alpha_{ф}, \alpha_{П}, \alpha_{Д}, \alpha_{T}, \alpha_{\Omega}) \quad (12)$$

здесь $\alpha_{\sum}$ - кзп (коэффициент звукопоглощения) зависящий от фононных взаимодействий;

$\alpha_{ф}$,- кзп, зависящий от наличия примесей в кристаллах;

$\alpha_{Д}$ - кзп, зависящий от дислокационных явлений;

α_{T} - кзп, зависящий от температурных явлений;

α_{Ω} - кзп, зависящий от акустической частоты.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Landau L., Rumer G*/.-Phys. Z. (USSR), 1937, Bd.H,S,18 (перевод Ландау Л.Д. Собр.тр.-М; Наука, т.1.с.237.

2. *Bommel H.T., Dransfeld K*/-Phys/Rev.Lett. 1959/, v.2, p.298, 1960, v.p.1245.

3. *Ахиезер А.И.* –ЖЭТФ, 1938,т.8.с.1318.

4. *Омаров С.С., Тукибаева М.А.* Дислокационная диссипация звуковой энергии в монокристаллах и сплавах. Сб.тр.бизнес-конференции «20 информатизации в РК: статус инновации, управление развитием» Алматы. 2011 г.с. 500-503.

Резюме

Бұл мақалада ультра дыбыстық тербелістердің қатты заттармен әсерлесу нәтижесінде дыбысжұту коэффициентін бағалау зерттелген. Дыбысжұтқыштық қасиеті бар монокристаллдармен салыстырғанда әлдеқайда жоғары қоспалы кристаллдар қарастырылды.

Бағалау мынадай дислокация және жылулық, дыбыстық фонондардың әсерлесуі есебінен дыбысжұту сияқты қоспалы кристаллдардың дыбысжұтқыштығына әртүрлі үлесін қосады.

Summary

An estimation of sound-absorb coefficient at the interaction of ultrasonic fluctuations with solids was represented in the given work. The crystals with impurity which have the higher sound-absorbing properties in comparison with single crystals were considered.

The estimation includes various contributions into sound-absorption of such impurity crystals like the sound-absorption by dislocations and interactions of thermal and sound phonons.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 08.10.12 г.*

УДК 655.753 (075)

Ш.К. Сакабекова, Ю.В. Колесникова

К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ НОРМ РАСХОДОВАНИЯ ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ВИДОВ ПЕЧАТИ

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

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

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

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

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

Нами предпринимается попытка определения расхода полиграфических материалов на печать футболок с форматом логотипа 220х280 мм, красочностью 3+0, тиражом 1000 штук трафаретным способом печати на оборудовании карусельного типа (модель Sportsman E), с этой целю произведена фотография затрат материалов методом наблюдением и мониторинга производственного процесса трафаретного способа печати. Определены количество затраченных материалов. Для печати трафаретным способам печати используются пластизольные трафаретные краски серии 45781.

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

Материал	Назначение	Установленные нормы расхода		Теоретический расход	
		Учетная единица	Кол-во	Учетная единица	Кол-во
Краска: 100% красочность	Для печати логотипа, готовые смесевые краски	1000 кр/отт ф.60х90	13500г	1000 кр/отт ф.60х90	9288г
разбавитель: TPV	Для контроля правильной степени вязкости	1000 кр/отт ф.60х90	1350мл	1000 кр/отт ф.60х90	10% от кол-ва краски в зависимости от свойств
замедлитель: SV5	Для контроля вязкости	1000 кр/отт ф.60х90	1350мл	1000 кр/отт ф.60х90	10% от кол-ва краски в зависимости от свойств
отвердитель: H1, GLH	Для достижения устойчивости	1000 кр/отт ф.60х90	1350мл	1000 кр/отт ф.60х90	10% от кол-ва краски в зависимости от свойств

Пример расчета расхода краски по предлагаемым нормам:

Учетная единица – кр/отт. форматом 60х90 см.

Формат расчетного издания(изделие) 22х28 см.

Коэффициент приведения формата 22х28 равен 0,11407. Норма расхода краски 13500 г на учетную единицу, следовательно, на формат 22х28 расход составляет 1539,95г.

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

На 1м^2 приходится 17,2 г краски. Тогда на размер логотипа 22х28см или 61,6м^2 на 1000 изделий составляет 1059,52г, а на 1 изделие 1,06г. На формат 60х90см, 1000 изделий, количество краски составит 9288г - это значение меньше чем при практическом расчете.

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

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

*Выборочная информация из «Технических данных SAATI PRINT»

Следующее предлагается попытка разработки нормы расхода материалов, используемые в печатном процессе тампонного способа печати ручек с форматом логотипа 35х5 мм, красочностью 1+0, тиражом 1000 штук тампонным способом печати на станке тампонной печати (Inkprint eazy 160 тампопечатная электропневматическая машина производства Comec Italia) с закрытой красочной системой, представлены в табл. 3. Для печати тампонным способам печати используются краски серии Tampastar TPR.

Таблица 3.**Нормы расхода материалов в печатном процессе тампонной печати**

Материал	Назначение	Установленные нормы расхода		Теоретический расход	
		Учетная единица	Кол-во	Учетная единица	Кол-во
Краска TPR №3803 980 (чёрный)	Для печати логотипа, готовые смесевые краски	1000 кр/отт ф.60х90	123428,57г	1000 кр/отт ф.60х90	–
разбавитель: TPV	Для контроля правильной степени вязкости	1000 кр/отт ф.60х90	12342мл	1000 кр/отт ф.60х90	10% от кол-ва краски в зависимости от свойств
замедлитель: SV5	Для контроля вязкости	1000 кр/отт ф.60х90	12342мл	1000 кр/отт ф.60х90	10% от кол-ва краски в зависимости от свойств
отвердитель: H1, GLH	Для достижения устойчивости	1000 кр/отт ф.60х90	12342мл	1000 кр/отт ф.60х90	10% от кол-ва краски в зависимости от свойств

Пример расчета расхода краски по предлагаемым нормам:

Учетная единица – кр/отт. форматом 60х90 см.

Расчетный формат издания 3,5х0,5 см.

Коэффициент приведения формата 3,5х0,5 к учетной единице составляет 0,000324. Норма расхода краски на учетную единицу выходит 123428,57 г. Следовательно, на формат 3,5х0,5 расход краски составляет 39,99г.

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

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

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

ЛИТЕРАТУРА

1. *Рихирев М., Нагель Е.* 10 шагов нормирования технологических операций // Электронная версия на сайте http: // www.ukr-print.net

2. *Семенов А.П.* Нормирование расходных материалов // Электронная версия на сайте http: // www.poligraf-ksu

3. *Воробьев К.В. Воронина Е.В.* Руководство по трафаретной печати. –Санкт-Петербург: Итрако, 1999. – 95 с.

4. *Сорокин Б.А.* Тампонная печать. – М.: МГУП, 2001. – 90 с.

5. Нормы расходования материалов на полиграфических предприятиях. –М.: Книжная палата, 1987. – 295 с.

6. Нормы расходования материалов итальянской фирма Saati Print, 2009 г.

Резюме

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

Summary

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

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

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 10.09.12 г.*

УДК 622.232.8.72

Т.Б. Сулейменов, М.И. Арпабеков

ПЛАНИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ИНТЕРМОДАЛЬНЫХ СИСТЕМ В МЕЖДУНАРОДНЫХ СООБЩЕНИЯХ

Решение проблемы эффективности распределения товаров и повышения уровня качества обслуживания потребителей услуг транспорта в рыночных условиях в международном сообщении тесно связывается с проблемой качества услуг. Только высокий уровень качества обслуживания может обеспечить надежный рынок сбыта для услуг предприятий транспорта. Высокий уровень качества и эффективности обслуживания должны подкрепляться соответствующим уровнем материально-технического обеспечения, включая развитую систему складских и контейнерных терминалов, современную погрузочно-разгрузочную технику, компьютерные средства информатики и управления.

Одной из причин низкой конкурентоспособности товаров, произведенных в Республике Казахстан и других странах СНГ, являются большие затраты на транспортно-экспедиционное обеспечение распределения товаров, величина которых в 2-3 раза превышают уровень развитых стран. Это объясняется недостатками, как транспорта, так и управления запасами, что, в свою очередь, является трендом глубоко заложенных общих изъянов командной системы, в особенности отсутствия стимулов для экономии средств в условиях плановой экономики. В случае транспорта это находит свое отражение во многих факторах, в отсутствие гибкости, в деятельности предприятий, в подавлении развития и функционирования частного сектора. В огромных парках подвижного состава общего пользования и ведомственного, эксплуатируемых неэффективно, а также в неразвитой инфраструктуре, усложненной документации и задержках в пунктах взаимодействия разных видов транспорта, недостатках банковских операций и страхования грузов. Необходимость заключения контрактов на поставку из третьих стран во многих случаях диктуется значительной долей транспортных составляющих в сумме затрат на выполнение поставок.

При создании сети интермодальных перевозок наибольшее значение имеет создание терминалов новых типов с новыми функциями. Интермодальная система - система доставки грузов несколькими видами транспорта по единому перевозочному документу с передачей грузов в пунктах перевалки с одним видом транспорта другому без участия грузовладельца.

Для формирования экономических и интеграционных связей весьма важное значение имеет автомобильный транспорт, который является наиболее распространенным и мобильным средством доставки пассажиров и грузов.

Экономическое развитие стран Центрально- Азиатского региона (в том числе и Казахстан), не имеющих выход на мировые рынки, во многом зависит от уровня развития транспортных путей, обеспечивающих связь с развитыми странами мира, что обусловливает потребность развития наземных транспортных коридоров. Для этого имеются основные предпосылки - стратегически выгодное положение в центре Азии и всемерная поддержка Правительством развития международных сообщений.

В соответствии с типами рынков различие в интермодальных перевозках проявляется в звеньях водных и наземных систем. В зависимости от типа перевозки определяется тип терминала, его организационная структура, функции и место в транспортной сети.

Основные характеристики терминалов в значительной степени зависят от следующих факторов:

возрастающее влияние грузоотправителей в сфере интермодальных перевозок;

либерализация рынка и выход за пределы национальных границ.

Поскольку в международных интермодальных перевозках решающим является фактор управления, роль терминального обслуживания еще более возрастает. Растет число частных терминалов. В настоящее время в Западной Европе существует следующая сеть терминалов.

Европейская система терминалов (в частности, интерконтейнерная сеть);

• сети, объединяющие две-три страны;

• национальные терминальные сети;

• сети для мульти и бимодальных перевозок, принадлежащие отдельным транспортным компаниям.

Терминалы объединяются в сети различных видов, где положение отдельного терминала может быть фидерным, блоковым, блоково-угловым, мульти-блоковым и мульти-блоково-угловым.

Все услуги, предлагаемые на терминалах и в логистических центрах, могут быть разделены на пять функциональных типов. Эти пять типов услуг могут быть использованы при определении специализации терминалов.

Функции терминалов по типам следующие:

– услуги по перегрузке;

– обслуживание грузовых мест (аренда, лизинг, складирование, ремонт);

– обслуживание автотранспортных средств (аренда, лизинг, стоянка, ремонт, техобслуживание, мойка);

– обслуживание сети (начально-конечные операции, таможенное обслуживание, система контроля за движением);

– услуги, связанные с грузом (загрузка, выгрузка, предоставление складов).

Тенденции развития терминалов и организации интермодальных перевозок в перспективе будут заключаться в том, что:

– работа терминалов в большей степени будет сосредоточена в руках независимых региональных транспортных компаний;

– произойдет усложнение структурного состава участников интермодальных перевозок;

– увеличится количество двусторонних и многосторонних компаний (совместных предприятий) в области интермодальных перевозок;

– национальные компании выйдут на внешний рынок для обеспечения управления по всей цепи перевозок;

– возрастет значение операторов в интермодальных перевозках.

Однако развитие сети терминалов может иметь и негативные последствия, такие как неполная их загрузка, чрезмерное усложнение процесса доставки, технико-организационная несовместимость в международных перевозках, снижение уровня качества услуг.

Новая концепция терминальных систем предлагает переход от изолированного интермодального терминала к единому грузовому распределительному центру (ГРЦ), где терминал будет главным элементом. Центр, выполняющий функцию связующего звена между товаропроизводителями и потребителями, является свидетельством дальнейшей интеграции транспорта и сфер производства и потребления.

В ГРЦ выполняются такие операции как сортировка, отбор, сборка, укрупнение, разделение, упаковка, складирование, хранение, грузообработка, пакетирование, контейнеризация, поставка и транспортировка груза. Каждый центр характеризуется мощностью (объемом), конкретным место-

расположением а следовательно своей собственной зоной экономических интересов, определяемой логистической линией, по которой проходит создаваемая и реализуемая продукция.

Каждый центр является центром передачи товаров, потоков информации, транспортных потоков, потоков грузообработки начиная от единичного (штучного) продукта до крупнотоннажного контейнера.

Каждый ГРЦ связан с сотнями товаропроизводителей, номенклатура товаров которых измеряется тысячами наименований. Уровень автоматизации выполнения операций соответствует последним достижениям науки, техники и технологии. Вся информация о фирмах-клиентах, заказах, товарах, сроках, транспортных средствах находится в компьютере.

При планировании систем доставки принимают во внимание существующие транспортные структуры на всех уровнях и динамику их развития. Существуют 4 уровня планирования, которые отражают соотношения будущих логистических структур:

– европейская логистическая система;

– муниципальная логистическая система;

– управление по оси перевозок;

– существующая инфраструктура.

Сеть интермодальных перевозок должна быть совместима и скоординирована с вышеуказанными уровнями планирования. Сеть интермодальных перевозок состоит из трех блоков:

– интермодальная контейнерная перевозка;

– интермодальная грузовая автомобильная перевозка;

– логистическая система и терминалы.

Для нормального функционирования необходима координация всех блоков на национальном и региональном уровнях с целью интеграции мультимодального транспорта в логистические системы всех уровней.

В настоящее время транспортный рынок в Западной Европе в зависимости от расстояний перевозки делится на внутренний, региональный, внутри региональный и международный. Для первых трех перечисленных категорий доминирующим является автомобильный транспорт.

На коротких маршрутах - (менее 100км) автомобильный транспорт не имеет конкурентов, а роль других видов транспорта (за исключением речного и каботажного морского транспорта на перевозках, как правило малоценных грузов) несущественна. На маршрутах от 500 до 1000км влияние автомобильного транспорта снижается. Так, расстояние в 700 км считается критическим для автомобильного транспорта и необходимым для появление смешанной (комбинированной) перевозки.

В настоящее время функционируют два международных интермодальных транспортных коридора в Западной Европе:

– западная магистраль (Франция, Италия, Испания, Португалия);

– восточная магистраль (Италия, Германия, Австрия, Швейцария).

На долю первой приходится 20% объемов перевозок, а на долю восточной - 80%.

С целью содействия дальнейшему развитию смешанных перевозок в Республике Казахстан в рамках КВТ ЕЭК ООН необходимо создать Рабочую группу (РГ) экспертов по смешанным (комбинированным) перевозкам. Они должны сотрудничать с такими международными организациями как конференция ООН по торговле и развитию (ЮНК-ООН), международной морской организацией (ИМО), Европейской конференцией министров транспорта (ЕКМТ), Европейской экономической сообществом (ЕЭС), Международной организацией по стандартизации (ИСО), Международной Союзом железных дорог (МСАТ), Международной палатой судоходства (МПС), Международной бюро по контейнерам (МБК). Деятельность РГ в дальнейшем должны с решением экономических, технических, административных и правовых вопросов, возникающих в процессе осуществления смешанных перевозок и, в частности, направлены на:

– изучением национальной транспортной политики в области смешанных перевозок;

– в разработке международных правовых документов;

– исследованием тенденций спроса грузоотправителей на смешанных перевозках;

– решением вопросов изменения габарита и весовой массы грузовых единиц и последствий организации смешанных перевозках;

– созданием единой европейской сети важнейших линий международных смешанных перевозок с соответствующей инфраструктурой.

Последнее очень важно, так как позволяет проводить международную координацию в области планирования и определения приоритетов капиталовложений в развитие инфраструктуры и, в частности, сети терминалов (включение существующих и строительство новых). Наиболее сложным здесь является выбор критериев отбора. По нашему мнению к требованиям к отбору относится:

– временный разрыв между крайним сроком поступления грузов на терминале и его отправлением, который не должен превышать час;

– сокращение до минимума простоев (не более 20 мин) автотранспортных средств, используемых для доставки или вывоза грузовых единиц;

– место расположения терминала должно выбираться таким образом, чтобы к нему был быстрый и свободный доступ по автодорогам от экономических центров.

Кроме этого, должен применяться метод быстрого реагирования (Quick Response Method) – метод планирования и регулирования поставок товаров на предприятия розничной и оптовой торговли и распределительные центры. Метод предполагает тесное взаимодействие между торговым предприятием и его поставщиками, оптимизацию товарных запасов предприятия торговли и их уменьшение, но не ниже уровня, обеспечивающего немедленное удовлетворение большей части заявок покупателей. Решение о поставке товаров на предприятие торговли предприятием-изготовителем принимается тогда, когда достаточно высока вероятность возникновения реальной потребности в товаре данного вида. Реализация метода предполагает способность предприятия-поставщика оперативно перестраивать производство на выпуск новых товаров мелкими партиями, наличие информационного обмена между предприятием торговли и предприятием-поставщиком.

Для существования полнокровного рынка на международном сообщении недостаточно наличия транспортных предприятий и потребителей их услуг, необходима также широкая сеть транспортно-экспедиционных лизинговых, информационно-посреднических и других предприятий

Основным обстоятельством, препятствующим расширению взаимодействия производственных фирм и экспедиторов в области логистики в международном сообщении, является опасность потери фирмой контроля над движением сырья и готовой продукции. Поэтому важным моментом является обеспечение производителям (продавцам) сохранения возможности контроля за ценами продаж и защиты своей прибыли. Этот фактор носит субъективный характер, и его влияние будет снижаться по мере накопления опыта совместной работы и укрепления взаимного доверия.

Для страны с 20- летним опытом рыночной экономики, для Республики Казахстан характерна специализация деятельности предприятий транспорта, которая позволяет каждому отдельному участнику процесса доставки добиваться высокого уровня качества обслуживания при меньших затратах в том сегменте рынка услуг транспорта, который он занимает.

ЛИТЕРАТУРА

1 Казахстан - 2030. – Алматы: Изд-во Юрист, 2008. – 88 с.

2 Концепция перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007-2024 годы. – Астана: 2006. – 22 с.

3 *Бекмагамбетов М.М.* Автомобильный транспорт Казахстан: этапы становления и развития. – Алматы: ТОО «Print-S» , 2003. – 456 с.

4 *Назаренко В.М.* Транспортное обеспечение внешнеэкономической деятельности. М.: Центр экономики и маркетинга, 2000. – 236 с.

5 *Миротин Л.Б, Безель Б.П.,* Сулейменов Т.Б. Транспортная логистика. Учебное пособие / МГАДИ (ТУ) – М. 1996. – 211 с.

Резюме

Аталған ғылыми еңбекте ғылыми зерттеулер нәтижесінде Қазақстан Республикасында өндірілген тауарлар бәсекелестігінің төмен деңгейлі себептері ашылып, дербес мемлекеттер одағына жеткізу, кеден одағы арсында да шығындары жоғарылығы және көлік- экспедициялық қамсыздандыруы дамыған елдерге қарағанда 2-3 есе жоғары болуы себептері анықталынған. Сондықтан интермодальды жаңа желі ұсынылып, оған жаңа терминалдар, жаңаша қызметтік жұмыс типтері анықталынған. Интермодальды желі деп жүктерді жеткізу жүйесі бірнеше көліктері арқылы бірыңғай құжатпен жүкті өз орнына жүк иесінің қатысуынсыз жеткізу болып табылады.

Summary

In the scientific article it is opened that as a result of the carried-out researches are revealed by one of the reasons of low competitiveness of the goods made in the Republic of Kazakhstan and other CIS countries, the Customs union big costs of forwarding ensuring distribution of the goods which size in 2-3 times exceed level of the developed countries are. Are offered a new network of intermodal transportations which has creation of terminals of new types with new functions. Intermodal system - system of delivery of cargoes several means of transport according to the uniform transportation document with transfer of cargoes in transfer points with one means of transport to another without participation of the cargo owner.

Поступила 12.11.12 г.

УДК 669. 334(043)

К.К. Мамырбаева, Г.Д. Гусейнова, В.А. Луганов, С.Д. Оразымбетова

ЭКСТРАКЦИОННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ И РАФИНИРОВАНИЕ РАСТВОРОВ СУЛЬФАТА МЕДИ

В последние годы гидрометаллургические процессы широко используются при производстве ряда металлов: меди, никеля, золота, редких металлов, вольфрама, молибдена, урана и др.

Гидрометаллургические способы извлечения используются для переработки бедных окисленных и смешанных медных руд.

Сульфидные руды выщелачиваются с применением микроорганизмов.

При кучном сернокислотном выщелачивании окисленных медных руд на предприятиях Чили, где содержание меди в руде достигает 1,5-2 % и медь присутствует в основном в форме азурита и малахита, продуктивные растворы содержат до 4 г/дм^3 меди. В продуктивных растворах присутствуют примеси, такие как железо, никель, алюминий, цинк и др.

Выделение меди из продуктивных растворов цементацией неэффективно, так как такой процесс позволяет получить 70 %-ный порошок цементной меди, обремененной примесями и из руды, и из металла-цементатора.

Выделение меди из продуктивных растворов в форме сульфида не обеспечивает полноты извлечения меди в осадок, а осадки загрязнены примесями.

Для электролитического выделения меди из продуктивных растворов необходимо, чтобы концентрация меди в подаваемом на электролиз электролите была не меньше 30 и 150 г/дм^3 серной кислоты при минимальном содержании железа [1].

Для повышения концентрации растворов по меди и очистки от примесей используется технология жидкостной экстракции, включающая следующие стадии: выщелачивание экстракция, реэкстракция, электролиз.

Повышение концентрации меди и очистка раствора от примесей достигается сочетанием экстракции и реэкстракции: исходный продуктивный раствор направляется на операцию экстракции и после извлечения из него меди возвращается на операцию выщелачивания. Органическая фаза, содержащая медь, поступает на операцию реэкстракции меди раствором серной кислоты или отработанным электролитом. Регенерированная органическая фаза возвращается на операцию экстракции, а реэкстракт, нагруженный медью, поступает на электролиз.

Как показала практика работы ряда медепроизводимых предприятий, наилучшие показатели по концентрированию и рафинированию растворов сульфата меди достигаются при применении процессов жидкостной экстракции хелатообразующими реагентами, обладающими большой избирательной способностью по меди по сравнению с катионообменными экстрагентами.

В течение последних двадцати лет рынок получил широкий ассортимент хелатообразующих экстрагентов на базе оксиоксимов.

Смеси кетоксимов и алдоксимов не содержат неоксимовых модификаторов. Кетоксимы являются модификаторами алдоксимов с алкилгруппой С12 или С9 при работе с медными или водородными ионами. Смеси обладают свойством синергетизма и сочетают высокие экстракционные спо-

собности и скорости алдоксимов с хорошей способностью к реэкстракции, а также хорошими физическими свойствами кетоксимов. В настоящее время большинство медных предприятий предпочитают использовать модифицированные экстрагенты или смеси альдоксимов и кетоксимов марки: LIX®984N, LIX®984 N LIX®973N, селективно извлекающие ионы меди и железа.

Выбор между модифицированным алдоксимом и кетоксим-алдоксимовой смесью для конкретной медной экстракции зависит от состава продуктивного раствора и технологической схемы экстракции. Несмотря на недостатки экстрагентов, такие как токсичность, деградация при повторном применении, они работают эффективно в специально разработанных схемах экстракции, когда свойства водного раствора совместимы со свойствами реагентов. Наибольшее распространение на медеизвлекающих предприятиях получил экстрагент LIX®984N.

В работе [2] описаны результаты исследования селективного извлечения меди из раствора, содержащие, г/дм^3: медь - 2,4, никель - 1,1, железо - 0,07, 10 % -ным L1X®984N. При pH 2,4 достигнуто максимальное извлечение меди и минимальная соэкстракция железа и никеля, содержание в реэкстракте меди - 10 мг/дм^3. После трехстадийной экстракции и реэкстракции получен электролит состава, 30 г/дм^3 меди и 200 г/дм^3 серной кислоты.

Целью настоящей работы явилась изучение экстракции меди и металлов примесей из продуктивных растворов, полученных выщелачиванием смешанных медных месторождений Актогай и Бозшаколь с использованием в качестве экстрагента LIX®984N.

Показатели процесса экстракции в немалой степени зависят от типа разбавителя экстрагента.

В результате исследования влияния гептана, гексана, диметилоктана, четыреххлористого углерода на процесс экстракции, было установлено, что лучшие показатели экстракции были достигнуты при использовании н-гексана [3,4].

Предварительно нами на модельных растворах чистого сульфата меди концентрацией 4 г/дм^3 исследованы технологические свойства таких разбавителей, как керосин (очищенный), о-ксилол (ч), бензол (хч), изобутилен (чда) и гексан (ч). Керосин перед использованием очищали последовательно обработкой концентрированной серной кислоты и 25 % -ным раствором едкого натра с последующей промывкой водой.

Экстракцию проводили в экстракторе марки ЭЛ-1, при pH среды: 1,5; 2,5; 3,5; 4. Соотношение органической и водной фаз - 1:1, температура – 20 ºС, интенсивность перемешивания - 1000 об/мин, время контакта фаз - 120 с, время отстаивания - 300 с. Реэкстракция проводилась раствором серной кислоты концентраций 200 г/дм^3 в том же экстракторе.

Лучшие результаты по извлечению меди в органическую фазу получены при использовании гексана (94 - 98%) и керосина (91-96 %) (табл.1). О-кслилол, изобутилен и бутанол-2 не обеспечивали достаточного извлечения меди.

Таблица 1. **Извлечение меди при различных pH среды**

pH среды	Разбавители					
	гексан	керосин	бутанол-2	о-ксилол	изобутилен	бензол
1,5	94	91	30	81	13	67
2	95	93	33	82	20	72
2,5	96	94	35	83	27	77
3	97	95	37	84	32	80
3,5	97	96	40	85	40	83
4	98	96	46	87	43	90

При равноценных технологических показателях при применении керосина и гексана предпочтительнее использовать керосин. Стоимость гексана значительно выше, он имеет высокие давления паров, регенерация его требует перегонки, у него более низкая температура вспышки (34 ºС), чем у керосина (выше 40 ºС). Кроме того, загрязненный керосин легко очищается раствором серной кислоты, что позволяет его многократно использовать, и при реэкстракции кислотой происходит одновременное очищение и регенерация экстрагента. Отмеченные преимущества для дальнейших исследований позволяют рекомендовать керосин в качестве разбавителя экстрагента LIX 984.

Для технологических исследований подготовка исходных растворов осуществлялась путем выщелачивания руд раствором серной кислоты концентраций 50 г/дм^3 по противоточной трехстадийной схеме.

Продуктивный раствор, полученный выщелачиванием актогайской руды, содержал, г/дм^3: Cu – 1,1, Fe – 0,81, Al – 1,00, Mg – 0,25.

Продуктивный раствор, полученный выщелачиванием бозшакольской руды, содержал, г/дм^3 : Cu - 1,3, Fe – 0,91, Al – 0,82, Mg – 0,28.

В соответствии с технологическими условиями присутствие в электролите, идущем на осаждение меди, железа понижает эффективность электролиза. По данным [5], каждый г/л железа в электролите, идущем на электролиз, снижает выход по току (на 2,5-3%) и накапливается в электролите.

В работе [6] для очистки раствора от железа и других примесей исходный медьсодержащий сернокислотный раствор обработали металлическим железом для восстановления ионов Fe^{+3} в Fe^{+2}. Затем добавали гидроксид натрия, и, осажденный в результате реакции, гидроксид меди отделили от жидкой фазы сгущением. Сгущенную пульпу подвергли экстракции 15 %-ным раствором LIX 984n в разбавителе Эскайд-110. Полученная медьсодержащая органическая фаза была обработана слабым раствором серной кислоты концентрацией 0,05-0,3 моль/дм^3. Водную фазу, содержащую железо, примеси, отделили, а из органической фазы извлекали медь реэкстракцией. Извлечение чистой меди составило 99,5 %.

Автором [6] для получения меди особой чистоты 99,999 % из медно-хлорного кека процесс выщелачивания (20-25 г/дм^3 серной кислотой) проведен при избытке твердой фазы на 10-20 % с одновременной гидролитической очисткой раствора от примесей железа, мышьяка, алюминия и т.д. Такой режим выщелачивания позволил поддерживать pH раствора в пределах 4-5 , т.е подходящим для осаждения этих примесей в виде гидрооксидов. Полученный раствор содержал следы ионов железа.

В соответствии с техническими условиями компании Cognis, производящей экстрагенты для извлечения меди, LIX984N проявляет селективность по отношению к ионам меди. Это обусловлено обоснованным соотношением альдоксимов и кетоксимов в реагенте.

Протекающий при экстракции перехода меди в органическую фазу процесс может быть описан следующим уравнением:

$$Cu^{++} + SO_4^{2-} + 2RH \rightarrow R_2Cu + 2H^+ + SO_4^{2-}. \quad (1)$$

Механизм экстракции меди с образованием хелатных комплексов может быть представлен в следующей форме:

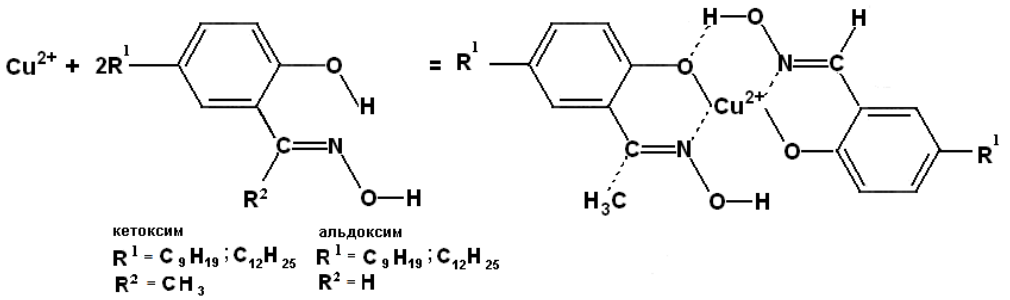


Рис. 1. Образование хелатного комплекса меди с LIX 984N

Аналогичный комплекс с ионами Fe^{3+} менее устойчив. С ионами алюминия, магния оксимоксимы комплексов не образуют. Такой механизм процесса экстракции обеспечивает высокое извлечение в органическую фазу меди и ограниченное извлечение железа. Ионы алюминия и магния при этом не извлекаются.

Нами была проверена возможность при проведении процесса экстракции без организации предварительной очистки исходных растворов от железа получить растворы, пригодные для использования при электролитическом осаждении меди. В исходном продуктивном растворе отношение C_{Cu}/C_{Fe} равно 1,1/1,5. В электролите, направляемом на электролиз отношение C_{Cu}/C_{Fe} должно быть не менее 6/8 [1]. По характеристике LIX 984N коэффициент разделения равен 2000 [8].

Экстракция из продуктивных растворов проводилась 20 %-ным раствором LIX®984N в очищенном керосине в интервале pH среды 1,5-4. Результаты экстракции оценивали величиной извлечения E (в %) металлов в органическую фазу. Концентрация металлов в водной фазе определялось атомно-абсорбционным методам анализа.

Из полученных результатов видно (рис. 2 и 3), что LIX 984N селективно извлекает медь как из раствора актогайской руды, так из бозшакольской руды и возрастает с повышением pH среды.

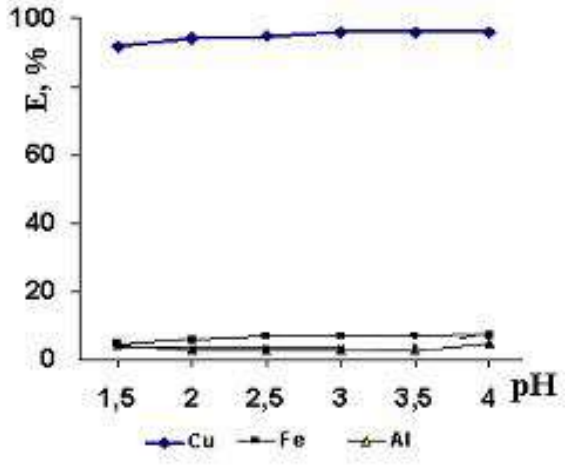


Рис. 2. Экстракция меди из продуктивного раствора, полученный выщелачиванием актогайской руды

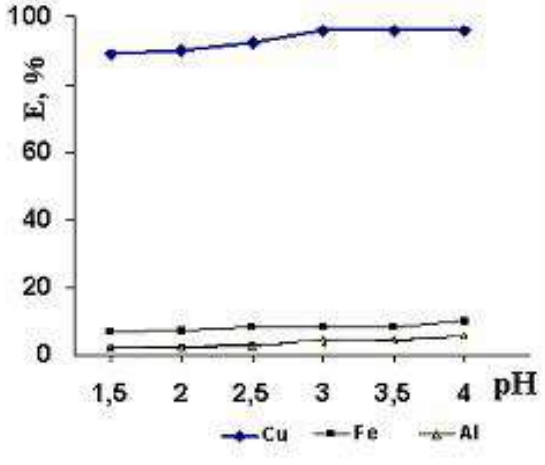


Рис. 3. Экстракция меди из продуктивного раствора, полученный выщелачиванием бозшакольской руды

Результаты подтверждают селективность экстрагента по отношению к меди. Из растворов, полученных выщелачиванием актогайской руды. извлечение меди в органическую фазу с повышением pH от 1 до 4 возрастает с 91,7 до 96 % (концентрация в экстрагенте – 1,1 г/дм^3), железа с 5 до 7,2 % (концентрация в экстрагенте 0,04-0,06 г/дм^3) (рис. 2). При экстракции растворов, полученных выщелачиванием бозшакольской руды, извлечение меди в органическую фазу с повышением pH от 1 до 4 возрастает с 89 до 96 % (концентрация в экстрагенте – 1,3 г/дм^3), железа - 5,2-7,5% (концентрация в экстрагенте 0,05-0,07 г/дм^3) (рис. 3). Соотношение C_{Cu}/C_{Fe} в реэкстракте составляет 17-25, что вполне отвечает требованиям к электролиту. Достижение большего соотношения может быть обеспечено увеличением временем экстракции. Однако, это вряд ли целесообразно, так как приведет к удорожанию процесса.

Очистка органической фазы от железа проводилась растворами разбавленной серной кислоты H_2SO_4, соляной кислоты HCl, хлористого натрия NaCl, хлористого аммония NH_4Cl (табл. 2).

Таблица 2. **Извлечение металлов при реэкстракции**

№	C (H_2SO_4), г/дм^3	E_{Cu}, %	C (H_2SO_4), г/дм^3	E_{Fe}, %	C (HCl), г/дм^3	E_{Fe}, %	C (NaCl), г/дм^3	E_{Fe}, %	C (NH_4Cl), г/дм^3	E_{Fe}, %
1	150		3	30	100	69	100	65	100	50
2	175	90	5	50	150	78	150	75	150	75
3	200	96			200	95	200	90	200	85
4	225	96								
5	250	96								

Большая степень очистки органической фазы от железа достигается при использовании раствора соляной кислоты. С увеличением концентрации HCl с 100 до 200 г/дм^3 степень реэкстракции железа достигла 95 % .

Таким образом, из растворов, полученных выщелачиванием бедных смешанных руд меди Казахстана можно селективного извлекать медь экстрагентом LIX 984N. В процессе реэкстракции можно селективно разделить медь и железо.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вольдман Г.М., Зеликман А.Н.* Теория гидрометаллургических процессов. Москва: Наука. 2003. 462 с.

2. *Cole P.M., Feather A.M.* A solvent-extraction process to recover copper and nickel from a thankhouse effluent. Proceedings of the Third International Conference, Vol. III. Electrorefining and Hydrometallurgy of Copper, ed. Cooper, W.C., Dreisinger. p. 607-615

3. *Shibata J., Nishimura S.* The Role of duilent in metal extraction process// Transaction of Metal Institute of Japan.199. Vol.3, p. 431-438

4. *Букетова А.Е., Табылганова А.Н., Романов Г.А.* Влияние природы разбавителя экстрагента LIX984N на экстракцию меди из сульфатных растворов//Промышленность Казахстана. 2006. 6(39). с. 65-66.

5. *Крейн Ф.* Экстракция в гидрометаллургии меди: развитие и современное состояние//Комплексное использование минерального сырья. 2004. №2. с.36-54.

6. Патент № 2366737 Россия. Способ извлечения меди из водных растворов/ Вальков А.А.; Опубл. 10.09.2009

7. *Табылганова А.Н.* Автореф. канд. дис.: Разработка основ экстракционно-электролитической технологии получения меди повышенной чистоты из техногенного сырья. Караганда. 2010.

8. *Kordosky G.* and other. Solvent extraction – reagents and selectivity control// Edit by Henkel Corporation MID, Tucson Arizona. -1999. c. 65

Резюме

Мақалада Ақтоғай мен Бозшакөлдің аралас мыс кендерін шаймалаумен алынған, құрамында Fe^{3+}, Al^{3+}, Mg^{2+} және т.б. қоспалары бар өнімді ерітінділерден мысты керосиндегі LIX 984 N экстрагент көмегімен бөліп алу және тазарту нәтижелері келтірілген. Күкіртқышқылды ерітінділерден мысты бөліп алу көрсеткішіне керосин, гексан, бензол, о-ксилол және т.б. еріткіштерінің әсерлері қарастырылған. Нәтижесінде, екі кеннің ерітінділерінен де LIX 984 N мысты сұрыптап бөліп алатындығы және мұндай көрсеткіш ортаның pH артқан сайын өсетіндігі анықталды. Реэкстракттағы C_{Cu}/C_{Fe} қатынасы 17-25 аралығында, бұл электролиттерге қойылатын талаптарға сәйкес.

Summary

There are indicated the results of extraction and refining of copper with extractant LIX 984 N in kerosene from productive solutions containing impurities Fe3 +, Al3 +, Mg2 +, and others, obtained by leaching of mixed copper deposits of Aktogai and Bozshakol. Examined the effect of various diluents such as kerosene, hexane, benzene, o-xylene, and others on the extraction rate of copper from sulfuric acid solution. It is found that LIX 984 N selectively extracts copper from solution Aktogay ore as well as of the Bozshakol ore and extraction increases with increasing pH. The ratio of C_{Cu}/C_{Fe} in reextract is 17-25, which satisfies the requirements to the electrolyte.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 15.11.12 г.*

ОӘЖ 577.4:66.046.44.59

Ж.Е. Дәрібаев, А.А. Орайханова, А.Н. Құтжанова

МҰНАЙ СІҢГЕН ТОПЫРАҚТАҒЫ ОРГАНИКАЛЫҚ ҚОСПАЛАРДЫҢ ЖАНУ КИНЕТИКАСЫ

Құрамына мұнай шламы мен көмір майдасы қосылған мұнай сіңген топырақты термиялық өңдеу мақсатында жалпы қабылданған арнайы және біз жасаған методикалық әдістер бойынша зерттеу жұмыстары жүргізілді.

Шикізат құрамындағы органикалық заттардың жану үрдісін кинетикалық тұрғыдан бағалау мақсатында жұмыс лабораториялық термиялық қондырғыда жүзеге асырылады.

Дифференциялды термиялық өлшеуіш блок өзара байланысқан үш пирометриялық екі каналды түтіктерден тұратын болғандықтан, дифференциялданған өлшеуіш сымның бір ұшына зерттелінетін нұсқа, ал екінші ұшына этолон кигізілді де, үшінші сым кварц түтігіндегі немесе алунд түтігіндегі температураға байланысты өзгерісін бақылау үшін пайдаланылды. Жұмысты жүргізу мақсатында тығыздықтары бір-біріне тең келетін түйіршіктерді нығыздау әдісі пайдаланылып, зерттелетін нұсқалар биіктігі 8-10мм болатын цилиндрде жасалынды. Шихта құрамы 80%, Ақтөбе мұнай сіңген

топырағынан 15% орташа пластикалы топырақтан (саз топырақ) және 5% көмірден тұрады. Дифференциалды термиялық өлшеуіш зерттелінетін нұсқа және этолонмен бірге кварц түтіктеріне салынған соң, кварц түтігіндегі зерттелінетін нұсқаның құрамындағы отынның жану кинетикасының температураға байланысты өзгерісі сандық миливольтметр көмегімен бақыланды.

Зерттелінетін нұсқаның құрамындағы көмірдің жану температурасы 600-800 °С-да ауасыз ортадағы прибор корсеткішіне дейінгі температураларда бақыланды.

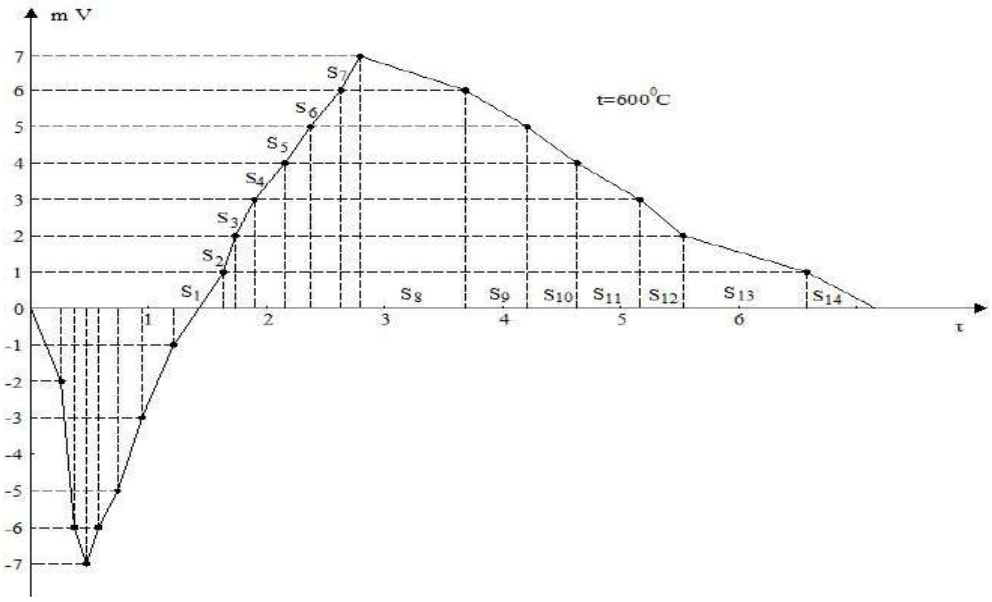
Мұнай сіңген топырақтан жасалынған түйіршіктер құрамындағы отынның жану кинетикасын зерттеу екі сатымен жүргізілді. Зерттеудің алғашқы сатысы лабораториялық термиялық пеште жүргізілді.

Зерттеу жұмысы Колмогоров-Ерофеев үрдісіне негізделіп қарастырылды. Фиксацияланған 600-800 °С температураларда құрамы 85% Ақтөбе мұнай сіңген топырағынан, 10% орташа пластикалы топырақтан және 5% көмір майдасынан тұратын түйіршікті пресс цилиндрде нығыздап дайындап алған соң, ол термиялық пеште күйдірілді.

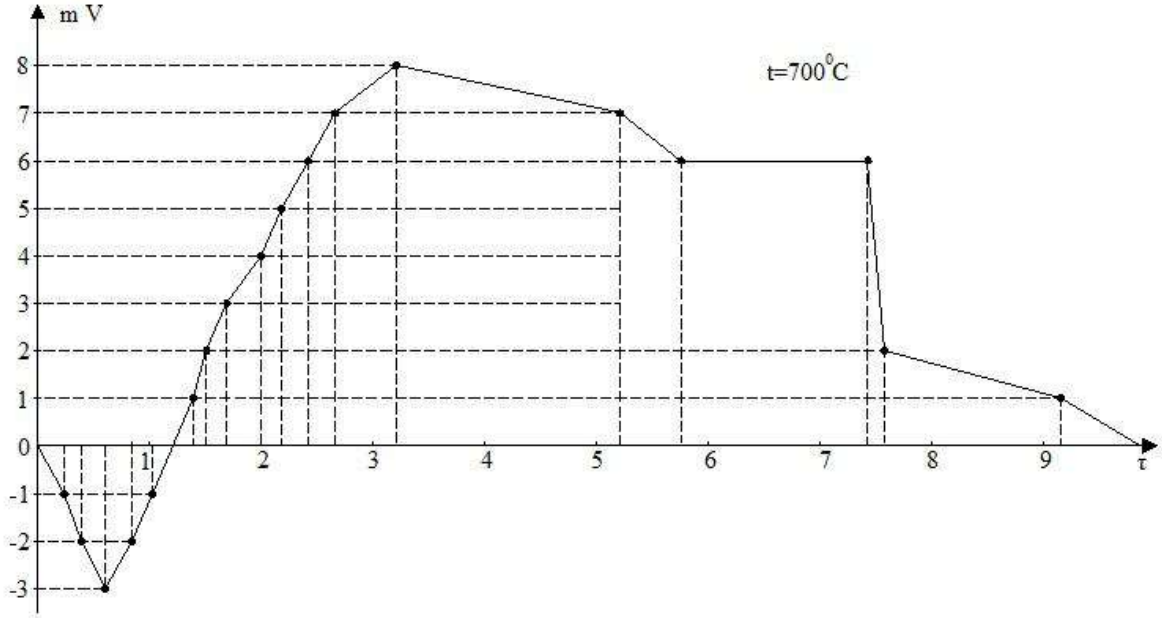
Осылай дайындалған нұсқаларды күйдіру нәтижесі 1-4- суреттерде көрсетілген график түрінде тұрғызылды. 1-суретте мұнай сіңген топырақты фиксацияланған 600 °С температурада күйдіру кинтикасының қисығы көрсетілген. Бұл суретте отынның жануы экзотермиялық және эндотермиялық эффекттен тұратындығы байқалады.

Ескере кететін жәйт, түйіршікті арнайы пресс-цилиндрде сығымдап жасайтын болғандықтан, оған аз мөлшерде су қосу арқылы нығыздау үрдісі жүзеге асырылады. Осыған байланысты нұсқаны күйдіру барысында судың буланууы мұнда 1,7 минутқа дейін созылып, 2,8 минут уақыт аралығында 7 миливольтқа жетті. 2- суретте 700 °С температурадан отынның жануы ұзағырақ, яғни, 3,2 минутта температура 8 миливольтке дейін жоғарылады. Мұнда отынның жануы 9,6 минутқа дейін созылады. 800 °С температурада (3-сурет) отынның жануының толық аяқталуы 19 минутқа дейін созылса, ал температураның жоғарылауы 9 миливольтқа 1,25 минутта жетіп үлгереді. Онан әрі 6 минутқа дейін температура біртіндеп төмендей бастайды да, сонан соң 18 минутқа дейін бірқалыпты жылдамдықпен 3-4 миливольтқа дейін көтерілді. Бұл отынның жануы үшін 800 °С температураның тиімді параметр екендігін көрсетеді. Сонан соң отынның жану дәрежесінің уақытқа байланысты тәуелділік графигі тұрғызылды. Мұнда да отынның жануы, сәйкесінше 600°С температурада 90%, 700 °С температурада 92%, 800 °С-да 94% артатындығы байқалады.

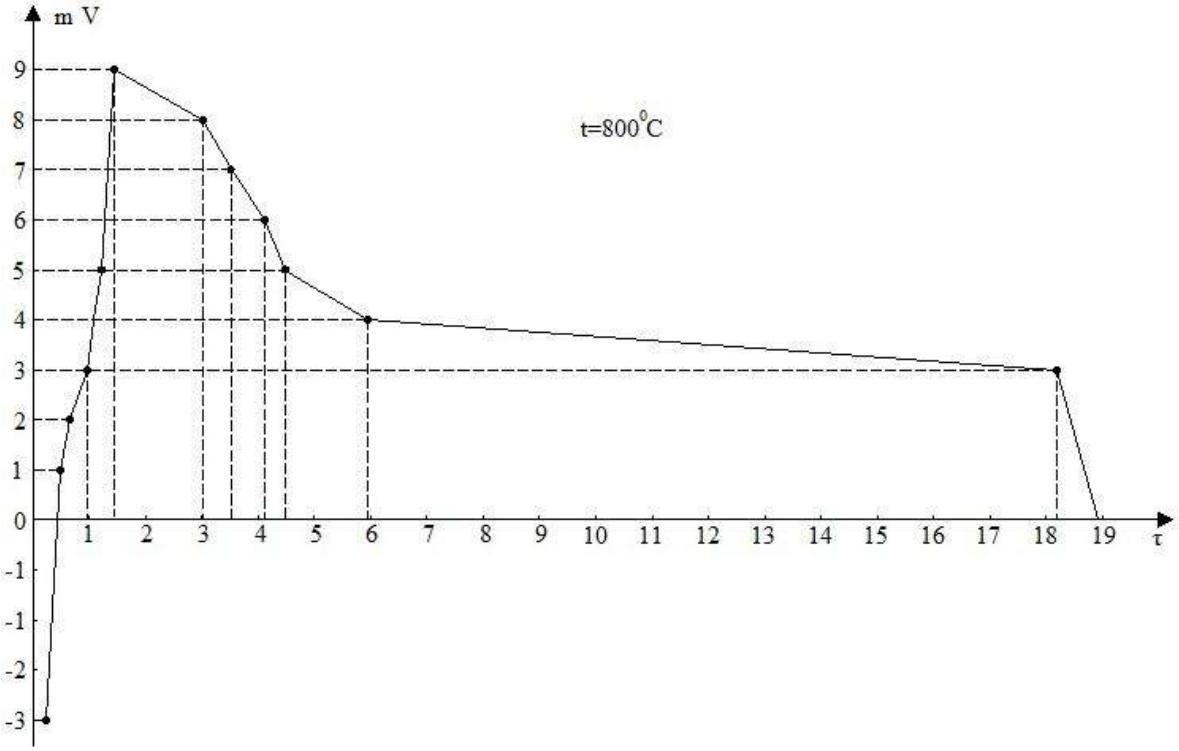
Осы суреттерге қатысты 1-кесте мәндері келтіріліп, оларды екі рет логарифмдеу арқылы $\ln(-\ln(1-\alpha))-\ln\tau$ тәуелділік графиктері тұрғызылады (5- сурет).



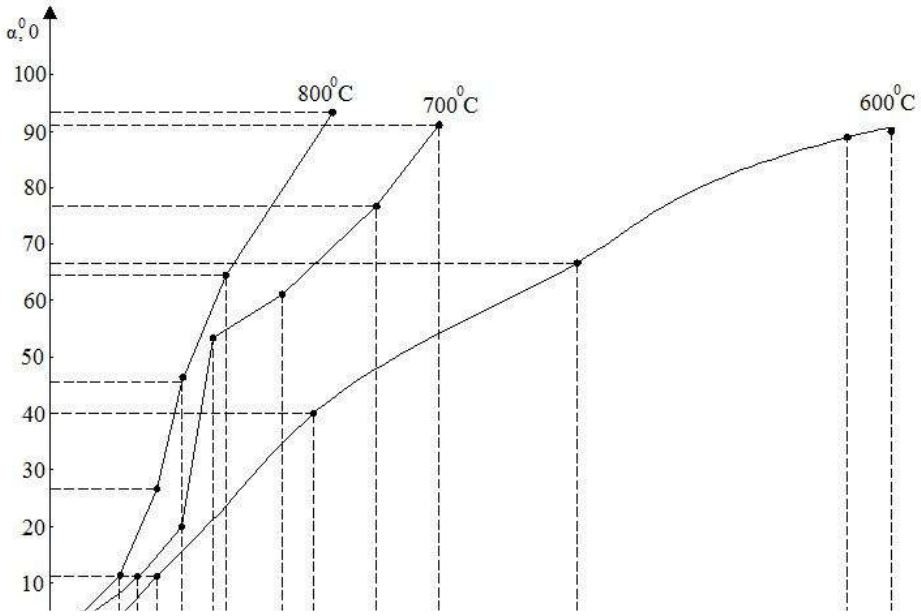
1-сурет. Мұнай сіңген топырақты 600 °С-да күйдіру термограммасы



2-сурет. Мұнай сіңген топырақты 700 °С-да күйдіру термограммасы



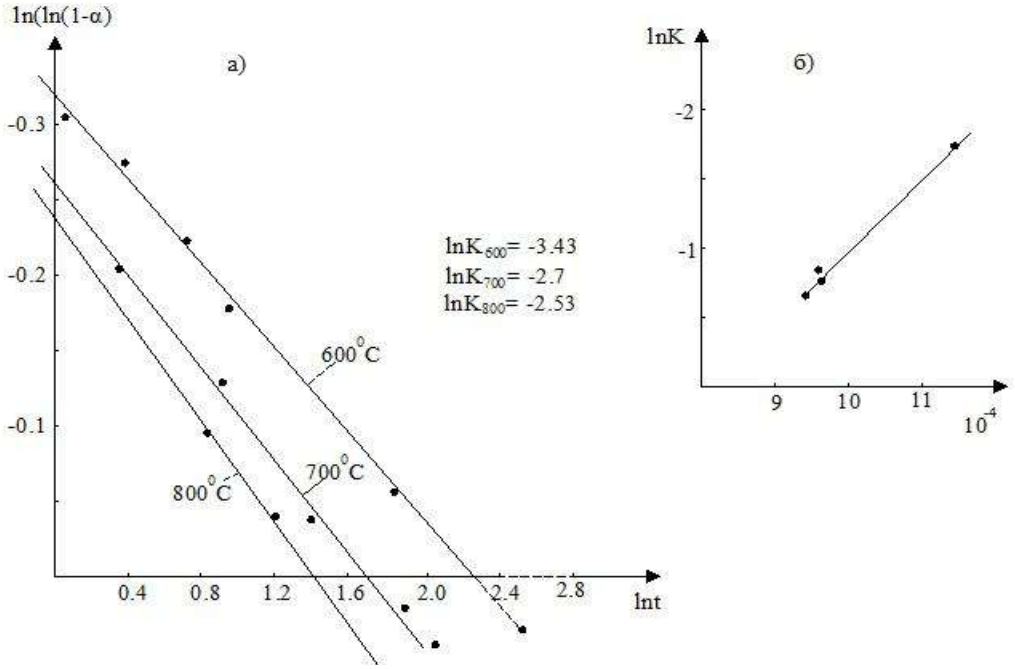
3-сурет. Мұнай сіңген топырақты 800 °С-да күйдіру термограммасы



4-сурет. Топырақтағы органикалық заттардың жану кинетикасы

1-кесте. **Термограммалық мәліметтерді өңдеу нәтижелері**

600°C					
α	l-α	lnα	ln(-ln(l-α))	τ ,мин	lnτ
0,04	0,96	-0,041	-3,19	1,2	0,18
0,1	0,9	-0,11	-2,25	2,3	0,83
0,19	0,81	-0,21	-1,56	3,2	1,16
0,39	0,61	-0,5	-0,69	6,0	1,79
0,67	0,33	-1,11	0,10	18	2,9
0,92	0,08	-2,53	0,93	19,2	2,95
700°C					
-0,1	0,9	-0,11	-2,21	1,4	0,34
0,32	0,77	-0,76	-1,37	2,5	0,92
0,53	0,47	-0,76	-0,78	3,9	1,39
0,62	0,38	-0,97	0,03	5,1	1,63
0,78	0,23	-1,5	0,41	7,5	2,01
0,91	0,09	-2,41	0,88	9,1	2,21
800°C					
0,27	0,73	-0,3	-1,2	2,1	0,74
0,47	0,53	-0,7	-0,35	3,3	1,2
0,63	0,37	-0,99	-0,01	4,0	1,4
0,92	0,08	-2,53	0,93	6,5	1,9



5-сурет. Отынның жану кинетикасының ln(-ln(l-α))-lnτ (а) және lnK-1/T*10^{-4} (б) тәуелділіктері

$$E_{акт} = 8{,}314*tg=8{,}314*0{,}46=3{,}9кДж/моль \quad (1)$$

Мұнан $E_{акт}$ = 3,9кДж/мольге тең екендігін көруге болады да, ал бұл отынның жануының кинетикалық облыста жүретіндігін көрсетеді.

Сонан соң есептеу арқылы табылған lnK мәнін антилогарифмдеу арқылы K мәні есептелінген соң, (Аррениус теңдеуі бойынша) (1) және (2) теңдеуде көрсетілген топырақтағы органикалық заттардың жану дәрежесі анықталады:

$$\alpha = \{1 - exp[e^{247.43+0.46\cdot T_{xr}^{277.53-0.46}}]\} \cdot 100 \quad (2)$$

Мұнай өнімдерін өңдеу барысында өндіріс қалдығы ретінде мұнай шламы көптеп түзіледі де, ол қоршаған ортаға аса үлкен зиянын тигізіп, оны ластайды. Осыған байланысты мұнай шламдарын өңдеу қажеттілігі туындайды. Бұл мақалада Ақтөбедегі мұнай өндіру барысында түзілетін мұнай шламын құрылыс материалдарын жасауда, отын ретінде пайдалану көзделген. Өндіріс қалдықтарын құрылыс материалын жасауда шикізат көзі ретінде пайдалану барысында үлкен температура көзі қажет болады да, бұл мақсатта мұнай шламын отын ретінде пайдалану мүмкіндігі қарастырылған. Сондықтан, мұнай шламының жану кинетикасын зерттеу қажет болып табылады. Бұл орайда, мұнай шламының жану кинетикасын зерттеу екі сатымен жүзеге асырылған. Зерттеу жұмыстарының бірінші сатысында шихта құрамындағы мұнай шламының жану термограммасы анықталған да, жұмыстың екінші сатысында аталған термограммаларды математикалық өңдеу арқылы тотығу реакциясының активтендіру энергиясы анықталып, мұнай шламының шихтадағы жану дәрежесі математикалық экспоненциалды теңдеу түрінде көрсетілген.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. *Құтжанова А.Н., Дәрібаев Ж.Е., Шевко В.М.* Күлден дайындалған түйіршікті мұнай шламының жану кинетикасына әсері // Қ.Ф Иассауи атындағы ХҚТУ Хабаршысы. –Түркістан, 2003.- 87-91б.

2. *Шевко В.М., Худайбергенов Т.Е., Мельник М.А.* Хлоридная и хлорная переработка некондиционных руд и промпродуктов цветной металлургии. // Алматы. Издательство «Познание». – 19957-11с.

Резюме

Переработка нефти приводит к оброзованию нефтяного шлама в виде отходов. Нефтяной шлам загрязняет окружающую среду и по этой причине возникает необходимость его переработки. Для переработки нефтяного шлама, его используют в качестве топлива в промышленности. В этой научной статье приведены результаты исследований кинетики горения нефтяного шлама.

Summary

The elaboration of oil is carried out with forming of the oil sludge in form of industries waste. The oil sludge contaminates of natural environment and on this reason appears need their processing. This scientific paper includes a materials cwith results of research about kinetics of burning of oil sludge.

КазНТУ имени К.И. Сатпаева
ЮКГУ имени М. Ауэзова

Поступила 10.11.12 г.

С.К. Коданова, Т.С. Рамазанов, М.К. Исанова, Ж.А. Молдабеков

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ СВОЙСТВ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ ПЛАЗМЫ

Описана разработанная информационная система «Моделирование свойств двухкомпонентной плазмы методом МД», включающая в себя диалоговый интерфейс для выбора алгоритмов вычисления координат и скорости, позволяющая на основе метода молекулярной динамики получать контрольную карту. Программная оболочка снабжена средствами визуального наблюдения за движением частиц в системе, позволяющими наблюдать и анализировать данные в ходе компьютерного эксперимента.

Введение

Благодаря развитию вычислительной техники и методов математического моделирования сформировалось новое название «Научная визуализация». Уже достаточно надежно установлено, что научная визуализация дает эффективный инструмент для исследования динамических систем. Такие системы обычно не имеют аналитических решений и их исследование возможно только с помощью средств численного моделирования. Полученные решения, как правило, представляются многомерными данными, которые должны быть адекватно визуализированы для большего понимания изучаемых физических процессов. Ее основная задача – обеспечение возможности визуального представления и анализа больших объемов данных. Модуль визуализации становится важной частью современного вычислительного комплекса, так как без нее невозможно правильно судить о моделируемых явлениях. Реализация модуля визуализации не уступает сложности реализации численного метода. Создание собственной полноценной системы визуализации требует значительных усилий. Поэтому при конструировании вычислительного комплекса имеет смысл проанализировать специфику существующих систем визуализации.

Визуализация является существенной частью процесса численного моделирования, обеспечивающей анализ и правильную интерпретацию результатов вычислений, а также дальнейшую работу с вычислительной моделью. Компьютерной визуализацией можно понимать методику перевода абстрактных представлений об объектах в геометрические образы, что дает возможность исследователю наблюдать результаты компьютерного моделирования явлений и процессов. В компьютерном эксперименте большую роль играет наглядность: в демонстрационных целях протекание физических процессов следует изображать на экране, что приводит к значительным затратам машинных ресурсов. Это не позволяет рассматривать системы, состоящие из большого числа частиц. Они не будут успевать перерисовываться на экране в новых положениях через малые промежутки времени, так как для расчёта сил взаимодействия друг с другом большого числа частиц требуется значительное время. Поэтому, при рассмотрении с визуализацией движение частиц, взаимодействующих друг с другом посредством потенциальной энергии, число частиц может быть только совсем небольшим.

В данной работе рассматривается метод молекулярной динамики, суть которого состоит в решении уравнений движения частиц, определенным образом взаимодействующих между собой, с заданными начальными координатами и скоростями. Приводятся различные алгоритмы решения системы уравнений движения N частиц. Далее описывается программная оболочка, позволяющая в гибком диалоговом режиме исследовать двухкомпонентную плазму на основе компьютерного метода молекулярной динамики, а также визуально отслеживать за движения частиц.

Метод МД построен на более простом принципе, чем метод Монте-Карло и заключается в решении уравнений движения Ньютона для системы многих тел:

$$\frac{d\vec{r}_i}{dt} = \vec{\upsilon}_i$$

$$\frac{d\vec{\vartheta}_i}{dt} = \frac{1}{m}\vec{F}_i \qquad (1)$$

где $\vec{F}_i$ - сила, действующая на частицу i со стороны $N-1$ частиц базовой ячейки:

$$\vec{F}_i = -\sum_{j\neq i} grad\Phi_{ij}\ , \qquad (2)$$

где Φ_{ij} - парный потенциал взаимодействия.

Для исследования плотной неидеальной двухкомпонентной плазмы необходимо выбрать модель взаимодействия частиц плазмы.

При решении уравнений движения налагаются периодическое граничные условия, реализуемые следующим образом. Все трехмерное пространство разбиваются на равные ячейки объема V_i с N частицами в каждой. Одна из них считается основной (базовой). Причем конфигурация частиц повторятся во всех остальных ячейках. Таким образом, можно говорить о базовой ячейке и ее копиях (репликах).

1. Алгоритм программной реализации

Существует различные алгоритмы решения системы уравнений движения N частиц методом динамики частиц. Их программная реализация включена в программную оболочку с возможностью выбора метода интегрирования уравнении движения и с возможностью ознакомления с каждым из методов (рис. 1.1).

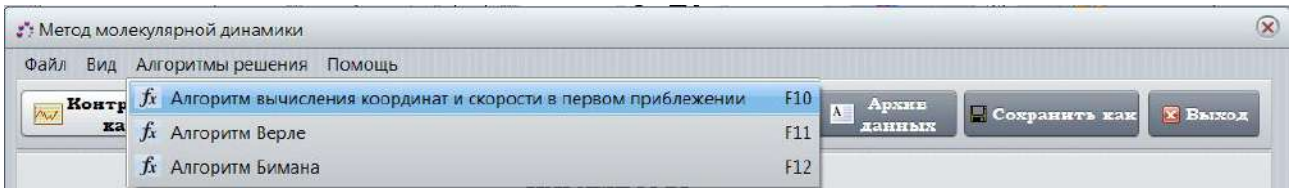


Рис.1. Окно выбора различных алгоритмов

Выбор алгоритма и шага по времени зависит от параметров моделируемой плазмы. Это в первую очередь диктуется корректностью моделирования плазмы (сохранением полной энергии в процессе моделирования) и минимизацией машинного времени. Для выбора представлены следующие алгоритмы вычисления: вычисление координат и скорости в первом приближении; вычисление координат и скорости методом Верле; вычисление координат и скорости методом Бимана.

Вычисление координат и скорости в первом приближении позволяет получить визуальное наблюдение движения частиц плазмы в разряженной среде с использованием экранированного потенциала взаимодействия, но не может дать корректное описание динамических и микроскопических свойств системы. Алгоритм Верле имеет ошибку интегрирования второго

порядок малости по шагу. Этот метод дает корректное описание динамических и микроскопических свойств не идеальной плазмы. При длительном моделировании микроканонического ансамбля двухкомпонентной плазмы использование алгоритма Верле приводит к относительно большим флуктуациям полной энергии.

2. Программная оболочка

На основе описанного алгоритма была разработана программа в среде разработки Delphi7, для визуального наблюдения за движением частиц был использован растровый графический OpenGL.

На рис. 2 представлен интерфейс программы. Она предоставляет пользователю возможность задавать параметры задачи, вести наблюдение за ходом выполнения расчетов. Результаты выводятся на экран по ходу их вычисления, как в виде графика, так и в виде таблицы, это дает пользователю возможность прервать выполнение программы с помощью кнопки

при обнаружении каких-либо отклонений.

Кнопка

переводит программу в режим визуального наблюдения движения частиц, это наблюдение позволяет наблюдать движения частиц в ячейке (рис. 2).

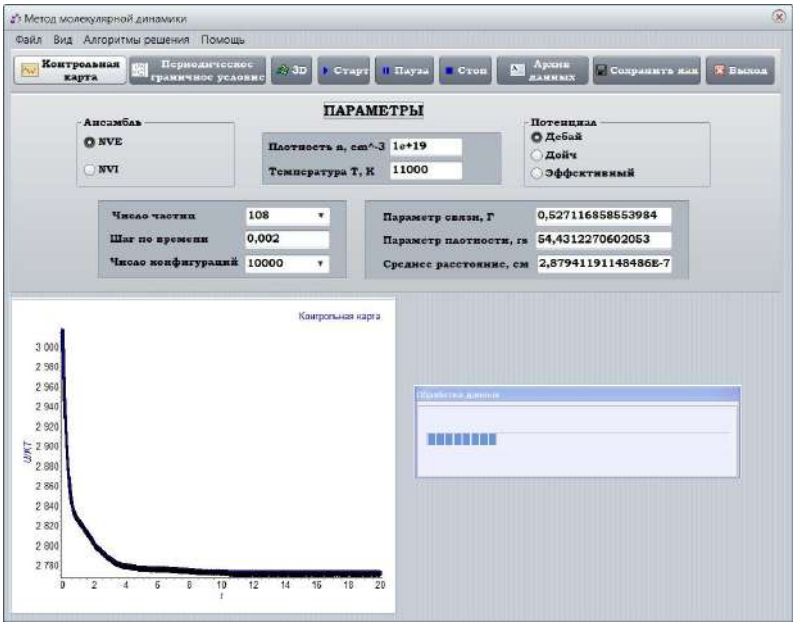


Рис. 2. Автоматизированная программа для исследования свойств двухкомпонентной плазмы

Здесь также можно выбирать ансамбль, который моделируются система с помощью уравнения движения. От выбора ансамблей зависит эволюция системы. Система эволюционирует либо вдоль кривой постоянной температуры (NVT-ансамбль), либо на поверхности постоянной энергии (NVE-ансамбль). К каноническому **NVT** ансамблю соответствуют фиксированные число частиц N и объем V, постоянная температура T. А в микроканоническом NVE ансамбле фиксированы число частиц N, объем V и полная энергия системы E.

3. Визуализация движения частиц в среде Delphi

Визуализация является существенной частью процесса численного моделирования, обеспечивающей анализ и правильную интерпретацию результатов вычислений, а также дальнейшую работу с вычислительной моделью. Компьютерной визуализацией можно понимать методику перевода абстрактных представлений об объектах в геометрические образы, что дает возможность исследователю наблюдать результаты компьютерного моделирования явлений и процессов.

В компьютерном эксперименте большую роль играет наглядность: в демонстрационных целях протекание физических процессов следует изображать на экране, что приводит к значительным

затратам машинных ресурсов. Это не позволяет рассматривать системы, состоящие из большого числа частиц. Они не будут успевать перерисовываться на экране в новых положениях через малые промежутки времени, так как для расчёта сил взаимодействия друг с другом большого числа частиц требуется значительное время. Поэтому, при рассмотрении с визуализацией движение частиц, взаимодействующих друг с другом посредством потенциальной энергии, число частиц может быть только совсем небольшим.

С помощью инструментальных средств среды объектно-ориентированного программирования Delphi представлена визуальная демонстрация движения частиц в базовой ячейке. Рассматриваются периодическая решетка с кубической ячейкой, заполненная N частицами. Анимация визуально показывает, что если какая-либо частица выходит через грань куба со скоростью υ_i, то другая частица входит через противолежащую грань с той же скоростью.

На рис. 3 для иллюстрации выполнения периодического граничного условия одну частицу выделили синим цветом. Пользователь в интерактивном режиме выбирает одну частицу и наблюдает движения ее в базовой ячейке, тем самым, получая возможность визуально оценить ее траекторию. При расчете сил, действующих на частицу, последняя окружается кубическим объемом V и учитывается взаимодействие только с частицами, находящимися в этом объеме. На рис. 3 приведена визуальная картина расположения частиц в равновесном состоянии, т.е. когда в контрольной карте потенциальная энергия выходит на стационарный участок.

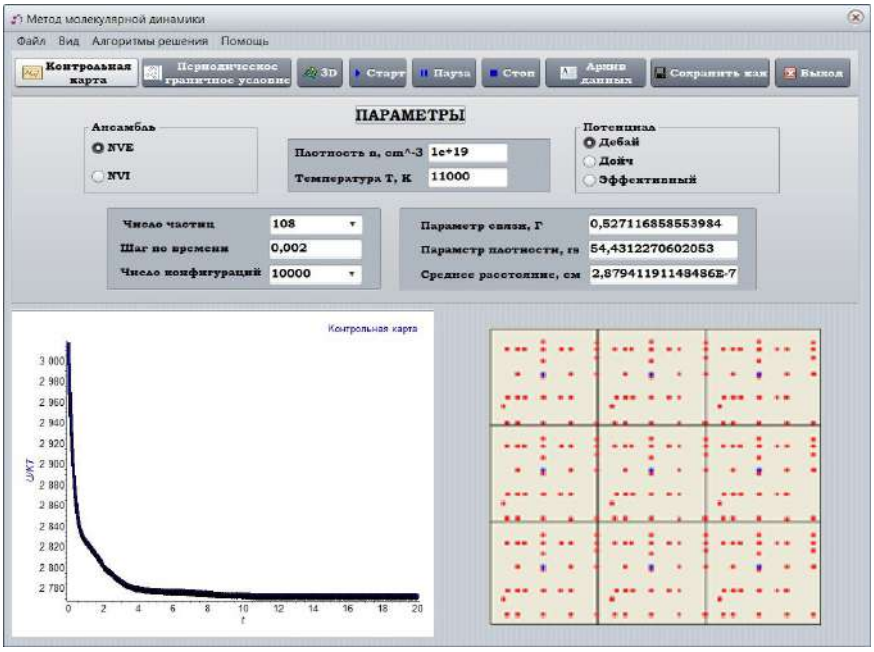


Рис. 3. Расположение частиц базовой ячейки в режиме устойчивости

В данной программе при визуализации движения частиц величина временного шага регулировалась введением пустых операторов, так как в режиме реального времени скорость движения частиц будет слишком большое и пользователь не сможет увидеть картину. Но, виртуальные частицы перерисовывается на каждом реальном временном шаге в положении, соответствующем вычисленным значениям координат.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе метода молекулярной динамики был разработан программный комплекс для моделирования двухкомпонентной плазмы, позволяющий определять основные физические свойства. Представлена схема разработанного программного комплекса для моделирования двухкомпонентной плазмы методом молекулярной динамики. В результате был разработан программный модуль, позволяющий в интерактивном режиме рассматривать движения частиц в ячейке. Применение

средств визуализации и технологии виртуального окружения позволит провести методологический анализ разработанных новых технологий для научных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Anderson J. D.* Computational Fluid Dynamics: the basics with applications.-New York, 1995.- 563p.

2. Peter Deuflhard, Jan Hermans, Benedict Leimkuhler, Alan E. Mark, Sebastian Reich, Robert, D. Skeel. Computational Molecular Dynamics: Challenges, Methods, Ideas.- Berlin,1997.-504p.

3. *Хокни Е, Иствуд Дж.* Численное моделирование методом частиц.- Москва: Мир,1987.- 638 р.

4. *Ramazanov T.S., Moldabekov Zh.A., Dzhumagulova K.N.* Pair Interaction Potential of Particles for Two-Component Plasma // Contrib. Plasma Phys. 52, –2012.-Vol. 52, № 3. –P. 207 – 210.

5. *Ramazanov T.S., Moldabekov Zh.A.* Effective interaction potentials in two component semiclassical plasma // Contrib. Plasma Phys. –2012.-Vol. 53, № 10

6. *Moldabekov Zh.A., Ramazanov T.S.* Effective interaction potentials in two component semiclassical plasma // Book of Abstracts, PNP-2012, Germany, Rostock, 2012.- P. 87.

Резюме

Бұл жұмыс аясында координата мен жылдамдықты есептеу алгоритмін таңдау үшін диалогтік интерфейске ие және молекулярлық динамика әдісі негізінде бақылау картасын алуға мүмкіндік беретін программадан тұратын “Екікомпонентті плазма қасиетін МД әдісі арқылы моделдеу” атты өңделген ақпараттық жүйе сипатталған. Бағдарламалық бет компьютерлік тәжірибе барысында алынған нәтижелерді бақылауға және анализдеуге мүмкіндік беретін жүйеде бөлшектің қозғалысын визуалды бақылау құралдарымен жабдықталған.

Summary

In this work the information system "Modeling two-component properties of the plasma dynamics method", which includes an interactive interface to select the algorithms to calculate the coordinates, speeds of particles by molecular dynamic is developed. Program shell is provided with means of visual observation of the motion of particles in the system and enables to monitor and analyze the data in the computer simulation.

НИИЭТФ, Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, г.Алматы

Поступила 10.11.12 г.

УДК 002:378.147:681.3

А.Т. Тунгатарова

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕС ПО ИНФОРМАТИКЕ В УСЛОВИЯХ КРЕДИТНОЙ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ

Большая часть специфики использования методов, форм и средств обучения описывается особенностями соответствующего учебно-методического материала, в число которого в рамках существующей кредитной системы обучения входит учебно-методический комплекс дисциплины, учебники и учебные пособия, практикумы, описание лабораторных работ, методические указания к организации самостоятельной работы студента, наборы практических заданий, системы задач, тестов. Особую роль отводят учебным компьютерным программным средствам, средствам информационно-коммуникационных технологий и, конечно же, Интернету.

При рассмотрении методики обучения общеобразовательного курса информатики особое внимание уделяется разработке и использованию учебно-методического комплекса дисциплины (УМКД), который представляет собой пакет учебно-консультативной информации и документации, содержащий индивидуальный учебный план на весь период обучения, программы дисциплин (силлабусы), методические указания для самостоятельной работы, программы практик и др.

Говоря о кредитной системе обучения, как правило, придают большое значение разработке и внедрению в учебный процесс УМК. Учебно-методические комплексы дисциплины традиционно являются основой организационно-методического обеспечения учебно-творческого процесса. УМК дисциплин является важным фактором укрепления и развития информационного пространства и ресурс-

ного обеспечения всех звеньев и ветвей непрерывного образования. Учебно-методические комплексы дисциплин разрабатываются в соответствии с содержанием ГОСО РК, квалификационной характеристикой, типовым и рабочим учебными планами специальностей и направлений подготовки и отражают основное содержание преподаваемой дисциплины, что призвано облегчить выбор студентом предмета и соответственно траектории обучения. УМК дисциплины направлен на решение следующих задач:

-определение места и роли учебной дисциплины в образовательной программе конкретной специальности;

-реализация междисциплинарных логических связей образовательной программы;

-распределение учебного времени по темам и видам учебных занятий;

-организация самостоятельной работы студентов в аудиторное и внеаудиторное время;

-активизация познавательной и творческой деятельности студентов;

- обеспечение взаимосвязи учебного и исследовательского процессов.

В Казахстане наличие разработанного УМКД является необходимым условием преподавания и обучения в условиях кредитной системы обучения. Качественный, отвечающий методическим и общедидактическим требованиям УМКД разработать непросто, требуется «обкатка» наработанного материала, поэтому УМКД ежегодно требуют доработки и внесения корректив. Массовая разработка УМКД наблюдается в каждом отдельно взятом вузе: Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахский национальный педагогический университета имени Абая (на казахском языке Ш. Шекербекова, на русском языке О.С.Ахметова, С.Н.Конева), Казахский государственный женский педагогический институт и др.

Для технических специальностей разработаны УМКД по информатике преподавателями Казахского национального политехнического университета имени К.Сатпаева, Энергетического университета, Алматинского технологического университета, Таразского государственного университета имени М.Х.Дулати.

К сожалению, стандартный подход к разработке УМКД, его ограниченность объема не позволяют в полной мере раскрыть содержание всей дисциплины. В исследовании, с точки зрения методико-дидактических особенностей, мы придерживались идеи С.Н.Коневой, которой разработан учебно-методический комплект по дисциплине «Информатика» для студентов группы специальностей «Образование»: отдельно учебно-методический комплекс дисциплины (2006 г., в соавторстве с О.С.Ахметовой), учебное пособие (2008 г.), дидактические материалы для организации СРСП (2008 г.), лабораторный практикум по информатике (2008 г.), тестовые задания по информатике в двух частях (2005 г., авторский коллектив кафедры Информатики и прикладной математики КазНПУ им. Абая).

Введение новых стандартов обучения в высшей школе влечет за собой естественным образом разработку новой типовой программы, разработку рабочей программы, силлабуса и соответственно им учебно-методического комплекса, в содержание которого входит лекционный материал по курсу, задания для самостоятельной работы студентов (СРС), тестовые задания.

Содержание лекционного материала раскрывает суть информатики и позволяет формировать все те знания и умения, которые необходимы человеку в информационном обществе для получения качественного образования в условиях информатизации образования.

Особого внимания заслуживает организация занятий СРСП. Здесь мы отводим огромную роль методам упражнения и решения задач. Опыт педагогов А.В.Брушлинского, В.В.Чебышевой, А.Ф.Эсаулова, И.О.Якиманской показывает, что способности развиваются в процессе формирования умений и навыков у обучаемых. Е.Ы.Бидайбеков и Ж.Р.Орынбаева отмечают следующую особенность: «В психологии и педагогике умения и навыки нередко определяют по-разному. Одни авторы считают, что навыки – это умения, закрепленные в результате упражнений, другие умениями называют способность применять усвоенные знания и навыки в новых условиях. Нередко эти понятия употребляются, как синонимы» [1].

В информатике дидактами сформирован подход к разработке и отбору заданий для практической деятельности обучаемых. Согласно мнению А.Г.Гейн, важно методически правильно подобрать эти задачи, учитывая при этом уровень их сложности и полноту формируемой системы навыков. Согласно этим подходам при отборе задач рекомендуется обратить внимание как на научно-практическое содержание задач, так и на психологические особенности, т.е. «на то, в какой мере знания

и умения, полученные при решении этих задач, создают основу для самостоятельного приобретения знаний и могут быть использованы в процессе профессиональной подготовки…». Исследователи отмечают характерную особенность задач по информатике: «они могут допускать большое разнообразие решений, чем и отличаются от задач других дисциплин естественного цикла» [2].

Ж.Р.Орынбаева пишет, что «при разработке и постановке задачи огромное значение имеет ее формулировка. Она, как правило, должна быть ясной и лаконичной. Анализируя условие задачи, студенты устанавливают, какие данные или обстоятельства важны и какие несущественны для рассматриваемой ситуации, для того чтобы выявить и познать ту или иную профессиональную закономерность. Иначе говоря, уточнение условия задачи приводит к построению формальной модели, которая служит основой для иной постановки задачи» [3]. На следующем этапе происходит процесс непосредственного решения задачи: определяются формулы, способы и правила подхода. Важным для проверки и анализа ответа, по мнению педагогов, является наличие логической оценки правдоподобности полученных результатов задачи. Для получения более достоверного результата обычно решают одну и ту же задачу несколькими способами.

В качестве базовых задач по информатике мы используем задачи из задачника-практикума, составителями которого являются С.Г.Семакин, Е.К.Хеннер. Только применение в качестве ведущего метода метод решения задач к темам «Информация», «Архитектура компьютера. Память», «Операционные системы» позволяет более качественно и глубоко студентам вникнуть в основные понятия этих тем, сформировать логическую и количественные связи между ними.

Очередная реформа системы образования, связанная с введением образовательных стандартов, вновь актуализировала проблему контроля учебных достижений. В образовательном стандарте наряду с обязательным минимумом содержания образования и требованиями к уровню подготовки студентов обосновываются подходы к разработке технологии проверки и оценки выполнения студентами требований стандарта в современных условиях. Содержание требований становится важнейшим критерием оценки обязательных результатов обучения. Такой подход принято называть критериально-ориентированным и он применяется именно при итоговом контроле знаний и умений студентов для определения соответствует или нет уровень подготовки студента уровню требований, заданному в стандарте. Поскольку нужна стандартная типовая процедура проверки знаний, умений, навыков, оптимальным средством проверки считают тест.

Эффективность проверочно-оценочной деятельности преподавателя во многом зависит от того, насколько успешно он реализует все основные функции контроля результатов обучения, а используемые им средства контроля соответствуют методическим и психолого-педагогическим требованиям к этим средствам.

Тесты - это одно из средств проверки и оценки результатов обучения студентов. В последние годы они получают все большее применение в практике обучения. Это обусловлено рядом причин.

Во-первых, тесты привлекают своей оперативностью. Используя их, можно быстро проверить и оценить уровень усвоения учебного материала. Это достигается в основном за счет включения в тесты проверочных заданий с выбором ответа. Благодаря этому, контроль правильности выполнения заданий значительно упрощается и может быть выполнен в короткое время.

Во-вторых, многие видят в использовании тестов путь повышения объективности проверки и оценки знаний и умений обучаемых. Считается, что стандартная, во многом формализованная процедура проверки и оценки выполнения тестов не оставляет места для проявления субъективного подхода к контролю. Это, безусловно, так, но, к сожалению, преодоление субъективного подхода к оценке не исчерпывает всех факторов, влияющих на уровень объективности, достоверности контроля и оценивания результатов обучения.

В-третьих, интерес к применению тестов в качестве средства оценки возрос в последнее время еще и в связи с тем, что они рассматриваются как наиболее перспективные измерители уровня обученности.

За основу тестовых заданий текущего контроля по основным темам использовалась частная база тестов, накопленная и собранная за время проведения экспериментальной работы. Здесь и тесты А.А.Кузнецова, О.А.Житковой, Е.К.Кудрявцевой, Е.Ы.Бидайбекова, С.Н.Коневой, С.А.Омаровой, МОН РК для подготовки к ПГК и др. Методическое пособие А.А.Кузнецова богато тестовыми заданиями практически по каждой теме курса информатики, здесь также кратко изложены требования к

тестовым заданиям. Теория тестирования раскрыта в исследованиях Т.О.Балыкбаева, А.Е.Сагимбаевой.

Особое внимание отводится лабораторно-практическим занятиям на компьютере, которые охватывают темы «Операционные системы и сети», «Графические редакторы». Таким образом, привычные для всех темы «Текстовый редактор Word», «Электронные таблицы Excel», система управления базами данных «Microsoft Access» в содержание практикума по общеобязательному курсу не входят. При проведение практических занятий нами используются электронные учебники и практические курсы, разработчиками которых являются компании TeachPro, «Кирилл и Мефодий» и др. В казахских группах для организации лабораторно-практических занятий можно использовать мультимедийную обучающую программу по информатике для средних школ на казахском языке (авторы Е.Ы. Бидайбеков, В.В. Гриншкун, Н.С. Заурбеков, С.Н. Конева и др., 2003 г.).

Таким образом, рассмотренный учебно-методический комплекс по информатике, готовые и разрабатываемые компьютерные средства, в том числе и сетевые, позволяют вести речь о достаточной учебно-методической обеспеченности дисциплины «Информатика» для студентов всех специальностей в условиях введения новых образовательных стандартов. Однако, необходимо учесть, что инвариантный модуль не может обеспечить всей общеобразовательной подготовки студентов по информатике, поэтому естественно введение коррекционных и вариативных модулей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бидайбеков Е.Ы., Орынбаева Ж.Р.* Деятельностная модель специалиста как основа для формирования содержания обучения информатике в среднем профессиональном образовании //Вестник КазНПУ им Абая. Серия «Физико-математические науки».- Алматы, 2004. №1(9).- С.42-45.

2. *Гейн А.Г., Бешенков С.А., Григорьев С. Г.* Информатика и информационные технологии: Учеб. пособие для гуманит. факультетов педвузов. / Урал. гос. пед. ун-т. Екатеринбург, 1995, 144 с.

3. *Орынбаева Ж.Р.* Профильное обучение информатике в политехническом колледже: автореф… канд.пед.наук. КазНПУ им. Абая, -2004.- 154 с.

4. *Тунгатарова А.Т.* О подходах к построению содержания общеобразовательного курса информатики для инженерных специальностей // Білім – Образование. -№ 5(53), 2010. – С. 49-52.

Резюме

Мақала несиелік оқыту жүйесі жағдайындағы пәндер оқу-әдістемелік кешенінің ролі белгіленген. Информатиканың жалпы білім беру курсы бойынша оқу-әдістемелік кешенінің мағынасы берілген.

Summary

This article determines the role of educational and methodological complex of the discipline under conditions of credit education system. Content of educational and methodological complex is provided pursuant to general course of computer science.

Таразский государственный университет
имени М.Х.Дулати

Поступила 10.11.12 г.

УДК 636.085.55:539.

А.С. Боранкулова

ИЗУЧЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПШЕНИЧНОЙ КРУПЫ

Структурно-механические свойства характеризуют поведения продукта в условиях напряженного состояния и позволяют связать между собой напряжения, деформации, или скорости деформации в процессе приложения усилий [1].

В рабочих каналах технологического оборудования обрабатываемый материал претерпевает объемную деформацию под воздействием рабочих органов оборудования. Поэтому знание основных закономерностей изменения физико-механических свойств материала в процессе их переработки является необходимым условием для научно-обоснованного расчета и проектирования оборудования.

С целью повышения точности определения физико-механических характеристик получали несколько кривых ползучести при различных напряжениях.

Это дает возможность, во-первых, проверить линейность зависимостей мгновенной упругой деформации, запаздывающей упругой деформации и скорости деформации вязкого течения от напряжения сдвига и, во-вторых, графически определить характеристик материала по результатам нескольких параллельных испытаний.

На рис. 1 приведена ползучесть пшеничной крупы в условиях сжатия в замкнутом объема. Как видно, деформируемость пшеничной крупы влажностью 12,1 % самая низкая. Поэтому для получения данных для дальнейших расчетов будем производить материал по этой влажности.

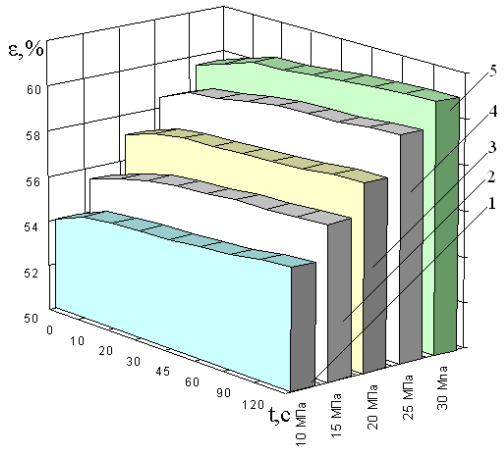
Мгновенную упругую деформацию γ_1, равновесную деформацию γ_2, деформацию вязкого течения γ_3 определяли по кривым ползучести.

Модулей мгновенной упругой деформации G_1, запаздывающей упругой деформации G_2, объемную вязкость η_1, время релаксации λ и объемную вязкость упругого последействия η_2 рассчитывали по формулам 1–3 [2].

$$G_1 = \frac{\tau}{\gamma_1}; \quad \eta_1 = \frac{\tau \cdot t_H}{\gamma_3} \tag{1}$$

$$G_2 = \frac{\tau}{\gamma_2} \tag{2}$$

$$\eta_2 = G_2 \cdot \lambda \tag{3}$$



1 – 12,1; 2 – 12,9; 3 – 13,2 и 4 – 14,0 %

Рис. 1. Ползучесть пшеничной крупы

Постоянную времени релаксации ($\lambda = 10$ с) определяли также по кривым ползучести, учитывая незначительный разброс G_1, G_2.

В табл. 1 представлены численные значения реологических параметров пшеничной крупы при влажности 12,1%. Как видно, пшеничная крупа обладает ярко выраженными вязкоупругими свойствами. Полученные численные значения физико-механических характеристик материала справедливы в интервале давлений прессования от 10 до 30 МПа и могут быть использованы для расчета технологического оборудования.

Как видно, модули упругости повышаются с увеличением напряжения, то есть возрастает сопротивление материала сжатию.

Такая же картина имеет место для вязкостных характеристик. Это объясняется повышением плотности прессуемого продукта. Знание характера изменения реологических параметров продукта позволяет вести технологический процесс плющения при оптимальном режиме.

Результаты исследований показали, что с увеличением температуры запаздывающая упругая деформация G_2 и объемная вязкость упругого последействия η_2 снижаются (табл. 1). Например, изменение температуры пшеничной крупы от 320 до 360 К приводило к снижению величин G_1, η_2 (в первые 10 с) в 1,1 раз.

Это объясняется тем, что с уменьшением внутримолекулярного и межмолекулярного взаимодействия частиц под влиянием температуры, значения мгновенной упругой деформации γ_1 снижаются, что приводит к уменьшению объемной вязкости η_1.

Кроме того, под влиянием температуры продукт пластифицируется, происходит клейстеризация крахмала, содержащегося в продукте [3].

Таблица 1. **Численные значения реологических параметров пшеничной крупы**

Реологические характеристики	Напряжение, МПа				
	10	15	20	25	30
W- *12,1 %* при t- *320 К*					
G_1, МПа	0,192	0,283	0,371	0,456	0,539
G_2, МПа	0,188	0,277	0,363	0,447	0,527
η_1, МПа·с	16,9	17,5	23,1	33,2	36,0
η_2, МПа·с	20,2	29,7	39,0	47,9	56,6
W- 12,1 % при *t- 330 К*					
G_1, МПа	0,185	0,270	0,358	0,443	0,522
G_2, МПа	0,164	0,265	0,350	0,434	0,514
η_1, МПа·с	17,5	18,1	25,4	36,0	36,4
η_2, МПа·с	19,4	30,8	35,1	42,4	44,1
W- 12,1 % при t- 340 К					
G_1, МПа	0,179	0,263	0,347	0,433	0,512
G_2, МПа	0,174	0,258	0,343	0,425	0,507
η_1, МПа·с	18,2	18,8	28,6	38,7	36,7
η_2, МПа·с	18,8	27,6	36,4	45,5	53,8
W- 12,1 % при t- 350 К					
G_1, МПа	0,175	0,261	0,346	0,428	0,511
G_2, МПа	0,172	0,255	0,338	0,421	0,501
η_1, МПа·с	17,0	20,83	37,5	50,0	50,01
η_2, МПа·с	18,4	27,4	36,3	44,9	53,7
W- 12,1 % при t- 360 К					
G_1, МПа	0,173	0,260	0,342	0,425	0,506
G_2, МПа	0,170	0,253	0,338	0,417	0,498
η_1, МПа·с	16,67	21,43	33,33	43,10	42,86
η_2, МПа·с	18,2	27,3	35,9	18,8	53,1

ЛИТЕРАТУРА

1. *Подохин В.А., Кокина Н.Р.* Физико-механические свойства сырья и пищевых продуктов: Учебное пособие/ Иван. гос. хим. тех. ун-т, Институт химии растворов РАН.-Иваново, 2007,128 с.

2. Методика определения характеристик ползучести, длительной прочности и сжимаемости мерзлых грунтов /С. С. Вялов, С. Э. Городецкий, В. Ф. Ермаков и др. - М.: Наука, 1966, 132 с.

3. *Мельников Е., Мерко А.* Производство быстроразвариваюшейся крупы и зерновых хлопьев. // Хлебопродукты.- 1998, 20-21с.

Резюме

γ_1 серпімді деформациясы, γ_2 тепе-теңдік деформациясы, γ_3 бойлы ағу кезеңіндегі тұтқырлық деформациясы, G_1 серпімді деформацияны модулі, G_2 кешігетін серпімді деформацияны модулі, η_1 көлемдік тұтқырлығы, λ релаксация уақыты және бидай дәннің іс-әрекеттен кейіңгі η_2 серпімді көлемдік тұтқырлығы эксперименталді анықталды.

Summary

In stanteneous resilient deformation γ_1, cquilibrium deformation γ_2, deformation of viscid flow γ_3, module of instantaneous resilient deformation G_1, module of late resilient deformation G_2, volume ductility η_1, time of relaxation η_1 and volume ductility of springback η_2 grains of wheat have been experimentally defined.

ТарГУ им. Дулати *Поступила 23.10.12 г.*

Дж.М. Каниев, К.А. Шарипов, А.Р. Юсупов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДАРНОЙ ИМПУЛЬСА ЖИДКОСТИ В НАГНЕТАТЕЛЬНОМ КАНАЛЕ ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ

Основная схема физического процесса явления гидравлического удара по теории Н. Е. Жуковского основывается на мгновенном ударе жидкости об мембрану. При этом жидкость считается не вязкой, но сжимаемой и подчиняющейся закону Гука, трубопровод — абсолютно жестким, скорость H - напорного движения равна $\upsilon_H = \sqrt{2gH}$.

Для получения этой скорости в нагнетательном канале надо создать перепад давления- Δp, который определяется в виде разницы давлений [5]:

$$\Delta p = p_H - p_a = \rho \frac{\upsilon_n^2}{2} d \quad , \quad \alpha = \frac{1}{\omega_0} \int_{(\omega_0)} (\frac{u}{\upsilon_{cp}})^3 d\omega$$

где υ_{cp} – средняя скорость потока, α - коэффициент кинетической энергии, или коэффициент Кориолиса, и равно интегральному соотношению:

Таким образом, будем иметь следующее равенство для определения перепада давления:

$$\Delta p = \alpha\rho \frac{\upsilon_П^2}{2} = \alpha\rho \frac{2gH}{2} = \alpha\gamma H \qquad (1)$$

где γ – удельный вес жидкости. Из равенства (1) получим при $\alpha \cong 1{,}04$ следующую таблицу для зависимости перепада давления от напора потока гидравлической жидкости;

В нагнетательном канале вследствие соударения потока в нагнетательном канале возникает истечение через дроссельное отверстие, перепускного клапана диаметром - d_0. Из-за внезапного соударения двух потоков в нагнетательном канале происходит суммарный гидравлический удар в перепускной клапан, который находится перпендикулярно к движению жидкости. Удар возникает за счет соударения потоков в нагнетательном канале, поэтому определить зависимость перепада давления от импульса потока I_0^*, образованного в нагнетательном канале с диаметром -D_0 имеет большое значение. Для этой цели определим ударный импульс в потоке I_0, который равен [2]:

$$I_0 = P_0 + \gamma H$$

Для определения значения импульса потока воспользуемся уравнением Навье-Стокса для несжимаемой вязкой жидкости, т.е. для гидравлических жидкостей. Тогда уравнение количества движений вязкой жидкости имеет вид:

$$\rho u \frac{\partial u}{\partial x} + \rho \upsilon_{cp} \frac{\partial u}{\partial r} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \upsilon_{cp} \nabla^2 u \tag{2}$$

Уравнение неразрывности этой жидкости можно записать в виде:

$$\frac{\partial (u \rho r)}{\partial x} + \frac{\partial (\upsilon_{cp} \rho r)}{\partial r} = 0 \tag{3}$$

Предположим, что нагнетательный канал – круглый осесимметричный. Тогда имеем следующие начальные и граничные условия:

$$u(R_0) = 0, \left.\frac{\partial u}{\partial r}\right|_{r=0} = 0, \upsilon_{cp}(0) = 0, \upsilon_{cp}(R_0) = 0$$

Уравнение количества движения с учетом уравнения неразрывности (3) можно привести к виду [3]:

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho u^2) + \frac{\partial (\rho u \upsilon_{cp})}{\partial r} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \upsilon_{cp} \nabla^2 u \tag{4}$$

Для получения уравнения усредненного по толщине круглой трубы, умножим уравнение на $rdrd\theta$ и интегрируем по r и θ от 0 до 2π, а внутренний интеграл от 0 до R_0 и тогда будем иметь следующее интегральное равенство для уравнения вязкой жидкости:

$$\int_0^{2\pi} d\theta \int_0^{R_0} rdr \left[\frac{\partial}{\partial x}(\rho u^2) + \frac{\partial (\rho u \upsilon_{cp})}{\partial r} \right] = -\int_0^{2\pi} d\theta \int_0^{R_0} \frac{\partial \rho}{\partial x} rdr + \gamma \int_0^{2\pi} d\theta \int_0^{R_0} r \nabla^2 u dr$$

Откуда получим равенство для импульса потока:

$$2\pi \frac{d}{dx} \int_0^{R_0} (\rho u^2 + p) rdr = \gamma \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial r}\Big|_0^{R_0} \tag{5}$$

Таким образом, установим, что импульс потока является неизменным:

$$2\pi \left[\int_0^{R_0} \rho u^2 rdr + p \frac{R_0^2}{2} \right] = const$$

Предположим, что в ударном трубопроводе потеря напора незаметна, т.е.:

$\left| P_{вых} - P_{вх.} \right| << 1$

Как известно, первый интеграл выражения определяет импульс потока,
тогда будем иметь выражение для импульса потока в следующем виде.

$I_0 = 2\pi \int_0^{R_0} \rho u^2 rdr = const$.

Согласно формуле Пуазейля, имеем, что расход жидкости определяется через перепад давления в виде:

$$Q = 2\pi \frac{\Delta p R_0^4}{16 \mu L}; \text{ где } \quad R_0 = \frac{D_0}{2} \tag{6}$$

При помощи формулы определим импульс потока в нагнетательном канале:

$$I_0 = \int_0^{2\pi} d\theta \int_0^{R_0} ru^2 \rho dr = 2\pi \int_0^{R_0} \rho \left(\frac{\Delta p}{4\mu L}\right)^2 \left[R_0^4 - r^2\right]^2 r dr = 2\pi\rho \left(\frac{\Delta p}{4\mu L}\right)^2 \int_0^{R_0} \left[R_0^4 - 2R_0^2 r^2 + r^4\right] r dr =$$

$$2\pi\rho \left(\frac{\Delta p}{4\mu L}\right)^2 \int_0^{R_0} \left[R_0^4 r - 2R_0^2 r^3 + r^3\right] dr = 2\pi\rho \left(\frac{\Delta p}{4\mu L}\right)^2 \left[\frac{R_0^6}{2} - 2\frac{R_0^6}{4} + \frac{R_0^6}{6}\right] = 2\pi\rho \left(\frac{\Delta p}{4\mu L}\right)^2 \frac{R_0^6}{6} =$$

$$\rho \left(\frac{\Delta p R_0^4}{16\mu L} 2\pi\right) \frac{16}{6} \frac{1}{2\pi} \frac{1}{R_0^4}.$$

Таким образом, для импульса потока имеем выражение:

$$I_0 = \rho \frac{16}{12\pi} \frac{1}{R_0^2} Q \tag{7}$$

где Q – расход жидкости, т.е. объем рабочей жидкости, протекающей через поперечное сечение нагнетательного канала, который определяется из уравнения неразрывности, при предположении, что поперечное сечение нагнетательного канала является кругом радиуса R_0, который определяется формулой неразрывности:

$$Q = \omega \upsilon_{ср} = \pi R_0^2 \upsilon_{ср} \tag{8}$$

Здесь $\upsilon_{ср}$ – средняя скорость потока.

Тогда для импульса имеем следующее выражение:

$$I_0 = \frac{16}{12\pi} \frac{1}{R_0^2} \rho \left[\pi R_0^2 \upsilon_{ср}\right] = \frac{16}{12\pi} \rho \pi^2 R_0^2 \upsilon_{ср}^2$$

или

$$I_0 = \frac{4\pi}{3} \rho R_0^2 \upsilon_{ср}^2 \tag{9}$$

Таким образом, определение ударной импульса жидкости в нагнетательном канале гидрораспределителя в основном зависит от диаметра нагнетательного канала и скорости рабочий жидкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по использованию программы "Расчет гидравлического удара в закрытых оросительных сетях на ЭВМ"ЕС - 1022. - Л.: Ленгинроводхоз, 1980 г.

2. *Альтшуль А. Д., Животовский Л. С., Иванов Л. П.* «Гидравлика и аэродинамика» Учебник для вузов / - М.: Стройиздат, 1987. – 414 с.: ил

3. *Рахматулин Х.А.* Газовая волновая динамика, изд. МГУ, 1962 г

4. *Нигматулин Р.И.* Динамика многофазных сред.– М.: Наука, 1987. 464 с.

5. *Хамидов И.А.* Уравнение Бернулли для неустановившегося движении смеси вязких жидкостей // ДАН РУз. – Ташкент, 2007. Т.№3. – С. 24– 26

6. *Хамидов А.А., Худайкулов С.И.* Теория струй многофазных вязких жидкостей. Ташкент- 2003. ФАН.

Резюме

Исследовано соударение двух потоков жидкости во время гидроудара в нагнетательном канале распределителя.

Summary

Were investigated the collision of two streams of fluid water hammer in the discharge channel of the distributor.

Туринский политехнический университет, г. Ташкент *Поступила 15.11.12 г.*

УДК 656.226.12.

А.В. Мухаметжанова, Ж.Д. Картбаева

ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕВОЗОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ

Совершенствование информационной обеспеченности оперативных работников железнодорожного транспорта позволяет существенно улучшить организацию и условия труда, снизить их загрузку, повысить надежность и оперативность решения ими задач управления. Наличие необходимой информационной базы позволяет решать с использованием ЭВМ оптимизационные задачи по управлению перевозочным процессом. В связи с этим важно определить этапность разработки системы информационного обеспечения перевозочного процесса в целом.

Проектирование – это один из этапов *жизненного цикла* (ЖЦ) информационной системы (ИС). ЖЦ ИС состоит из последовательности состояний ИС, начиная от момента возникновения необходимости в данной ИС до момента прекращения ее использования. Применительно к программному обеспечению (ПО), являющемуся наиболее сложной и трудоемкой компонентой ИС, обычно выделяют следующие этапы ЖЦ (13-15): *анализ и формирование требований, проектирование, реализация, эксплуатация (сопровождение), снятие с эксплуатации.* Аналогичные стадии (этапы) составляют и жизненный цикл информационной системы (14). Первые три этапа ЖЦ (анализ и формирование требований, проектирование, реализация) объединяют общим понятием – *разработка ИС*. Каждый этап разработки ИС можно представить в виде последовательности подэтапов. Так, этап *анализ и формирование требований* включает: предпроектное обследование объекта информатизации (анализ существующей ИС), разработку концепции ИС, разработку технического задания. Этот этап предшествует проектированию, иногда его называют предпроектным. Этап *проектирование* в свою очередь включает такие подэтапы: эскизное проектирование, разработку пилот-проекта, техническое проектирование, рабочее проектирование. Этот этап завершается созданием проектной документации, достаточной для реализации ИС. Этап *реализация* включает: создание ИС, тестирование, системную откладку, ввод в эксплуатацию.

На рис. 1 показаны этапы разработки ИС. Кратко поясним содержание работ, выполняемых на каждом этапе (подэтапе).

При *предпроектном обследовании* объекта информатизации осуществляется сбор и анализ данных (путем опроса специалистов, изучения документов и технических описаний) о структуре, функциях объекта информатизации. Описываются информационные потоки, реализуемые в объекте бизнес-процессы, существующие технологии управления. Выявляются недостатки существующей информационной системы, и обосновывается целесообразность проведения работ по созданию новой (модернизации старой) ИС. Формируются требования пользователей к создаваемой ИС.

На подэтапе *разработки концепции* ИС осуществляется поиск путей удовлетворения требований пользователей на уровне концепции создаваемой системы (назначение, функции, программно-техническая платформа, режимы использования). Рассматриваются альтернативные варианты архитектуры системы, производится их анализ, выбирается лучший вариант архитектуры системы.

Концепция – это основная идея, замысел, основной конструктивный принцип.

На стадии *разработки технического задания* формируется техническое задание (ТЗ) на информационную систему. Состав и содержание ТЗ определены ГОСТ34.602-89. основой ТЗ являются требования к создаваемой системе.

На этапе *эскизного проектирования* осуществляется предварительная проработка проектных решений по системе в целом или ее частям. Необходимость этого этапа возникает при создании сложных систем, состоящих из большого числа взаимодействующих элементов, например, информационных систем крупных предприятий, отраслей и т.п.

Пилотные проекты создаются в случаях, когда необходимо проверить правильность тех или иных проектных решений. Как правило, пилот-проекты реализуются для отдельных элементов сложных информационных систем.

На этапе *технического проектирования* осуществляется разработка основных проектных решений по системе и ее частям: определение функциональной структуры, выбор комплекса технических средств, выбор СУБД, проектирование баз данных, входных и выходных форм; разработка технологии обработки информации, обеспечивающей выполнение требований, предъявляемых к данным; разработка алгоритмов обработки данных при выполнении различных функций.

На этапе *рабочего проектирования* проводится разработка программных средств системы, их автономная откладка, осуществляется адаптация приобретаемых программных продуктов, готовится рабочая документация для ввода в действие и эксплуатации ИС.

Этап *реализации* включает выполнение строительно-монтажных работ, тестирование и системную откладку программных средств, организационную подготовку к вводу ИС в действие, обучение персонала, пусконаладочные работы, опытную эксплуатацию (с необходимой доработкой по ее результатам), приемочные испытания.

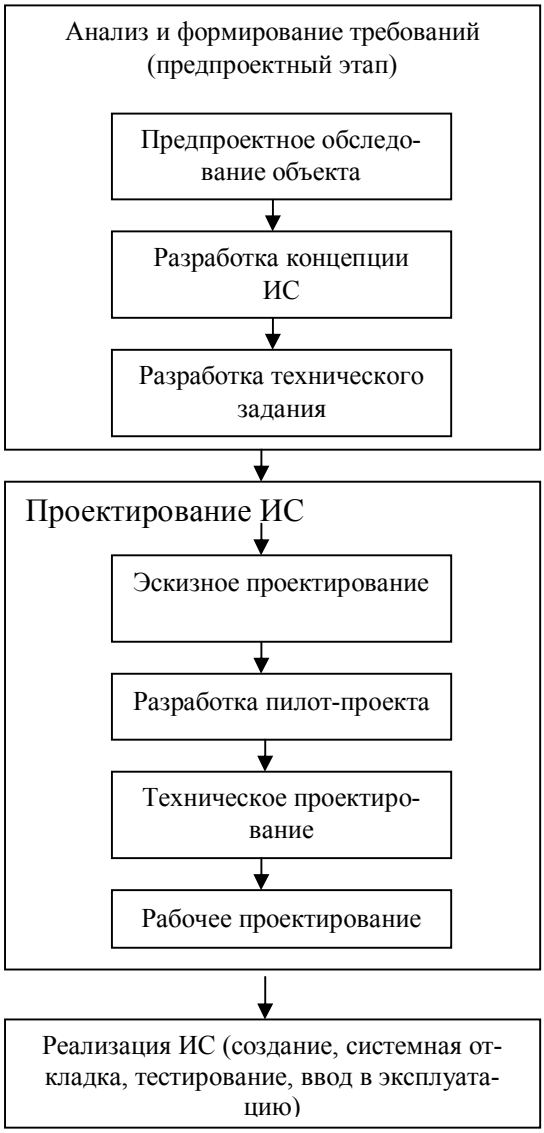


Рис. 1. Этапы разработки информационных систем

В современных условиях приобретают особую актуальность вопросы совершенствования информационного обеспечения диспетчерского персонала. Современная структура диспетчерского управления не соответствует возможностям современных средств связи, вычислительной техники, способам сбора, переработки и отображения информации, полигонам обращения тепловозов и электровозов. Требуется с использованием предлагаемой концепции реорганизация существующей

структуры оперативного управления перевозочным процессом и создание на каждом полигоне дороги разбивкой на районы управления, привязанные к основным поездообразующим узлам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Под редакцией Тулупова Л.П. Управление и информационные технологии на железнодорожном транспорте: Учебник для вузов ж.-д. транспорта. – М.: Маршрут. – 2005 г. – 467 с.;

2. *Буянов В.А., Ратин Г.С.* Автоматизированные информационные системы на железнодорожном транспорте. – М.: Транспорт, 1984 г. – 239 с.;

3. Под редакцией Петрова А.П. Комплексная автоматизированная система управления железнодорожным транспортом. – М.: Транспорт, 1977 г. – 600 с.

Резюме

Приведены основные этапы разработки информационных систем. Наличие информационной базы позволяет решать с использованием ЭВМ оптимизационные задачи по управлению перевозочным процессом.

КазАТК им. М. Тынышпаева *Поступила 12.09.12 г.*

УДК 338.4:668.31

Б. Абзалбекулы, О.К. Джанахметов, Г.Б. Джумабекова

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НОВЫХ СИЛИКОНОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ОБУВНЫХ ОРТОПЕДИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Введение

По данным Департамента Статистики Организации Объединённых Наций ООН, к концу XX века более 80% населения Земли имеют анатомо-функциональные отклонения стоп и нижних конечностей с соответствующими негативными последствиями для здоровья.

Массовые обследования населения показали, что наиболее распространенным видом ортопедической патологии являются деформации стоп [1,2]. В структуре ортопедической патологии деформации и заболевания стоп составляют 30 % и более, в том числе в последнее время все актуальней становится проблема изготовления ортопедической обуви для больных сахарным диабетом. В мире насчитывается 150 млн. человек с заболеванием сахарного диабета, однако диабетическая стопа в той или иной форме наблюдается у 80% больных (120 млн.) [2].

Литературный обзор проведенный нами в работе [3] показывает о необходимости активации работ высококвалифицированных специалистов, в том числе обувщиков, для обеспечения ортопедическими изделиями и создание нормальных жизненных условий больных с различными заболеваниями (деформациями) стоп, и в особенности больных с синдромом диабетической ступни.

Современный подход ортопедического обеспечения больных с различной патологией стоп наиболее часто базируется на адаптировании к стопе стандартной или ортопедической обуви с помощью индивидуальных ортопедических элементов, в том числе ортопедических стелек [4].

Стелька — одна из основных элементов обуви, от которой зависит опорная комфортность, теплозащитные, гигиенические и другие характеристики обуви, а также возможность профилактики ряда деформационных отклонений в стопе, устранение локальных перегрузок.

Проведенные экспериментальные исследования [5] показывают, что при выборе материалов и проведении технологического процесса изготовления ортопедических стелек должны учитываться физико-механические и технологические свойства материалов (плотность, твердость, относительная остаточная деформация при сжатии, усадка при термоформовании), в наибольшей степени определяющие соответствие используемого материала медико-техническим требованиям, предъявляемым к ортопедическим стелькам.

Многолетние эксплуатационные наблюдения за экспериментальными и внедренными материалами в отрасли ортопедических изделий подтверждают эффективность использования

силиконов в протезно-ортопедической технике для повышения надежности, функциональности, комфортности изделий и качества обеспечения инвалидов стельками, протезами и ортезами [6].

Известно [7], что силиконовые каучуки наряду с комплексом ценных свойств имеют ряд недостатков: невысокие прочностные показатели, нестойкость к действию органических растворителей. Используемые силиконы редко состоят из чистого не модифицированного полидиметилсилоксана, основные цепи почти всегда модифицированы боковыми заместителями. Поэтому большой интерес представляет модификация полидиметилсилоксанов.

В связи с этим в работе [8] нами были получены и исследованы физико-механические показатели силиконов и композиции силиконов с добавлением различных наполнителей, в том числе порошообразной микрокристалической целлюлозы (МКЦ). По результатам работы было показано значительное улучшение механических свойств (прочность на разрыв, удлинение при разрыве, прочность по Шору) композиции силиконов с добавлением МКЦ по сравнению с другими наполнителями.

С целью применение силиконовых композиции в ортопедичесиких изделиях, в том числе и в качестве стелек в данной работе получили и исследовали физико-механические свойства силикона и композиции силиконов с добавлением МКЦ в разных количествах.

Обьекты и методы исследования

Для получения образцов силиконовых композиций и ортопедических стелек использовали двух компонентный А и В силикон марки Endeavour 2516. В качестве наполнителя порошкообразный МКЦ с размером частиц са. 20 μm. и дозировки 5, 10, 15, 20, 25% на силикон.

Компоненты силиконов А и В смешивались в равных пропорциях и добавляли МКЦ в вышеуказанных соотношениях, а затем формовали в термостате и выдерживали в течение 15 мин при температуре 70°С.

Образцы композиции силиконов для исследования физико-механических свойств имеют площадь 60× 20мм и толщину 5 ± 0,5мм, а ортопедические стельки для исследования деформационных свойств имеют толщину 10 ± 0,5мм. Испытываемую ортопедическую стельку помещали между подошвой и колодкой, которые устанавливали между зажимами испытательной машины.

В исследовании были протестированы не менее семи образцов, и для каждого набора образцов вычислены средние значения.

Испытания на физико-механические свойства силикона и новых силиконовых композиции проводили при комнатной температуре с использованием универсальной испытательной машины H25KT (Tinius Olsen, Англия) в научно исследовательской лаборатории «Полимерных и кожаных изделий» Каунасского технологического университета (Республика Литва).

Определение твердости по Шору силикона и композиции силиконов с наполнителем МКЦ проводили на приборе Shore Durometers HPSA-M.

Результаты и их обсуждение

Физико-механические свойства силикона и композиции силиконов с добавлением МКЦ в виде наполнителя показаны в рис. 1. Из приведенных данных видно, что прочность на разрыв (рис.1а) с добавлением МКЦ в количестве 10% увеличивается от 0,19 до 0,35 МПа. Добавление МКЦ в количестве 25% улучшает механические свойства силиконовых композиции более, чем в два раза до 0,26 МПа.

Такие же изменения наблюдаются в случае удлинения при разрыве рис. 1б. Композиции силикона с содержанием МКЦ 10% удлинения при разрыве составляет 264%, что больше на 76% по сравнению с исходным силиконом. Добавлением МКЦ в количестве 25% удлинение при разрыве увеличивается 188 до 335%.

Исследование твердости по Шору силикона и компзиции силикона приведены на рис. 1в. Из показанных данных видно значительное увеличение твердости силикона с добавлением МКЦ. Содержание МКЦ в составе силикона в количестве 10% увеличивает твердость композиции на 2,81 усл.ед., а с добавлением МКЦ в количестве 25% увеличивается от 5,9 до 11,37усл.ед.

Влияние МКЦ использованного в качестве наполнителя на механические свойства полученного продукта связано с взаимодействием частиц МКЦ на границе силиконовых композиции, который приводит к некоторому улучшению механических и других физико-химических параметров. Это связано с высокими взаимодействующими способностями МКЦ с другими поверхностями, который осушествляется образованием связи с активными гидроксильными группами.

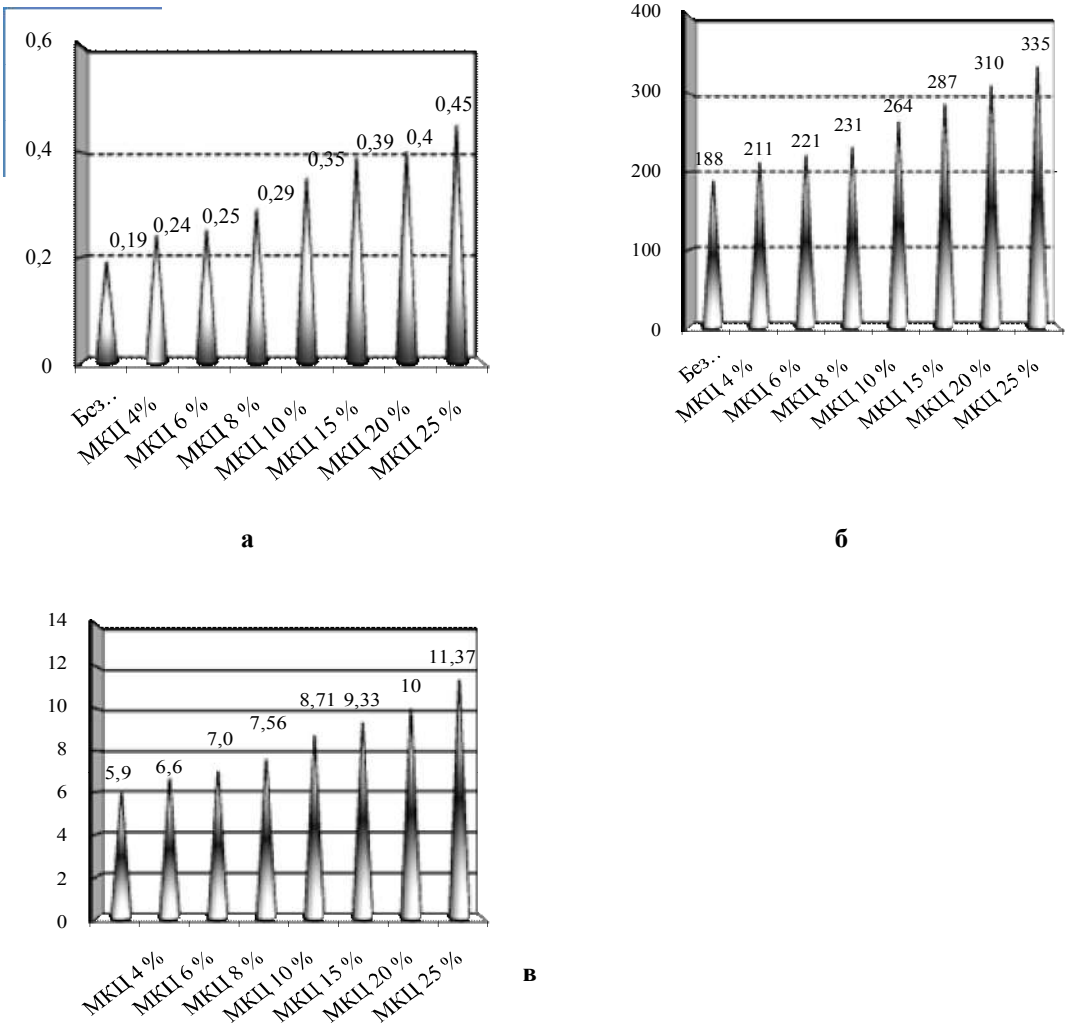


Рис. 1. Физико-механические свойства силикона и композиции силиконов с наполнителем МКЦ:
а - прочность на растяжение, б - относительное удлинение при разрыве, в - твердость по Шору, усл.ед.

Экспериментальные исследования по определению деформации сжатия образцов силиконовых стелек без наполнителя и с добавлением МКЦ в количествах 15-25% показали, что зависимость между этими показателями носит нелинейный характер. Силикон без наполнителя деформируется при невысоких напряжениях сжатия. Например, деформация сжатия в пределах от 0 до 20мм достигается при напряжении сжатия в пределах 3000 N. У силиконовых стелек с добавлением МКЦ в количестве 15% деформация сжатия в указанных пределах достигается при напряжении сжатия в 3700 N, а с добавлением наполнителя 25% деформация сжатия в пределах от 0 до 20мм достигается при напряжении сжатия в 4300 N.

Эти данные показывают, что при выборе количества добавляемого наполнителя для изготовления индивидуальных ортопедических стелек следует учитывать массу больного: чем

больше его масса, тем больше напряжение сжатия испытывает материал стельки, следовательно, больше ее деформация.

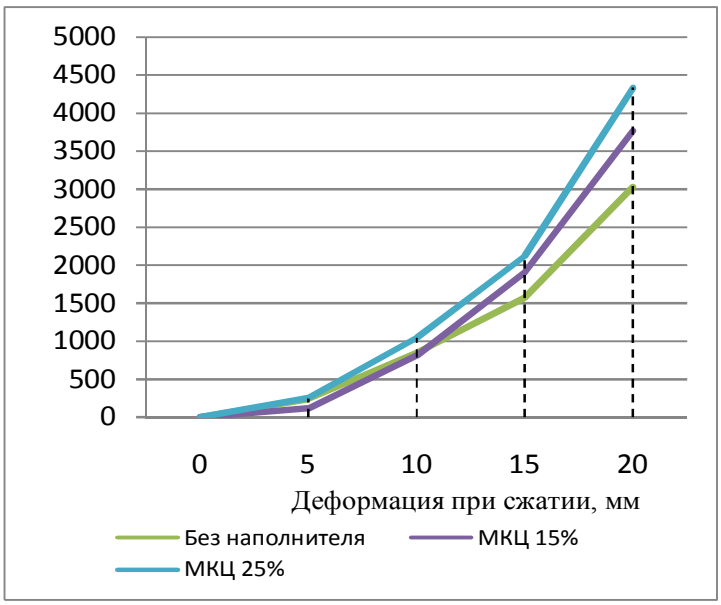


Рис. 2. Деформации при сжатии силикона и композиции силиконов с наполнителем МКЦ

Выводы

Таким образом, экспериментальные исследования показывают, что с увеличением количества наполнителя улучшаются физико-механические и технологические свойства силикона (прочность на разрыв, удлинение при разрыве, твердость по Шору усл.ед, относительная остаточная деформация при сжатии), в наибольшей степени определяющие соответствие используемого материала медико-техническим требованиям, предъявляемым к ортопедическим стелькам.

С учетом определенных физико-механических и деформационных свойств силикона и новых модифицированных силиконовых композиции с добавлением микрокристаллической целлюлозы в разных соотношениях можно подобрать стельки с разными физико-механическими показателями, предусмотренные спецификой заболевания.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Андрухова Р.В., Дондорева И.С.* Некоторые аспекты реабилитации больных с синдромом «диабетическая стопа». Всероссийской гильдии протезистов и ортопедов. №4(18)2004г. 23 стр.

2. *Катамадзе А.Г., Грдзелидзе М.Г., Шаламберидзе М.М. Чубинидзе Л.Г.* Значимость специальной обуви для больных диабетом. Международный научный журнал - «Научные новости Грузии». №4. 2009г. Стр. 18.

3. *Абзалбекулы Б., Джанахметов О.К.* Исследование применения силиконовых ортопедических обувных изделий для больных диабетом. Международная научно-практическая конференция «Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии готеприимства». Алматинский технологический университет. 12-13 октября 2012 г. стр.435

4. *Яременко Д.А., Корольков А.И., Кикош Г.В., Кузнецов А.П.* Особенности ортопедического обеспечения больных с деформациями стоп вкладными ортопедическими изделиями. «Ортопедия, травматология и протезирование» 2009, № 2: 49–53

5. *Соболев С.Е.* О свойствах пенопластов для ортопедических стелек. Вестник Всероссийской гильдии протезистов и ортопедов. №4(18)2004г. 16 стр.

6. *Ватолинский Л.Е., Хмелевская И.О., Щетинина Л.Г., Белевцова Л.О., Гришко Е.К.* Силиконы в протезировании и ортезировании. Ортопедия, травматология и протезирование. 2010. № 1, с. 41–45.

7. *Donald R. Paul, James E. Mark.* Fillers for polysiloxane (“silicone”) elastomers, Progress in Polymer Science, 35, pp. 893-901 (2010).

8. *Abzalbekuly B., Drumstaitė L., Jankauskaitė V., Fataraitė E., Dzhanachmetov O.* Influence of filler type on

polydimethylsiloxane properties. Proceedings of Scientific Conference «Chemistry and Chemical technology». Kaunas University of Technology, Studentų str. 56, LT-51424 Kaunas, Lithuania. 25 April, 2012. p.62-66

Резюме

Жұмыста ортопедиялық аяқ киімдерге қолдану мақсатымен жаңа силиконды композициялар алынып, олардың физика-механикалық қасиеттері зерттелінді. Силиконның құрамына микрокристаллды целлюлозаны қосу арқылы композицияның физика-механикалық қасиеттерінің жақсаратындығы анықталды, бұл ортопедиялық аяқ киімдерге, сонымен қатар ұлтандарға қойылатын негізгі талаптар болып табылады.

Summary

In this work was obtained and studied the physical and mechanical properties of silicone and new silicone compositions using microcrystalline cellulose for use in orthopedic products. It is shown that with the addition of microcrystalline cellulose in the silicone is a significantly improved physical and mechanical property of silicone, which is one of the main requirements for orthopedic footwear product, including insoles.

Таразский государственный университета им. М.Х. Дулати *Поступила 01.11.12 г.*

У.Т. Искандаров

КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ТОПЛИВОМ И СМАЗОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Южные районы Республики Узбекистан, производящие наиболее ценные тонковолокнистые сорта хлопчатника, занимают северную зону субтропиков земного шара. Сурхандарьинский и Кашкадарьинский области, входящие в этот обширный климатический регион, входят в пояс устойчивой, ясной, сухой и жаркой погоды летом и неустойчивой в холодный период года, когда выпадает основная масса осадков.

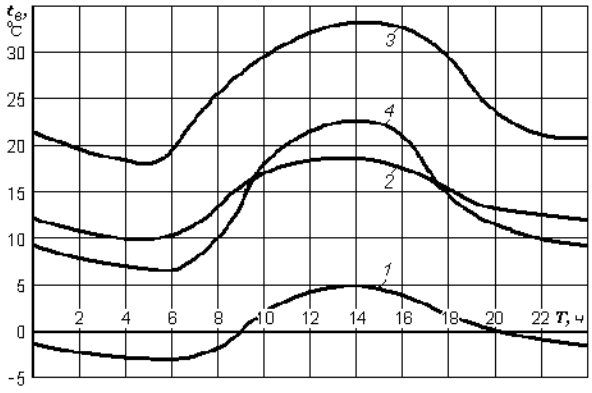


Рис. 1. Суточный ход температуры воздуха в Ферганской долине:
1 – январь; 2 – апрель; 3 – июль; 4 – октябрь.

Среднегодовая температура июля (самого жаркого месяца) 32...35 ^{0}C, абсолютный максимум температуры воздуха достигает 48...50 ^{0}C, а суточные колебания – 18 ^{0}C. В течение года выпадает небольшое количество осадков (40...80 мм). Только в Сырдарьинском и Ташкентском областях они примерно в 2 раза больше. Основное количество осадков приходится на весенние месяцы и октябрь.

Для пояса сухого климата характерно появление пыльных бурь, известных под названием ***афганец***. Они зарождаются на территории Афганистана и южных районах Нижнекафирниганской доли-

ны, где имеет место частая повторяемость сильных ветров, способных поднимать пыль на высоту 200...300 м. Ежегодно отмечается до 30 дней с пыльными бурями, продолжающимися порой 1...3 суток.

Верхняя граница пояса сухого климата проходит несколько выше 40^0 верной широты, охватывая зоны поливного земледелия Бухарского, Джизакского, Кашкадарьинского, Самаркандского и Сырдарьинского областей.

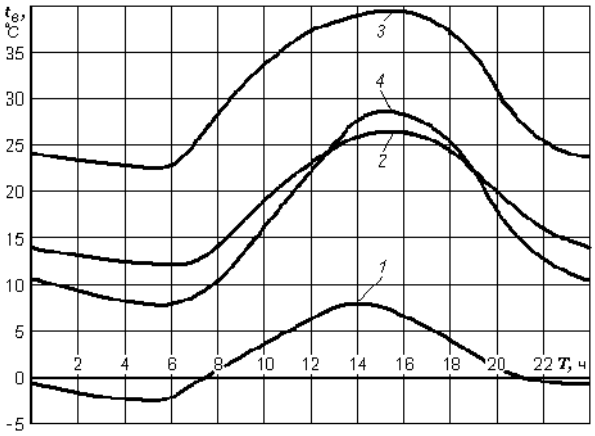


Рис. 2. Суточный ход температуры воздуха в Сурхандарьинском области:
1 – январь; 2 – апрель; 3 – июль; 4 – октябрь.

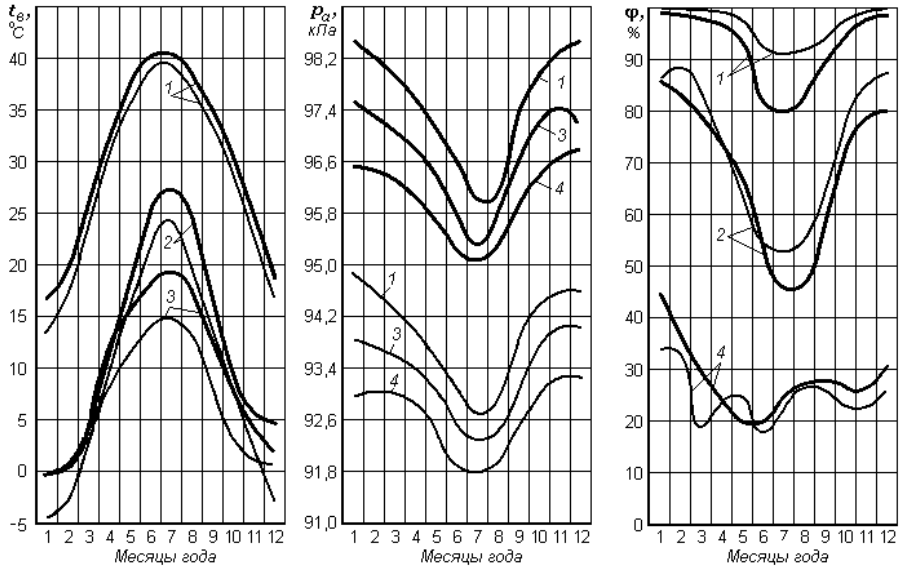


Рис. 3. Характеристика атмосферного воздуха двух климатических зон Республики Узбекистан:
1 – максимальные значения показателей; 2, 3 и 4 - значения показателей соответственно при p_{max}, φ_{max} и t_{max}.

На востоке пояс сухого климата ограничивается западной частью Ферганской долины и предгорьями северных склонов Туркестанского хребта, а на западе пустынями Кара Кум и Кызыл Кум. Климат здесь характеризуется очень теплым летом и умеренно мягкой зимой. Средняя годовая температура воздуха 14 ^{0}C, а средняя температура января не опускается ниже –5 ^{0}C при абсолютном минимуме –28 ^{0}C. В холодный период года здесь выпадает около 80 мм осадков, составляющих половину годовой суммы осадков. Средняя температура самого жаркого месяца (июля) составляет 29 ^{0}C, абсолютный максимум достигает 46 ^{0}C.

Обширную территорию составляет пояс недостаточно влажного климата с очень теплым летом, мягкой и умеренно мягкой зимой. Основная его часть расположена от предгорья южных склонов Кураминского и северных склонов Туркестанского хребтов до северных границ Ташкентской области.

Для этого пояса характерна малооблачная, сухая, жаркая погода летом и дождливая, прохладная - зимой.

Средняя годовая температура воздуха в южных районах 14... 16 ^{0}C, на севере около 12 ^{0}C. Средние январские температуры на юге положительны (до t), на севере - отрицательны (до –4 ^{0}C). Суточная амплитуда температур достигает ^{0}C, а абсолютный минимум - -29 ^{0}C.

Лето сухое, жаркое. Средняя июльская температура находится в пределах 26...28 ^{0}C, абсолютный максимум достигает 44 ^{0}C, а суточный перепад температур доходит до 18 ^{0}C.

В Ферганской долине грозы - частое явление природы. Происходят они в мае-июне и нередко сопровождаются выпадением града. Осадки теплого периода (около 30% годовой суммы) носят в основном ливневый характер, устойчивый снежный покров образуется весьма редко, вместе с тем число дней со снежным покровом достигает 25...50.

Годовая сумма осадков, основное количество которых приходится на холодный период, достигает 650 мм. В предгорьях осадки распределяются крайне неравномерно, наибольшее количество выпадает на южных склонах Туркестанского хребта.

Итак, анализ климатических условий республики Узбекистан показывает, что они варьируют в довольно широком диапазоне, как на протяжении календарного года, так и в течение суток. Характер изменения показателей напоминает Гауссовское распределение вероятностей.

Особенности региональных климатических условий оказывают большое влияние на агротехнические сроки проведения сельскохозяйственных операций, технологию их возделывания, состав МТП и интенсивность его использования.

ЛИТЕРАТУРА

Искандаров У.Т., Шарипов К.А., Юсупов А., Мусурманов Р.К. Рекомендации по оптимальному размещению нефтехозяйств в отраслях АПК. Ташкент 2007. 31 с.

Резюме

Следовательно, параметры управления производственными запасами ТСМ будут во многом определяться не только объемом механизированных работ, ни и их интенсивностью. Поэтому в математическую модель формирования приведенных затрат, изменение запасов ТСМ должно вводиться в виде динамического функционала с распределенными параметрами.

Summary

Was found that the parameters of production control inventory fuels and lubricants will largely be determined not only by the amount of mechanized operations, or their intensity. therefore, the mathematical model of reduced expenditures, changes in inventories fuels and lubricantsshould be administered in a dynamic functional with distributed parameters.

Туринский политехнический университет, г. Ташкент *Поступила 10.11.12 г.*

М(Л)Б. Бектенов

ҒИМАРАТҚА ТҮСЕТІН КҮН ЭНЕРГИЯСЫН ЕСЕПТЕУ

Күн сәулесі 300000 км/с жылдамдықпен тарап отырып, Күннен 150000000км қашықтықта орналасқан Жер орбитасына 8 минуттан кейін жетеді. Оның интенсивтілігі (қарқыны) 1300 в/м^2. Жер бетіне күн энергиясының 0.02% ғана жетеді. Жер бетіне күннен келетін энергияның шексіз аздығына қарамастан (жұтылу, шашырау салдарынан), осы түскен энергияның өзі-ақ Жер шарының пайдаланатын энергиясынан он мыңдаған есе асып түседі.

Қазақстан аумағының әрбір шаршы метріне сағатына түсетін күн энергиясының 100-200 кВт.сағ/м^2 екендігіне қарамастан (бұл өте үлкен энергия),сол күн энергиясын пайдалануды зерттейтін ғылым –гелиоэнергетика, гелиотехниканың дамуы мардымсыз.

Атмосферамен әсерлесу салдарынан күн сәулесінің Жер бетіндегі интенсивтілігі атмосфераның жоғарғы қабатымен салыстырғанда екі еседен артық азады. Күн сәулесі интенсивтілігінің кемуі,әрине

жыл мезгілдеріне, тәуліктегі уақытқа, мекеннің географиялық орналасуына тікелей тәуелді.Олай болса жер бетіндегі ғимараттарға да түсетін күн энергиясы да өзгермелі.

Күн сәулесінің жер бетіне түсуінің дискреттілігі салдарынан... Қазақстанда гелиоқондырғыларды солтүстік ендігі 40^0 жоғары жерлерде, Россияда ендігі 55^0-тан оңтүстікке қарай жерлерде қолданған тиімді[1].

Күн энергиясының қолданылу сферасы жан-жақты оны бір мақаланың көлеміне сыиғызу мүмкін емес және ол бұл мақаланың мақсатына кірмейді.

Тұрмыстық үй құрылысында күн энергиясын қажетке толық пайдалануда қолданылатын материалдардың физикалық параметрлерінің орны да ерекше.Алғаш темір бетонды өнімдер күн сәулесін өзіне жұтып жылу аккумуляторының рөлін атқарады да, кейін сол материалдар экзотермиялық жылу көзіне айналады [2]. Бұл үйдің ішкі құрылысында күн сәулесінің жылу балансысын арттыруға зор көмегін тигізіп, күн энергиясын тұрмыста, өндірісте пайдалана отырып, энергияны үнемдеу технологиясына тиімді жағдай жасады.

Күн энергиясы ғимаратқа екі жолмен әсер етеді:

1.терезеден өткен сәуле үйдің ішкі қабырғасында жұтылып, оны қыздырады;

2.үйдің сыртқы қабырғасы арқылы жұтылған сәуле құрылыс материалдарына енеді.Оның аз ғана бөлігі конвекция салдарынан сыртқа шашырайды, ал жылу өткізгіштігінің нәтижесінде материалдардан өтіп, үй ішіне таралады.

Күн сәулесінің терезеден өтуі:

а) терезенің орналасу бағдарына, яғни оның бетіне түсетін радиация ағынының тығыздығына ;

ә) терезенің сызықтық мөлшеріне;

б) шынының түріне, яғни шынының сәулені толық өткізетін мөлдірлігіне, жұтқыштығына, өткізбейтіндігіне және фотохроматтылығына-жарық сезгіштік факторларына байланысты.

Кейде осы факторларға күн сәулесін көлегейлеуші жасанды торлар,желбезектер, терезе қақпаларын, көлегейлейтін маталарды да жатқызады. Бұл қолдан жасалған тосқауылдар, ал алдыңғы үшеуі сәуле ағынына тікелей әсер ететін табиғи себептер.

Терезе бетіне түсетін сәуле ағынының тығыздығы (I) белгілі болса (оны актинометрлік құралдармен өлшейді), онда терезеден өтетін пайдалы жылу

$$Q_{n=} \text{ ISД} \qquad (1)$$

болады,мұнда Q_n – Күн сәулесінен келген пайдалы жылу, Вт; S-терезенің ауданы,$м^2$; Д-шынының мөлдірлігі –сәуле өткізгіштік коэффициенті.

Бөлме ішіне жылу өткізгіштік әсерінен шыны арқылы өтетін жылу ағыны да түседі:

$$Q_{ш}=(æ+ρ)s(t_a-t'), \qquad (2)$$

мұнда t_a- сыртқы ортаның (ауаның)температурасы, ^{0}C; t'- бөлме ішінің температурасы, ^{0}C; æ-жылу өткізгіштік коэффициенті, Вт/$м^2.^0$C; ρ-үй қабырғасынан түскен жылулық сәулені шынының кері ішке шағылдыру коэффициенті.

$Q_ш$ таңбасы қыс және жаз мезгілдеріне сәйкес оң және теріс мәнді болады, жазда ол Q_n- пайдалы жылуға қосылады, қыста сыртқы және ішкі температуралық градиент салдарынан ($t' > t_a$) жылу өткізгіштік салдарынын сыртқа шығындалады.

Соңғы тендеуді ғимараттың қабырғасынан немесе шатырдан өткен жылу мөлшерін де есептеуге қолданады. Бұл кезде қабырғаның, шатырдың қалыңдығы және олардың материалының жылу өткізгіштік коэффициенті қосылады. Мөлдір емес денеге Күн радиациясы түскенде оның температурасы ($t_к$) ауадағыдан гөрі артық болады:

$$t_к = \frac{AI}{\lambda}, \qquad (3)$$

мұнда А-сәуле жұтқыштық қабілеті; λ -қабырғаның әсерлі жылу бергіштік коэффициенті, Вт/$м^2.^0$C.

Сыртқы ортаның температурасымен(t_a) ғимарат қабырғасының (мөлдір емес дене) температурасының ($t_к$) қосындысы радиациялы ауа температурасына тең болады:

$$t_{р\text{-}а} = t_a + t_к = t_a + \frac{AI}{\lambda}. \qquad (4)$$

(2) теңдеудегі $\Delta t = t_a - t'$ орнына $\Delta t' = t_{р\text{-}а} - t'$ мәнін қойсақ, онда сыртқы ауа мен күн сәулесінің қосылу салдарынан туған бөлмедегі жалпы жылу шамасын есептеуге болады:

$$Q= Q_n + Q_{ш=} \text{ ISД}+(æ+ρ)\, s\left(t_{а+} \frac{AI}{\lambda}\right), \qquad (5)$$

Осы теңдеумен бөлме ішіне түсетін жалпы жылуды есептеу үшін ең бастысы тұтас қабырға мен шатырдан өткен жылуды табу қажет, ал ол күрделірек. Мұндағы $æ = æ_к + æ_ш$ және $ρ = ρ_к + ρ_ш$, $s = s_к + s_ш$, $A = A_к + A_ш$, $\lambda = \lambda_к + \lambda_ш$. $æ_к$, $æ_ш$ - қабырғаның, шатырдың жылу өткізгіштік коэффициенті; $ρ_к$, $ρ_ш$ – қабырғаның, шатырдың жылуды кері ішке шағылдыру коэффициенті; $s_к, s_ш$ – қабырға мен шатыр ауданы ; $A_к, A_ш$ – қабырғамен шатырдың сәуле жұтқыштық коэффициенті; Ɛ-беттің қаралық дәрежесі; $\lambda_к$, $\lambda_ш$ - қабырғамен шатырдың әсерлі жылу бергіштік коэффициенті. Осы шамаларды (5) өрнекке қойып, бөлме ішіндегі жалпы жылуды есептейтін төмендегі теңдеуді шығарамыз:

$$Q = ISД + \{[(æ_к + æ_ш) + (ρ_к + ρ_ш)](s_к + s_ш)(t_{a+} \frac{AIS}{\lambda_к + \lambda_ш})\} \quad (6)$$

(6) теңдеудегі қабырға мен шатырдан өтетін жылу ағыны:

а) беттерге түсетін радиация ағынының тығыздығына, яғни беттердің орналасу қалпына (бағдарлану);

ә) сәуле түсетін беттердің ауданына;

б) беттердің сәуле жұтқыштық қабілетіне;

в) жылу ағынының интенсивтілігін (қарқынын) айқындайтын беттердің әсерлі жылу бергіштік коэффициентіне (ол беттің сапасына –құрамына, түсіне байланысты);

г) λ-шамасы бет үстімен қозғалатын ауа жылдамдығына байланысты болады.

Беттердің әсерлі жылу бергіштік коэффициентін әдетте 12-20 Вт/м^2.^{0}С тең деп алады [3]

Күн сәулесі энергиясының негізгі үлесі 0.3-3 мкм толқын ұзындығының диапазонына сәйкес келеді, ал ғимарат бетінің температурасы 10-30^0 С-ға дейін қызғандықтан, оның шығарған энергиясы толқын ұзындығы 6-30мкм диапазон аралығында орналасады. Олай болса, күн түсетін беттердің сәуле жұтқыштық қабілеті мен қаралық дәрежесі (степень черноты)температураға сәйкес өзгереді.Төмендегі кестеде күн сәулесінің толқын ұзындығының диапазонына сәйкес әртүрлі денелердің жұтқыштық қабілеті мен спектрдың ұзын толқынды инфрақызыл бөлігіне сәйкес келетін қаралық дәрежесінің мәні келтірілген. Бұл параметрлер күн сәулесі түскенде бөлме ішіндегі жылуды есептеуге пайдаланылады

Кесте. **Жұтқыштық қабылеті және қаралық дәрежесі**

рст №	Жазық бет	Күн сәулесіне қатысты	Төменгі температурадағы сәуле шығару
1	Қара түсті металл емес беттер	0,92	0,94
2	Қызыл кірпіш, тас, қатырма балшық	0,73	0,9
3	Сары және жылтыратылған кірпіш,тас	0,6	0,9
4	Ақсары кірпіш, черепица,гипс	0,4	0,5
5	Терезе шынысы (мөлдір)	мөлдір	0,92
6	Күнгірт шыны,алюминий, гальваникалық өңделген болат	0,5	0,25
7	Жылтыратылған алюминий,хром	0,2	0,1
8	Ақ сыр	0,2	0,8

ӘДЕБИЕТТЕР

1. *М.Бектенов*. Исследование эффективности солнечных покрытий в солнечных водонагревателях. Автореферат диссертации на соиск. ученой степени кандидата технических наук. – Ашхабад: 1973

2. *Подгорнов Н.И.* Использование солнечной энергии при изготовлений бетонных изделий.-М.: «Стройиздат», 1989.

3. *Михеев М.А, Михеева И.М*. Основы теплопередачи. – Москва: «Энергия», 1973

Резюме

Үй ішіне түсетін Күн сәулесін басқаруда ғимаратқа қолданылатын арнайы (талғампаз) шынылармен құрылыс материалдарының рөлі зор.

Summary

For the sun rays inflow regulation into conrstruction the role of selective glass and building materials is significantly profound

Қазақ ұлттық аграрлық университеті *Түкен күні 05.10.12 г.*

Рецензия на монографию Н. Сеитова, М.С. Кунаева
Особенности офиолитовых зон Казахской складчатой области.
Алматы, Изд-во «Арыс», 2011. 393 стр.

ЭВОЛЮЦИОННЫЙ ХАРАКТЕР ПРОЯВЛЕНИЯ ГЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ИСТОРИИ ЗЕМЛИ И ИХ ВЕЩЕСТВЕННО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Идея об образовании линейных складчато-надвиговых структур, сопровождающихся офиолитовыми комплексами, которые встречаются в таких регионах как Урал, Южный Тянь-Шань, Альпийско-Гималайский пояс и др., на основе былых океанов является как бы естественной. Однако, на территории Казахстана сохранились следы былых океанов, размеры которых являются небольшими, а в количественном отношении на относительно небольшой территории Казахстана довольно многочисленными, более десяти. Расположение их по отношению друг к другу – мозаичны. Трудно представить их возникновение за счет закрытия крупных океанов. Для решения вопроса происхождения этих структур авторы рецензируемой монографии выдвинули ряд неординарных идей.

Авторы монографии являются ярыми сторонниками гипотезы расширяющейся Земли, и все явления и процессы, протекающие на планете, они видят, преломляют и объясняют через эту идею. Ими создана стройная, логически строго выдержанная теория эволюции Земли. Книга насыщена разнообразной полезной научной информацией, подтверждающей многие положения выдвинутых идей. Основное содержание книги сводится к следующему.

Земля образовалась в результате гетерогенной аккреции космических масс с образованием сверхплотного первичного *гидридного ядра*, которое затем было «обволоковано» умеренно плотной металло-силикатно-окисной первичной мантией. Экзотермическая дегидридизация гидридов ядра с выделением водорода, обладающего хорошей проницаемостью через массы вещества, является основной движущей силой всех геологических процессов. Водород течет сквозь мантии односторонне, *только снизу вверх*, и является основным носителем и транспортером и энергии, и вещества Земли. В результате таких действий в самом начале эволюции Земли, за период хедей–эоархей была создана сплошная тонкая сиалическая земная кора, которая плохо пропускала через себя восходящие потоки тепла и в последующем стала служить тепловым экраном. Кора стала причиной возникновения ниже себя астеносферы. Были образованы три уровня сфер, где происходило увеличение объема массы Земли. Первый уровень – внешнее ядро, образованное в результате дегидридизации и разуплотнения первичного нижнего ядра, второй уровень – астеносфера, образованная в результате выноса вещества массы и энергии из подастеносферной мантии посредством «промывания» просачивающимся снизу вверх водородом, и третий уровень – литосфера, возникшая из дифференциатов вещества астеносферы с образованием менее плотных минеральных форм. Эволюция Земли за 4,5 млрд. лет направлена в сторону роста размеров этих геосфер расширения, особенно астеносферы. На первой стадии эволюции Земли, охватывающей *период архей–средний протерозой,* когда мощность астеносферы была небольшой, не было условий для возникновения в ней конвективных ячеек. В литосфере не возникали горизонтальные перемещения, преобладали вертикальные движения, характер тектоники был фиксистским. *Период поздний протерозой – палеозой* характеризовался созданием условий возникновения относительно небольших конвективных ячеек в астеносфере, что привело к появлению малых региональных океанов. *Начиная с мезозоя* мощность астеносферы стала достаточной для возникновения крупных конвективных ячей, что дало возможность образованию крупных глобальных океанических бассейнов современности.

Идея красивая, интересная. Однако, хочу отметить, что я являюсь противником идеи значительного расширения Земли. Привожу лишь некоторые факты, которые, на мой взгляд, противоречат выдвинутой гипотезе авторов рецензируемой монографии.

1. Обладали ли небольшими размерами палеозойские океаны, на месте которых возникли современные миниатюрные сутурные зоны? В пределах этих «следов былых океанов» имеются факты, которые для своего объяснения требуют наличие крупных размеров этого былого океана: **а)** в составе офиолитов, слагающих эти зоны, постоянно присутствуют *первый океанский слой,* который состоит в основном из кремнистых отложений (яшмы, фтаниты, кремнистые аргиллиты). Это так называемый «конденсированный разрез», обладающий небольшой мощностью при охвате большого промежутка времени. Их осаждение требует больших размеров бассейнов осадконакопления, большой удаленности от береговых линий и больших глубин (более 5 км); **б)** среди палеозойских офиолитов часто встречаются комплексы горных пород островных дуг, а также метаморфические образования высоких давлений/низких температур (эклогиты, жадеитсодержащие породы, глаукофановые сланцы), в которых часто встречаются показатели холодной субдукции (присутствуют хлоритсодержащие и лавсонитсодержащие ассоциации). Такая субдукция обычно возникает при большом удалении от оси спрединга, что требует также больших размеров океанского бассейна, соразмерного с Тихим океаном (размеры Атлантического, Индийского и т.д. океанов недостаточны для появления холодной субдукции). Следовательно, палеозойские океаны не были миниатюрными, обладали достаточно крупными размерами. Соответственно, причину малых размеров казахстанских сутурных микропоясов и их мозаичного расположения, по-видимому, необходимо объяснить какими-то другими (наложенными) процессами.

2. Представление о существовании в недрах Земли *исключительно восходящего потока материи и энергии* не подтверждается геологическими данными. Сейсмическая томография установила наличие холодных сверхплюмов, погружающихся с поверхности Земли до нижней границы нижней мантии. Эти данные теперь нашли подтверждение и минералогическими данными. В разрезе офиолитов Северного Урала (ранний палеозой) и Тибета (мезозой) в хромитовой руде встречены глубинные включения осмистого иридия (OsIr), в которых обнаружен осборнит (TiN). Он находится в коэсите в ассоциации с кианитом и алмазом. Нитриты титана и никеля являются устойчивыми в условиях низов мантии и ядра планеты. Считается, что коэсит (SiO_2), образовавшийся за счет кварца, и кианит ($AlSi_2O_5$) – глинозем представляют собой типичное коровое вещество. Они были затащены вниз в процессе субдукции вплоть до ядра и затем вытащены из уровня границы ядра и мантии на поверхность Земли в процессе выделения и подъема суперплюмов. Следовательно, в недрах Земли существуют не только восходящие, но и нисходящие потоки вещества.

3. Сторонники гипотезы расширяющейся Земли обращают внимание на раскрытие океана, как показателю роста диметра планеты. Однако, одновременно с раскрытием океанов происходит закрытие соседних океанов. Кроме того, многократно показано, что происходит значительное сокращение размеров некогда крупных континентов. Я думаю, что это очевидные факты и не требуют особого доказательства.

Однако, несмотря ни на что, авторы рецензируемой монографии проделали огромную работу. Тот факт, что авторы монографии взяли на себя смелость создания теории эволюции Земли и блестяще выполнили это, заслуживает огромного уважения и высокой оценки. Книга впечатляет широтой охвата проблем, касающихся выяснения состава и строения планеты Земля, особенностей ее образования и долгого геологического развития, насчитывающего порядка 4,5 млрд. лет. Возможно, ряд представлений авторов в будущем будет претерпевать существенные уточнения, однако, безусловно, книга сыграет определенную роль в познании «жизни планеты», в создании теории развития Земли в целом. Эрудиция авторов монографии, логика суждений и ясность изложения мысли свидетельствуют об их незаурядных способностях. В Центральной Азии не так много ученых-геологов, которые мыслят в масштабе всей планеты.

Доктор геолого-минералогических наук,
профессор, академик Академии наук Киргизской республики,
Почетный директор Института геологии им. М.М.Адышева АН КР *Бакиров А.Б.*

Дж.М. Каниев

СОУДАРЕНИЯ ДВУХ ПОТОКОВ ЖИДКОСТИ ВО ВРЕМЯ ГИДРОУДАРА В НАГНЕТАТЕЛЬНОМ КАНАЛЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ

Для получения этой скорости в трубе надо создать перепад давления- Δp , который определяется в виде разницы давлений[1]:

$$\Delta p = p_H - p_a = \rho \frac{V_n^2}{2} d$$

$$\alpha = \frac{1}{\omega_0} \int_{(\omega_0)} (\frac{u}{v})^3 d\omega$$

где $v-$ средняя скорость потока, α - коэффициент кинетической энергии, или коэффициент Кориолиса, и равно интегральному соотношению:

Таким образом, будем иметь следующее равенство для определения перепада давления:

$$\Delta p = \alpha\rho \frac{V_П^2}{2} = \alpha\rho \frac{2gH}{2} = \alpha\gamma H \quad (1)$$

где $\gamma -$удельный вес жидкости. Из равенства (1 при $\alpha \cong 1{,}04$) получим следующую таблицу для зависимости перепада давления от напора потока гидравлической жидкости.

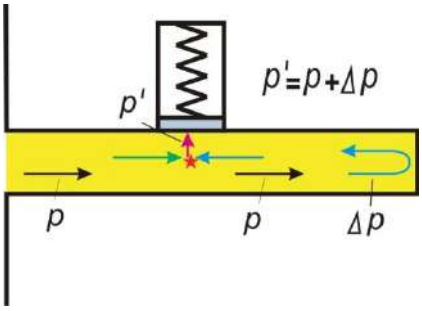


Рис. 4. Соударение двух потоков (набегающей с импульсом и обратного потока) рабочей жидкости

В нагнетательном канале вследствие соударения потока в ударном трубопроводе возникает истечение из поперечной щели, поверхности перпендикулярной внутренней трубе диаметром - d_0 .

Из-за внезапного соударения двух потоков в нагнетательном канале происходит суммарный гидравлический удар в мембрану, который находится перпендикулярно к движению жидкости.

Удар возникает за счет соударения потоков в трубопроводе, поэтому определить зависимость перепада давления от импульса потока $I_0^{\bullet}$, образованного в трубопроводе диаметром -D_0 имеет большое значение. Для этой цели определим ударный импульса в потоке I_0 ,который равен [2]:

$$I_0 = P_0 + \gamma H$$

Для определения значения импульса потока воспользуемся уравнением Навье - Стокса для несжимаемой вязкой жидкости, т.е. для гидравлических жидкостей. При этом предложим, что трубопровод, в котором происходит гидравлический удар расположен горизонтально. Тогда уравнение количества движений вязкой жидкости имеет вид:

$$\rho u \frac{\partial u}{\partial x} + \rho v \frac{\partial u}{\partial r} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \nu \nabla^2 u \quad (2)$$

Уравнение неразрывности этой жидкости можно записать в виде:

$$\frac{\partial(u\rho r)}{\partial x} + \frac{\partial(v\rho r)}{\partial r} = 0 \quad (3)$$

Предположим, что труба – круглая осесимметричная. Тогда имеем следующие начальные и граничные условия:

$$u(R_0) = 0, \left.\frac{\partial u}{\partial r}\right|_{r=0} = 0, v(0) = 0, v(R_0) = 0$$

Уравнение количества движения (11) с учетом уравнения неразрывности (4) можно привести к виду [3]:

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho u^2)+\frac{\partial(\rho uv)}{\partial r}=-\frac{\partial p}{\partial x}+\nu\nabla^2 u \tag{5}$$

Для получения уравнения усредненного по толщине круглой трубы умножим уравнение на $rdrd\theta$ и интегрируем по r и θ от 0 до 2π, а внутренний интеграл от 0 до R_0 и тогда будем иметь следующее интегральное равенство для уравнения вязкой жидкости:

$$\int_0^{2\pi}d\theta\int_0^{R_0}rdr\left[\frac{\partial}{\partial x}(\rho u^2)+\frac{\partial(\rho uv)}{\partial r}\right]=-\int_0^{2\pi}d\theta\int_0^{R_0}\frac{\partial\rho}{\partial x}rdr+\gamma\int_0^{2\pi}d\theta\int_0^{R_0}r\nabla^2 udr$$

Откуда получим равенство для импульса потока:

$$2\pi\frac{d}{dx}\int_0^{R_0}(\rho u^2+p)rdr=\gamma\frac{1}{r}\frac{\partial u}{\partial r}\bigg|_0^{R_0} \tag{6}$$

Таким образом, установим, что импульс потока является неизменным:

$$2\pi\left[\int_0^{R_0}\rho u^2 rdr+p\frac{R_0^2}{2}\right]=const$$

Предположим, что в ударном трубопроводе потеря напора незаметна, т.е:

$$\left|P_{вых}-P_{вх.}\right|<<1$$

Как известно, первый интеграл выражения определяет импульс потока, тогда будем иметь выражение для импульса потока в следующем виде.

$$I_0=2\pi\int_0^{R_0}\rho u^2 rdr=const.$$

Согласно формуле Пуазейля, имеем, что расход жидкости определяется через перепад давления в виде

$$Q=2\pi\frac{\Delta pR_0^4}{16\mu L};\ \text{где}\quad R_0=\frac{D_0}{2} \tag{7}$$

При помощи формулы определим импульс потока в ударной трубе:

$$I_0=\int_0^{2\pi}d\theta\int_0^{R_0}ru^2\rho dr=2\pi\int_0^{R_0}\rho(\frac{\Delta p}{4\mu L})^2\left[R_0^4-r^2\right]^2 rdr=2\pi\rho(\frac{\Delta p}{4\mu L})^2\int_0^{R_0}\left[R_0^4-2R_0^2r^2+r^4\right]rdr=2\pi\rho(\frac{\Delta p}{4\mu L})^2$$

$$\int_0^{R_0}\left[R_0^4r-2R_0^2r^3+r^3\right]dr=2\pi\rho\left(\frac{\Delta p}{4\mu L}\right)^2\left[\frac{R_0^6}{2}-2\frac{R_0^6}{4}+\frac{R_0^6}{6}\right]=2\pi\rho\left(\frac{\Delta p}{4\mu L}\right)^2\frac{R_0^6}{6}=\rho\left(\frac{\Delta pR_0^4}{16\mu L}2\pi\right)^2\frac{16}{6}\frac{1}{2\pi}\frac{1}{R_0^2}.$$

Таким образом, для импульса потока имеем выражение:

$$I_0=\rho\frac{16}{12\pi}\frac{1}{R_0^2}Q \tag{8}$$

где Q – расход жидкости, т.е. объем рабочей жидкости протекающей через поперечное сечение ударной трубы который определяется из уравнение неразрывности, при предположении, что поперечное сечение трубы является кругом радиуса- R_0, который определяется формулой неразрывности :

$$Q=\omega V_{ср}=\pi R_0^2 V_{ср} \tag{9}$$

Здесь $V_{ср}$ – средняя скорость потока.

Тогда для импульса имеем следующее выражение:

$$I_0=\frac{16}{12\pi}\frac{1}{R_0^2}\rho\left[\pi R_0^2 V_{ср}\right]=\frac{16}{12\pi}\rho\pi^2 R_0^2 V_{ср}^2$$

или

$$I_0 = \frac{4\pi}{3}\rho R_0^2 V_{ср}{}^2 \qquad (10)$$

Известно из гидравлики, что максимальная скорость течения жидкости достигается при $r = 0$,т.е на оси трубы, а средняя скорость определяется через максимальную скорость, так что вполне имеем право на равенство [7]:

$$u = u_{мах}(1 - \frac{r^2}{R_0^2}) \quad \text{или} \quad u = \frac{u_{мах}}{R_0^2}(R_0^2 - r^2)$$

Исследованиями многих авторов установлено, что средняя скорость потока определяется нижеследующим равенством [7]:

$$2V_{ср} = V_{мах} \quad \text{или} \quad V_{ср} = \frac{V_{мах}}{2}$$

При входе потока в ударную трубу максимальная скорость на входном сечении равна скорости набегающего потока, так что $V_{мах} = V_0$ [3], как известно средняя скорость определяется равенством:

$$V_{ср} = \frac{V_0}{2} \qquad (11)$$

При учете формулы (10) выражение для импульса потока из равенства (12) будет иметь вид:

$$I_0 = \frac{4\pi}{3}\rho R_0^2 \frac{V_0^2}{4} = \frac{\pi}{3}\rho R_0^2 V_0{}^2 = \frac{\pi}{3g}\gamma R_0^2 V_0^2$$

$$I_0 = \frac{\pi}{3g}\gamma R_0^2 V_0^2 = 0{,}10680272 \cdot 1 \cdot \gamma \cdot R_0^2 V_0^2$$

Для гидравлических жидкостей $\gamma = 900$

Поток, ударяясь равномерно о стенку мембраны, приобретает импульс, равный:

$$I_{01} = kI_0$$

где k -коэффициент восстановления. Удар неупругий и за коэффициент восстановления примем $k = 0{,}8$ [4], кроме того, если конец трубы наклонен под углом $\beta\pi$ к оси симметрии трубы, то импульс потока определяется равенством.

$$I_0 = -K \sin \beta\pi \cdot I_{01}$$

Так что, после удара будет обратный поток с импульсом:

$$I_{01} = K \sin \beta\pi \cdot I_0 \qquad (11)$$

На середине происходит соударение двух потоков, набегающего с импульсом I_0 и обратного потока, вследствие этого процесса происходит изменения диаметра. На измененный диаметр - $d_0^{\bullet}$ набегает поток с импульсом:

$$I_0^* = (I_0 + I_{01}) \cdot \frac{1}{1 + K_1}$$

В процессе происходит соударения двух деформируемых эластических жидких сред.

Удар будет считаться упругим, поэтому коэффициент восстановления, т.е. $k = 1$. так что получим:

$$I_0^* = \frac{1}{2}[I_0 + I_{01}] = \frac{I_0}{2}[1 + K \sin \beta\pi]$$

При этом за счет сжатия потока происходит потеря напора, откуда получаем окончательную формулу для импульса протекающего потока через мембрану и приоткрывающийся перепускной клапана [5]:

$$\hat{I}_0 = k_c I_0^* \quad , \tag{13}$$

где k_c – коэффициент

сжатия $k_c = \dfrac{\pi}{\pi + 2} \approx 0{,}611$

Так как, учитывая равенство (11) имеем выражение для импульса потока:

$$I_0^{\wedge} = \frac{\pi}{\pi + 2} \cdot \frac{1 + K \sin \beta\pi}{2} \cdot 26{,}70068 \cdot D_0^2 \cdot V_0^2 = 8{,}157058\left(1 + K \sin \beta\pi\right) D_0^2 V_0^2$$

Давление при открытие перепускного клапана будет равным

$$\Delta P = \frac{4I_0^*}{\pi d_0^{*2}} = \frac{10{,}3911}{d_0^{*2}} \cdot V_0^2 D_0^2 \cdot \left(1 + K \sin \beta\pi\right) \tag{14}$$

ЛИТЕРАТУРА

1. *Киселев П.Г.* Гидравлика и основы механики жидкости. Москва «Энергия» 1980. г. 360 стр.

2. *Аргатов И.И.* Асимптотическое решение задачи о давлении твердого тела на мембрану // Прикл. Математика и механика. 2000. Т. 64, вып. 4, с. 683-690.

3. *Пономарева О.М, Аннакулова Г.К, Моисеенко Ю.Ю.* «Обеспечение устойчивости систем приводов колесных машин». Ташкент, «Фан», 2006. С.257

4. *Лебедев О.В., Абзалов П.Н.* Повышение работоспособности тракторных гидропроводов. Ташкент, Фан, 1991,-120с.

5. Руководство по использованию программы "Расчет гидравлического удара в закрытых оросительных сетях на ЭВМ"ЕС - 1022. - Л. : Ленгинроводхоз, 1980 г.

6. *Альтшуль А.Д., Животовский Л.С., Иванов Л.П.* «Гидравлика и аэродинамика» Учебник для вузов/ - М.: Стройиздат, 1987. – 414 с.: ил.

7. *Васильева Л.В. Файнштей А.Я.* Заявка на изобретения. «Гидрораспределитель» RU 2182678. Государственный научно-исследовательский тракторный институт НАТИ. 2002 г.

8. ISO 11171:1999: Hydraulic fluid power -- Calibration of automatic particle counters for liquids

9. ISO 4406:1999: Hydraulic fluid power, Fluids - Method for coding level of contamination by solid particles

Резюме

Основная схема физического процесса явления гидравлического удара по теории Н.Е. Жуковского основывается на мгновенном ударе жидкости о мембрану. При этом жидкость считается не вязкой, но сжимаемой и подчиняющейся закону Гука $\vartheta_{H=\sqrt{2gH}}$.

Summary

The basic scheme of the physical process of water hammer phenomenon in the theory of zhukovsky based on the instantaneous impact of liquid membrane. The liquid is not viscous, but compressible and obeys hooke's law $\vartheta_{H=\sqrt{2gH}}$.

Туринский политехнический университет, г. Ташкент *Поступила 10.11.12 г.*

A. Zhazylbekova, B.K. Kumar

CALCULATION AND DESIGN OF THE LARGE VOLUME TANKS EXPOSED TO SEISMIC LOADS

In the recent times a clear tendency to build large volume tanks of 50,000 to 100,000 m^3 with double-deck floating roofs has been traced. Most frequently the construction areas of such tanks are critical both from climatic (snow, wind, ice storm) and seismic point of view.

During the design stage of the double-deck floating roof two alternative engineering, fabrication and installation concepts are implemented [1]:

1. Standard solution using plate-by-plate method when the greater part of the roof assembly and welding works is performed on site. The roof consists of two decks: upper and lower decks interconnected by a number of concentric rings that form ring cells. The external cell is separated by radial partition walls to form leak-proof boxes (see Fig.1);

2. New solution using installation method of the factory-assembled rectangular boxes. The boxes are radially oriented towards the centre of the tank. The spaces between the boxes are covered with plate-by-plate panels on the upper and lower decks during the installation (see Fig.2).

Thus the main difference between these design layouts of the roofs is the division principle into ring or radial cells.

In accordance with the design rules the tank roof shall be stable, floating and robust when at least two adjacent cells are no more leak-proof and the outside load equally or non-equally distributed acts on the upper deck (see Fig.3).

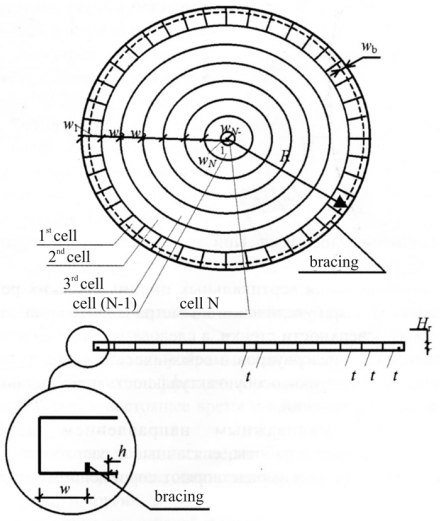


Fig.1. Structural layout of floating roof

Distinguishing design characteristic of the vertical cylindrical tanks of the large volume is that as the diameter of the structure increases curvature of the cylindrical wall and hence its rigidity significantly decrease [2].

When such tanks are constructed in the seismic regions and in the high wind/snow areas reliability of the structural design and engineering is of great importance [3].

Development and testing of the tank calculation methods that meet the latest global requirements of the engineering science are also essential.

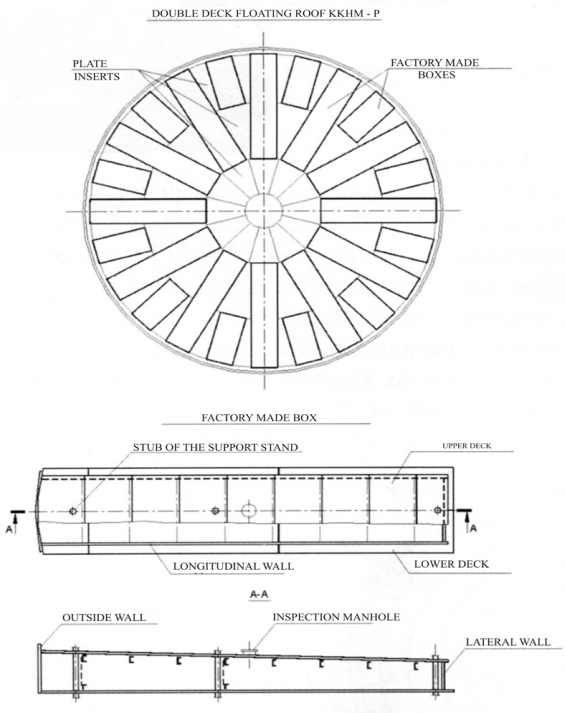


Fig.2.

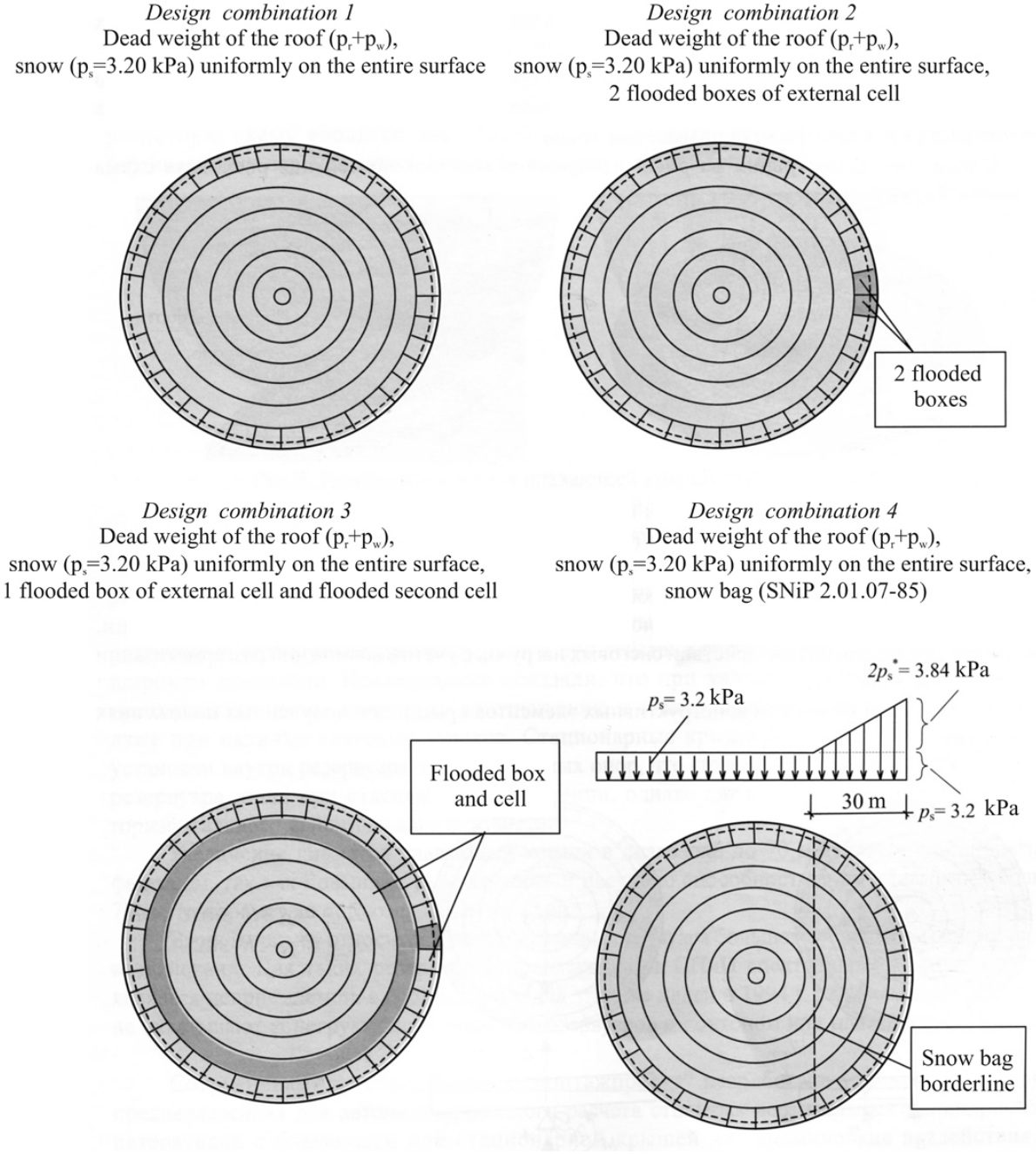


Fig.3. Design combinations of the effects on the floating roof

Experience with various software products has shown that application of ANSYS computer system is the most effective for the calculation of the tank structures. Basic software package for calculation of the tank wall, fixed and floating roofs, individual assemblies such as tie-ins, etc was launched in the last several years within ANSYS computer system. This software is provided with the strength and stability control units. Software programs have coded representation, that is to say letters, which do not require re-programming and ensure fully automatic calculations when initial data are measured.

This reduces design period significantly. The example and calculation results of the floating roof are shown below.

Finite element calculation pattern of the floating roof is illustrated in Fig. 4.

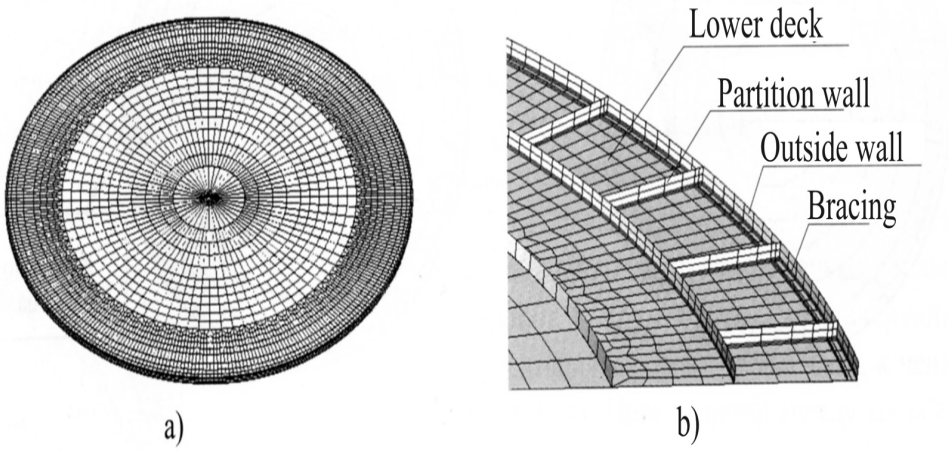


Fig.4. Model engineering of the floating roof using finite element method:
a) calculation pattern; b) segment

Two consecutive tasks shall be solved for structural calculations:

— floatability control, in other words determination of the roof equilibrium position in the liquid under the snow load with the account of possible leakage in several cells;

— strength control of the roof structural elements at the equilibrium position obtained.

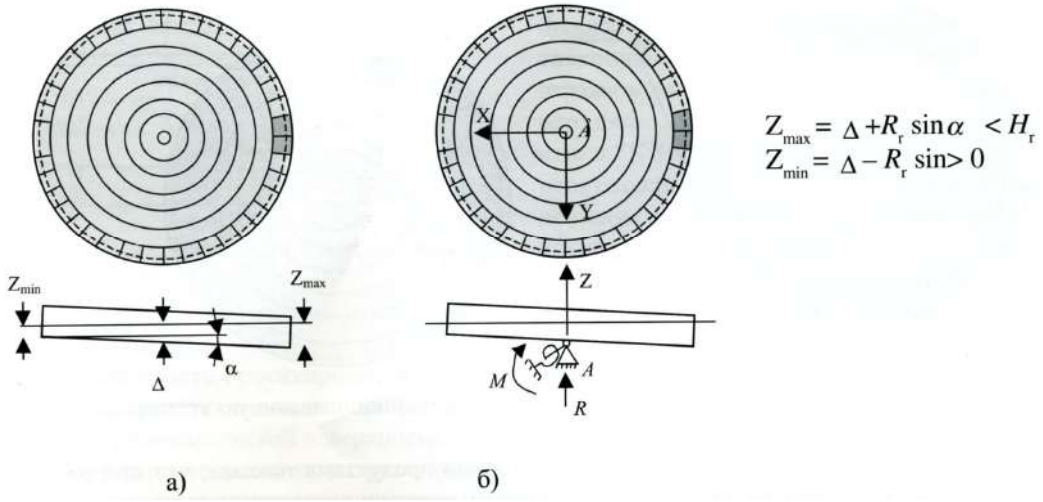
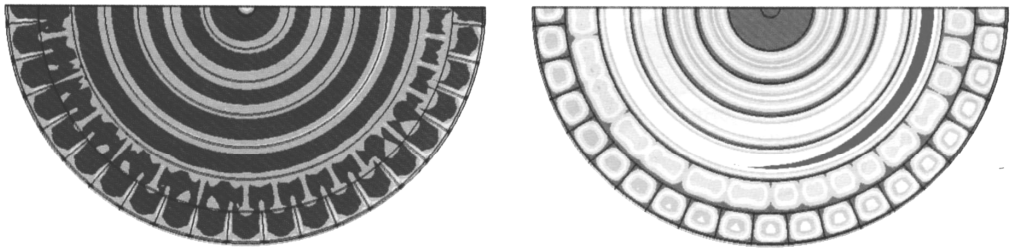


Fig.5. Determination of the roof static equilibrium position:
a) static equilibrium position; b) calculation pattern for determination of the roof static equilibrium position using deflection method

Task solving gets complicated since there are no external bracings in the floating roof, and such structure is considered unstable from the structural mechanics point of view. It is commonly known that application of the computer systems is no longer possible in this case [4]. Universal special technique has been developed which allows for application of this calculation method. It is based on the iterative approach and enables determination of the roof depth rate ▲, roof swing α (Fig 5) and all components of the stress and strain state for any design variant for the roof or pontoon. Widely recognized deflection method forms the basis of this technique. Two additional bracings are introduced into the calculation pattern, one of the bracing prevents from vertical movement, and the other bracing does not allow the roof to turn (see Fig. 6).



а) б)

Fig.6. Calculation results of the floating roof
a) travel of the lower deck
b) equivalent stresses of the lower deck elements

The bracings introduced make the system stable and allow for various calculation methods, including finite element method.

Based on the software developed the calculations have been made for the double-deck floating roofs of different geometrical dimensions under the wide range of snow loads. Researches demonstrate that when the tank diameter increases the advantage of the floating roofs versus fixed roofs becomes undeniable even if snow bags occur. Large diameter fixed roofs require additional supports to be installed inside the tank which reduce snow load on the tank wall during static loading, however are ineffective under horizontal seismic loads.

Increase of the floating roof diameter up to 70 m is a favourable factor since it enhances roof floatability and load-carrying ability; when diameter is greater than 75 m these parameters remain unchanged.

Application of the corrected calculation patterns throughout the design stages of the tanks allows for detailed research and true and reliable evaluation of the structural stability and strength. The calculations performed have confirmed the possibility to install steel cylindrical tanks of 100 000 m^3 in the seismic areas with high snow and wind loads.

BIBLIOGRAPHY

1. *Kucherenko V.A*. Recommendations on the snow load determination for the certain surfaces, M.L.; 1983
2. *Yelenitskiy E.Ya*. «Best calculation of the strength for the vertical cylindrical steel tank walls», Structural theory and structural analysis. – 2009 - № 1
3. *Yelenitskiy E.Ya.* «Seismic protection of the vertical cylindrical steel tanks», Antiseismic construction. Safety of constructions, 2006 – No. 5
4. *Goldenblat I.I., Nikolaenko N.A*. Structural analysis of the seismic and impulsive forces. - M: State publication for construction, 1961.

Резюме

Берілген мақалада сейсмкалық эсер ету жагдайындағы үлкен көлемді резервуарларды есептеу мен жобалау мэселелері келтірілген. Резервуар қабырғасын, стационарлы жэне калқымалы төбежабындарын, жеке бөлшектерін, табиғи жүктемеге резервуарды тексеру есептерін жетілдіру бойынша кешенді шаралар қарастырылган. Есептеудің автоматтандырылған багдарламары жүйесін арттыру көрсетілген.

Summary

In this article questions of calculation and design of tanks of large volumes in the conditions of seismic influences are considered. The complex of actions for improvement of calculations of a wall of the tank, the stationary and floating roofs, separate knots, tank check on natural loadings is considered. Increase of system of automation of the program of calculation is considered.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 10.11.12 г.*

А.Б. Сулейменов, M. Basso, Б.А. Сулейменов

РАЗРАБОТКА И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ПЛАВКОЙ МЕДИ В ЖИДКОЙ ВАННЕ

Печь Ванюкова (ПВ) как объект управления относится к классу сложных, многомерных нестационарных объектов, эффективно и безаварийно управлять которым чрезвычайно сложно. Управление плавкой в ПВ на БГМК осуществляется в настоящее время мастером смены или оператором, на основе опыта и субъективного анализа показаний контрольно-измерительных приборов (давление и расходы в системах воздухо-, кислородо- и газоснабжения, расходы и температура охлаждающих агентов и др.) данные визуальных наблюдений (уровень расплава, температура расплава, состояние системы загрузки и др.), результаты химических анализов, поступающих с большим опозданием и других сведений обслуживающего персонала о состоянии отдельных составляющих технологического процесса, а также на основе предварительных расчетов материального и теплового балансов.

Сравнительно недавно на БГМК фирмой АО «Системотехника» внедрена АСУТП металлургического комплекса ПВ. Объект автоматизации включает следующие установки и агрегаты: печь Ванюкова, система кессонного охлаждения печи первичный и вторичный контуры), системы подачи шихты и угля, две системы кислородно-воздушного дутья, шлаковый миксер, штейновый миксер, аспирационные системы миксеров, охладитель газа, деаэратор, газовый тракт.

АСУТП ПВ имеет традиционную трехуровневую структуру. При этом нижний полевой уровень включает различные контрольно-измерительные приборы и запорно-регулирующую арматуру. Средний технологический уровень реализован как безщитовая система контроля и управления. Программно-аппаратную основу этого уровня составляют программируемые логические контроллеры фирмы «Siemens» и инструментальная система СТЕП-7. Технологический уровень обеспечивает сбор информации о состоянии технологических процессов, реализует логику срабатывания блокировок и выдачу управляющих воздействий. Верхний (операторский) уровень реализован на базе СКАДА-системы. Программное обеспечение АСУТП ПВ представлено тремя комплексами прикладных программ.

Таким образом, созданы предпосылки для внедрения системы оптимального управления процессами в ПВ, так вся низовая инфраструктура для нее уже создана и осталось разработать лишь соответствующие модели и алгоритмы. Это обстоятельство позволит внедрить систему оптимального управления с наименьшими затратами на ее техническое обеспечение.

Необходимо отметить, что ни на одной установке ПВ до сих пор не существует системы оптимального управления процессом, что в первую очередь связано с отсутствием достаточно адекватных математических моделей данного процесса.

Анализ показал, что наиболее близко подошли к созданию математической модели процессов в ПВ авторы работ [1] и [2]. При этом, были разработаны структура модели, описывающие гидродинамику и кинетику химических реакций в надфурменной зоне (НЗ), но ее идентификация и реализация на ЭВМ так и не были завершены [1]. Были разработаны также статические модели, позволяющие проследить поведение дисперсной фазы по мере движения расплава вниз от уровня фурм [2].

Полученные в работе [1] результаты позволяют моделировать процессы в надфурменной зоне ПВ, описывающие кинетику химических реакций с учетом входных и выходных потоков исходных веществ и продуктов реакций. Однако эти соотношения не учитывают гидродинамическую обстановку в зоне, а также не позволяют описать процессы разделения фаз в подфурменной зоне.

В исследованиях [2], напротив, хорошо описывается гидродинамика в фурменной и подфурменной зонах, однако не приводятся соотношения, описывающие кинетику протекающих реакций. Кроме того, модель [2] не описывает процесс в динамике. При этом полученные в [2] результаты позволили авторам не только находить оптимальные режимы в уже существующих печах ПВ, но прогнозировать режимы новых технологий.

С учетом отмеченных достоинств и недостатком моделей [1] и [2] в [3] предложено объединить основные уравнения этих двух работ, дополнив их уравнениями для согласования моделей. В результате были получены следующие соотношения:

$$\frac{dC_{FeS}}{dt}=\frac{1}{V\rho}\left(\Phi_{FeS}^{ШХ}-K^4\Phi_{O2}\frac{2M_{FeS}}{3M_{O2}}-\Phi_{FeS}^{ШТ,ПЗ}\pm\frac{4M_{FeS}}{3M_S}\Phi_S^{(5)}\right)-K_P^5C_{FeS}C_{Fe_3O_4};\quad(1)$$

$$\frac{dC_{FeO}}{dt}=\left(\Phi_{FeO}^{ВХ}+\Phi_{O_2}K^4\frac{2M_{FeO}}{3M_{O_2}}-K^6\Phi_{O_2}\frac{6M_{FeO}}{M_{O_2}}\pm\frac{M_{FeO}}{M_S}\Phi_S^{(5)}\right)+\frac{10M_{FeO}}{M_{FeS}}K^5C_{FeO}C_{FeS};\quad(2)$$

$$\frac{dC_{S_2}}{dt}=\frac{1}{V\rho}\left(\Phi_{S_2}^{ШХ}-K^3\Phi_{O_2}\frac{M_{S_2}}{2M_{O_2}}-\Phi_{Fe_3O_4}^{(6)}\frac{M_{S_2}}{4M_{Fe_3O_4}}\pm\frac{3M_{S_2}}{4M_{FeS}}\Phi_S^{(5)}\right);\quad(3)$$

где V- объем НЗ; ρ - плотность штейно-шлаковой эмульсии; $\Phi_{FeS}^{ШХ}$, $\Phi_{FeO}^{ВХ}$, $\Phi_{Fe_3O_4}^{ВХ}$, $\Phi_{S_2}^{ШХ}$ - потоки соответствующих компонентов, поступающих в НЗ с загружаемыми продуктами (шихтой, конвертерным шлаком и др.); $\Phi_{O_2}=\Phi_{O_2}^{Д}\cdot\rho_{O_2}$ - поток кислорода дутья в НЗ; ρ_{O_2} - плотность кислорода; $\Phi_{O_2}^{Д}=\Phi_{O_2}^{ТЕХ}\cdot0{,}98+\Phi_{ВОЗД}\cdot0{,}21$ - поток кислорода на плавку; $\Phi^{(5)}_S$, $\Phi_{Fe_3O_4}^{(6)}$ - потоки серы на реакцию (5) и Fe_3O_4 на реакцию (6); $\Phi_{FeS}^{ШТ,ПЗ}$ - поток сульфида железа, выносимого ш тейном в ПЗ; $\Phi_{ШТ}^{ПЗ}=V\cdot\rho_{ШТ}\varphi K_B$ - поток штейна, выносимого в ПЗ; $\rho_{ШТ}$ - плотность штейна; φ - объемная доля штейна в эмульсии; $Kв$ - коэффициент выноса штейна в ПЗ; $\Phi_{ШХ}$, $\Phi_{ШЛ}$ - потоки шихты и шлака; K^3, K^4, K^6 - коэффициенты распределения кислорода по реакциям (1), (2), (4); K_P^5 - константа скорости реакции (3); C_{FeS}, C_{FeO}, $C_{Fe_3O_4}$, $C_{SiO_2}^{ШХ}$, $C_{SiO_2}^{ШЛ}$ - концентрация компонентов в НЗ, шихте и шлаке соответственно; M_{FeS}, M_{O_2}, $M_{Fe_3O_4}$, M_{Feo}, S_2 - молекулярные массы FeS, O_2, Fe_3O_4, FeO, S_2.

В уравнении материального баланса по штейну необходимо учесть тот факт, что из барботируемой зоны печи медный штейн выходит двумя потоками: осаждение штейна в виде крупных капель в подфурменную зону (поток $\Phi_{ШТ}^{(1)}$) и вынос части штейновых капель, не успевших скоалесцировать, вместе со шлаком (поток $\Phi_{ШТ}^{(2)}$). Величины этих потоков можно определить по формулам (15) и (17) из работы [2], тогда уравнение по расчету количества штейна в фурменной зоне можно рассчитать по формуле:

$$\frac{dG_{ШТ}}{dt}=\Phi_{ШХ}\left(C_{Cu_2S}^{ШХ}+C_{FeS}^{ШХ}+C_S^{ШХ}\right)-\left(\Phi_{FeS}^{O_2}+\Phi_{FeS}^{Fe_3O_4}\pm\Phi_{FeS}^{SO_2}\right)-\Phi_{ШЛ}C_{Cu}^{ШЛ}\frac{M_{Cu_2S}}{2M_{Cu}}-\Phi_{ШТ}^{(1)}-\Phi_{ШТ}^{(2)},\quad(4)$$

Тепловой баланс НЗ описывается дифференциальным уравнением, определяющим изменение количества тепла реакционной зоны как разность приходящего и уходящего потоков тепла, и описывается соответствующим уравнением из работы [1]. Остальные уравнения моделей [1] и [2] остаются без изменения.

Математическая модель (1-4) позволяет рассчитать потери меди с отвальным шлаком в зависимости от производительности, химических и физических свойств исходной шихты, расхода дутья, содержания в нем кислорода, поддержания манометрического режима и т.д. Поэтому содержательная постановка задачи оптимизации может быть сформулирована следующим образом: *«Для заданного состава шихты рассчитать такие значения расхода дутья, содержания в нем кислорода и расхода шихты, которые обеспечили бы минимальные потери меди с отвальным шлаком, при соблюдении технологических ограничений на: расход шихты, температуру в печи, расхода дутья, содержание кислорода в дутье».* Потери меди с отвальным шлаком определяются количеством штейновых капель, не успевших скоалесцировать, вместе со шлаком - поток $\Phi_{ШТ}^{(2)}$.

Однако для создания системы оптимального управления необходимо провести работы по идентификации модели (1-4) и проверки ее адекватности, для чего необходимо осуществление достаточно сложных, длительных и дорогостоящих исследований как кинетики, так и гидродинамики процесса.

Более простым методом является не создание модели очень сложного процесса плавки модели, а разработка модели управления этим процессом, основанным на опыте, знаниях и интуиции операторов-технологов долгое время работающих на этом объекте. Это позволит без проведения очень сложных и дорогостоящих работ по идентификации модели (1-4), разработке и исследования алгоритмов оптимального управления этим процессом - сразу же создавать алгоритмы управления процессом без моделирования самого процесса.

Для чего необходимо выбрать наиболее значимые входные и управляющие переменные. Анализ всех входных и выходных переменных позволил с помощью опытных технологов ПО «Балхашцветмет» отобрать следующие входные переменные, которые необходимо учитывать:

X_1 - содержание в шихте углерода;

X_2 - содержание в шихте серы ;

X_3 - содержание в шихте сульфида железа;

X_4 - содержание в шихте магнетита.

Выходными (управляющими переменными) методом ранжирования были отобраны следующие:

Y_1 - расход кислорода в дутье на одну тонну шихты;

Y_2 - расход концентрата;

Y_3 - обогащение дутья кислородом.

Далее методом опроса опытных операторов-технологов была составлена матрица полного двухуровнего (+1 и -1) факторного эксперимента (см. таблицу 1), в данном случае под экспериментом понимается не реальный, а виртуальный (мысленный) эксперимент. При этом под значениями +1 и -1 принимались соответственно максимальные и минимальные величины входных и выходных переменных. Для двухуровневых факторов полное число возможных сочетаний числа факторов равно $N=2^4=16$. При этом составляется план, в котором число столбцов факторов и их сочетаний равняется числу членов уравнения:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{14}x_1x_4 + b_{23}x_2x_3 + b_{24}x_2x_4 + b_{34}x_3x_4 . \quad (5)$$

Таблица 1. **Матрица полного факторного эксперимента типа 2^4**

	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_1x_2	x_1x_3	x_1x_4	x_2x_3	x_2x_4	x_3x_4	Y_1	Y_2	Y_3
1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-0,25	0	-0,5
2	+1	+1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	0,5	1	0,25
3	+1	-1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	0	0,75	0,25
4	+1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	-0,125	1	0
5	+1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	0,125	0,125	0,5
6	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	0	1	0,5
7	+1	-1	+1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	0	0,5	0,5
8	+1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	1	1	1
9	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	0,25	0	0
10	+1	+1	-1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	0	-1	-0,5
11	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	0	-0,875	0,5
12	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	0,5	1	0,25
13	+1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	0	-0,125	1
14	+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	0,5	0	0,5
15	+1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	0,125	-0,5	1
16	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1	-1	1

Для получения матрицы ПФЭ (полного реального факторного эксперимента) необходимо было бы провести достаточно сложные и опасные для действующего объекта активные эксперименты. В тоже время, матрица ПФЭ в табл. 1 является достаточно адекватной, так как сформирована очень опытными технологами БГМК на основе более чем десятилетнего опыта их работы на печи Ванюкова.

Теперь остается найти соответствующие коэффициенты уравнения (5) по формулам:

$$b_0 = \frac{\sum_{u=1}^{n} y_u}{n} \quad b_i = \frac{\sum_{u=1}^{n} x_i y_u}{n} \quad b_{ij} = \frac{\sum_{u=1}^{n} x_i x_j y_u}{n} \quad . \qquad (6)$$

Таким образом, были получены следующие уравнения для Y_1, Y_2 и Y_3

$$Y_1 = 0{,}195313 + 0{,}195313X_1 + 0{,}132813X_2 + 0{,}148438X_3 - 0{,}039063X_4 + 0{,}054688X_1X_2 + 0{,}054688X_1X_3 + 0{,}039063X_1X_4 + 0{,}070313X_2X_3 + 0{,}054688X_2X_4 - 0{,}00781X_3X_4, \qquad (7)$$

$$Y_2 = 0{,}179688 + 0{,}195313X_1 + 0{,}054688X_2 - 0{,}03906X_3 - 0{,}49219X_4 + 0{,}070313X_1X_2 - 0{,}07031X_1X_3 - 0{,}13281X_1X_4 - 0{,}17969X_2X_3 - 0{,}08594X_2X_4 - 0{,}03906X_3X_4, \qquad (8)$$

$$Y_3 = 0{,}390625 - 0{,}01563X_1 + 0{,}171875X_2 + 0{,}359375X_3 + 0{,}078125X_4 + 0{,}015625X_1X_2 + 0{,}015625X_1X_3 - 0{,}14063X_1X_4 - 0{,}04688X_2X_3 + 0{,}046875X_2X_4 + 0{,}046875X_3X_4. \qquad (9)$$

Кроме моделей управления процессом с помощью уравнений (7-9) нами были исследованы модели управления, полученные с помощью нечетких, нейросетевых и нейронечетких алгоритмов. Эти алгоритмы были получены также на основе матрицы ПФЭ табл. 1. Более подробно методика создания этих трех интеллектуальных алгоритмов приведена в [4].

Таким образом, нами были исследованы модели управления, полученные четырьмя методами: планирования эксперимента, формирования нечетких правил, обучения нейронных сетей и использования гибридных нейро-нечетких сетей. В таблице 2 приведены результаты анализа абсолютной ошибки, расчетов проведенных по этим четырем методикам. При этом абсолютная ошибка рассчитывалась по формуле:

$$\% = \frac{1}{16}\sum_{i=1}^{16} | Y^э - Y^р |,$$

где $Y^э$ и $Y^р$ - соответственно экспериментальные и расчетные значения выходных переменных.

Таблица 2. **Сравнительный анализ точности моделей управления**

Метод моделирования	Величина абсолютной ошибки %		
	Y_1	Y_2	Y_3
1. Планирование Эксперимента	15,53	33,01	12,68
2. Нечеткие алгоритмы	3,001	3,75	2,34
3. Нейросетевые алгоритмы	2,43	1,61	3,105
4. Нейро-нечеткие сети	1,47	1,42	1,5

Анализ табл. 2 показал, что использование метода планирования эксперимента невозможно из-за недопустимо высоких значений абсолютных ошибок: от 12% до 33%. Интеллектуальные модели показали свое преимущество: от 1,5% до 3,75%, при этом наилучшим оказался метод нейро-нечетких сетей (от 1,5 до 1,47%).

Таким образом, проведенные исследования показали высокую эффективность алгоритмов управления, полученных с помощью методов искусственного интеллекта. По сравнению с классическими методами построения аналитико-статистических моделей методы, основанные на знаниях, опыте интуиции людей-экспертов позволяют создавать системы оптимального управления сложными технологическими процессами значительно легче, быстрее и эффективнее.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Иванов В.А., Николаева Н.И., Ибраев А.Х., Шапировский М.Р.* Математическая модель надфурменной зоны печи Ванюкова. // Цветная металлургия. 1990, №8, с. 113-115.

2. *Федоров А.Н., Павлов Р.А., Безрукова Ж.Ж.* Гидродинамическая модель ванны расплава процесса Ванюкова (ч.1) // Изв. Вузов. Цветная металлургия. 2002, №3, с. 11-13.

3. *Сулейменов Б.А.* К вопросу о разработке системы оптимального управления процессом плавки в жидкой ванне. Журнал «КИПиА в Казахстане», №16, 2008, с 9-12.

4. *Сулейменов Б.А.* Интеллектуальные и гибридные системы управления технологическими процессами. – Алматы: Шикула, 2009, с 207-300.

Резюме

Мысты Ванюков пешінде балқытуды басқарудың әртүрлі моделдері жасалды және зерттелді. Үрдісті тиімді басқарудың нейро-айқын емес алгоритмдерін пайдалану ұсынылды.

Summary

Various control models of copper melting in Vanyukov furnace researched and developed. Using of neural and fuzzy hybrid algorithm of process optimal control has proposed.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 05.10.12 г.*

УДК 656.226.12.

С.Ш. Сарбаев, А.С. Баймахан, А.С. Сарбаев

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

Транспортную систему в наиболее общем виде можно считать состоящей из неоднородных устройств (элементов) различной сложности, взаимодействующих с потоком «заявок» – поездов, автомобилей, самолетов, морских и речных судов. Это – в первую очередь узловые пункты сети, наиболее сложными из которых являются транспортные узлы.

От простого скопления элементов транспортный узел как система отличается тем, что его составные части объединены внутренними связями и вступают друг с другом в определенные (а не любые) отношения, зависящие от схемы узла и технологии его работы. Схема узла, отражающая его структуру (рисунок элементов и связей), ограничивает разнообразие взаимодействия элементов системы. Это делает задачу исследования узла как системы практически разрешимой.

Одной из характерных черт рассматриваемых систем является трудность точного прогнозирования их загрузки вследствие сложности взаимосвязей между элементами системы, причем в действие нередко вступают обратные связи.

Моделирование основывается на рассмотрении транспортного узла как организованной совокупности, основные элементы которой должны рассчитываться не изолированно, а одновременно и во взаимной связи. На основании повторных испытаний модели узла на ЭВМ можно сформировать и отобрать лучшие проектные варианты развития узла, более совершенный порядок работы и т. д.

Испытание модели узла на ЭВМ позволяет наряду с пропускной способностью определить задержки подвижного состава, то есть одновременно с количественной дать и качественную оценку вариантных схем развития узла, что оказывается важным и практически полезным для специалистов в области проектирования и эксплуатации станций, портов, автодорог и других многоэлементных объектов.

Испытание на модели различных вариантов системы производится для установления ее производительности (пропускной и перерабатывающей способности), мощности (количества станционных путей, маневровых локомотивов, причалов и т.п.) и технико-эксплуатационных показателей обслуживания (величины задержек на отдельных линиях в ожидании обслуживания, т.е. межоперационных простоев, степени загруженности отдельных элементов системы и др.), а также для проверки возможности ввода в систему дополнительного потока.

Для решения задачи необходимы исходные данные, характеризующие порядок поступления заявок, схему их прохождения в системе, продолжительность обслуживания отдельными элементами и другие параметры. Одни параметры являются фиксированными, другие же могут быть заданы вероятностными функциями, с тем или иным законом распределения. Способ задания параметров зависит от характера конкретно решаемой задачи. В частности, при решении проектных задач, когда моделируемая система в натуре не существует, некоторые параметры могут задаваться вероятностным способом, в то время как при решении текущих эксплуатационных вопросов (особенно, если в них преобладают пассажирские операции) параметры обслуживания регламентируются действующим графиком. В этом случае моменты поступления заявок в систему оказываются фиксированными.

Прежде чем приступить к рассмотрению моделирующего алгоритма, важно уяснить ряд существенных моментов, связанных с формой представления транспортных потоков и формированием структуры постоянных устройств.

В исследованиях транспортных объектов потоки обычно рассматриваются лишь с количественной стороны (размеры движения и распределение длин интервалов между заявками на обслуживание). Между тем реальный поток характеризуется не только величиной, но и структурой, а также формами его организации, оказывающими непосредственное влияние на расчет и специализацию станционных устройств.

Новейшие теории транспортных потоков разрабатываются представителями двух групп ученых: во-первых, это математики, увидевшие на транспорте широкие возможности для применения количественных методов оценки функционирования систем; во-вторых, транспортники, осваивающие в прикладных целях некоторые новые разделы современной математики.

В то же время в разработке теории транспортных потоков и сетей отчетливо обозначились два направления: одно из них базируется на идеях линейного программирования и теории графов; другое закладывает в основу совершенно иные принципы и широко использует аппарат теории вероятностей.

Аналитический аппарат теории массового обслуживания чаще всего оперирует так называемым простейшим потоком, в котором распределение заявок в интервале времени подчиняется закону Пуассона. Такой поток иногда еще называют, несколько более полно раскрывая его сущность, ординарным, стационарным, потоком без последействия. Отсутствие последействия означает, что вероятность появления некоторого события не зависит от того, давно ли такое событие имело место в последний раз. Другими словами, в системах с простейшим потоком отсутствуют функции управления и регулирования, хотя в реальной транспортной системе этим делом заняты тысячи людей.

Стационарность означает, что вероятностный режим потока во времени не изменяется, т.е. система живет однообразной «жизнью» и в ней нет места так называемым переходным процессам, когда это однообразие нарушается.

Требование ординарности исключает появление в рассматриваемый момент времени одновременно двух и более событий (например, одновременного прибытия двух поездов с разных направлений в один и тот же парк станции).

Можно спорить о том, подчиняется ли распределение прибытия поездов на станцию закону Пуассона или Пирсона, но при этом не следует забывать, что все распределения учитывают количественную сторону процесса, опуская качественную. Вероятностное распределение потока одной категории, рассматриваемое изолированно от других, является количественным выражением какого-то среднего графика поступления поездов на станцию из множества возможных. Замена реального графика кривой распределения входящего потока может лишить его важных характеристик.

Реальный транспортный поток является динамичным по своей природе. В нем нужно различать несколько видов неравномерностей, основными из которых являются:

временная неравномерность (колебания сезонные, по дням недели, внутрисуточные и др.);

пространственная неравномерность, специфичная для каждого вида перевозок (пригородные, дальние пассажирские и грузовые).

Изучение действительной картины перевозок показывает, что реальные железнодорожные потоки имеют сложную, меняющуюся организацию, с определенными закономерностями изменения ее компонент во времени и пространстве.

Системный подход к транспортным потокам, таким образом, основывается на следующих положениях: пассажиро- и грузопотоки неоднородны и динамичны по своей природе; несмотря на кажущуюся неопределенность и наличие элементов случайности, изменение величины и структуры по-

токов протекает достаточно закономерно; реальные потоки железных дорог подчинены требованиям специализации, плана формирования и графика движения поездов, т.е. выступают не как стохастические, а как организованные.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Трихунков М.Ф.* Транспортное производство в условиях рынка: Качество и эффективность.М.Транспорт, 1993г., 255 с.

2. *Скива Л., Яначек Я., Ценек П.* Энергетически оптимальное управление транспортными системами. М.Транспорт, 1992 г.,246 с.

3. *Magnanti, T.L., Wong, R.T.* Transportation Networks Design: Models and Algorithms. Transport. Sci.,1983.

Резюме

Рассматривается моделирование транспортной системы как организованной совокупности, основные элементы которой должны рассчитываться не изолированно, а одновременно и во взаимной связи.

КазАТК имени М.Тынышпаева
КУПС

Поступила 10.09.12 г.

УДК 656.212

С.Ш. Сарбаев, А.Ж. Габдуллин

ОПТИМИЗАЦИЯ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ГРУЗОВЫХ ОПЕРАЦИЙ В ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛАХ

Ежедневно со складов грузовых узловых станций дорог автомобилями вывозится большое число различных тарно-штучных грузов. При этом необходимо вывезти как можно большее количество грузов в условиях обычно ограниченных транспортных возможностей. Личный опыт диспетчера, планирующего централизованный вывоз, не позволяет ему использовать все возможности планирования в полной мере. Для этого ему потребовалось бы организовать получение и проанализировать за короткое время такое множество разного рода данных, связанных сложными соотношениями, которое не под силу переработать ни одному даже очень опытному работнику.

Рассмотрим две важные задачи оперативного планирования грузовых операций в стыках железнодорожного и автомобильного транспорта.

Задача 1. Оптимальная разгрузка подачи. Имеется определенное количество вагонов с грузами разных видов, предназначенных к разгрузке. Некоторые грузы должны быть разгружены обязательно в данную смену. Предполагается, что в каждом вагоне груз одного вида. Имеется определенное число автомобилей некоторых типов. Имеется некоторый фактор (платформа), на котором будет происходить разгрузка по прямому варианту. Требуется указать, какие вагоны нужно подать под разгрузку на данный фронт, чтобы имеющимися автомобилями вывезти наибольшее количество груза.

Задача 2. Оптимальный завоз грузов для одной подачи. Имеются грузы разных видов, которые нужно завезти и погрузить. Некоторые грузы должны быть погружены обязательно в данную смену. На данном фронте работ имеется определенное число вагонов разных типов (подача). Предполагается, что в данный вагон загружается груз лишь одного вида (не предполагается, что груз одного вида обязательно однороден, но предполагаем, что для груза данного вида и для вагона данного типа можно вычислить определенный коэффициент заполнения. Так, тяжеловесные грузы одного типа и каких угодно отправителей с одной и той же станцией назначения можно считать грузами одного вида независимо от их содержания). Имеющийся парк машин в состоянии завезти груз, обеспечивающий полную загрузку подачи. Требуется указать, какой груз и в каком количестве следует завезти для обеспечения наилучшей загрузки вагонов.

Математические модели задач составляются на следующих основаниях:

1) индекс i номер груза, j - номер типа автомобиля.

Обозначены:

x_i - искомое (для подачи на фронт) количество вагонов с i -грузом (т.е. с грузом вида i);

m_i - наличное количество вагонов с i -грузом;

P_i - масса i -груза в одном вагоне с i -грузом;

I - совокупность тех i , что i -груз обязателен к разгрузке;

m - максимальное количество вагонов, которое вмещает фронт работ;

y_{ij} - искомое количество j -машин (т.е. машин типа j), подаваемых под i -груз;

n_j - наличное количество j -машин;

α_{ij} - число тонн i -груза, которое берет j -машина.

Обязательный к разгрузке груз либо весь подается на фронт работ, либо, если количество вагонов с обязательным грузом превосходит число вагонов, которое вмещает фронт работ, столько вагонов, сколько помещается на фронте работ, т.е.

$x_i = \min\{m_i, m\}$ для $i \in I$

Задачу имеет смысл решать лишь при условии

$$\sum_{i \in I} \min\{m_i, m\} \le m \quad .$$

Очевидно, искомое число вагонов с i -грузом не должно превышать имеющегося количества вагонов с i -грузом ($0 \le x_i \le m_i$ для $i \notin I$) и общая сумма искомых количеств вагонов не должна превышать количества вагонов, помещающихся на фронте работ ($\sum x_i \le m$). Далее, сумма всех j -машин, подаваемых для разгрузки всего груза, не должна превышать имеющегося в наличии количества j -машин ($y_{ij} \le 0, \sum y_{ij} \le n_j$). Чтобы автомашины использовались рационально, необходимо затребовать для i -груза столько машин, чтобы их общая грузоподъемность не превышала подаваемый под разгрузку i -груз:

$$\left(\sum_j \alpha_{ij} y_{ij} \le x_i p_i \right). \qquad (1)$$

В итоге необходимо решить задачу целочисленного линейного программирования:

Максимизировать:

$$\sum_{ij} \alpha_{ij} y_{ij} \to \max \qquad (2)$$

при условиях:

$$(0) x_i \text{ и } y_{ij} \text{ - целые;}$$
$$(1) x_i = \min\{m_i, m\} \text{ для } i \in I;$$
$$(2) 0 \le x_i \le m_i \text{ для } i \notin I;$$
$$(3) \sum x_i \le m; \qquad (3)$$
$$(4) 0 \le y_{ij};$$
$$(5) \sum y_{ij} \le n_j;$$
$$(6) \sum_j^i \alpha_{ij} y_{ij} \le x_i P_i;$$

2) индекс i номер груза, j - номер вагона.

Обозначены:

x_i - искомое для завоза количество тонн i -груза;

m_i - масса всего i -груза;

I - совокупность тех i , что i -груз обязателен к погрузке;

n_j - наличное количество j -вагонов (вагон типа j или вагон номера j , в последнем случае все $n_j = 1$);

α_{ij} - максимальная масса i -груза, помещающегося в j -вагоне.

Условие корректности задачи: при объявлении грузов обязательными необходимо следить за тем, чтобы имеющиеся в наличии вагоны могли вместить весь груз, объявленный обязательным. В таком случае, весь обязательный груз завозится ($x_i = m_i$ для $i \in I$). Очевидно, что искомое для завоза количество i -груза не может превышать имеющегося количества для $0 \le x_i \le m_i$ для $i \in I$, а искомое количество j -вагонов для всех грузов не может превышать имеющегося количества ($\sum y_{ij} \le n_j$) и нецелесообразно завозить *i*-груза больше, чем будут вмещать отведенные для него вагоны $(x_i \le \sum_j \alpha_{ij} y_{ij})$. Тогда наилучшая загрузка вагонов будет обеспечена при максимальном завозе груза. Для этого необходимо решить задачу:

Максимизировать $\sum x_i \to \max$,

при условиях:

$$
\begin{aligned}
&(0)\quad y_{ij} \text{ - целые;}\\
&(1) x_i = m_i \text{ для } i \in I;\\
&(2) 0 \le x_i \le m_i \text{ для } i \notin I; \qquad (4)\\
&(3) 0 \le y_{ij};\\
&(4) \sum y_{ij} \le n_j;\\
&(5) x_i \le \sum_j^i \alpha_{ij} y_{ij};
\end{aligned}
$$

Для решения данных задач используются известные алгоритмы с применением дополнительного экспериментального материала, так как они имеют оперативный характер с большим числом переменных (число переменных равно примерно *cd* , где с – число грузов, а *d* – число типов машин).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Белов И.В., Каплан А.Б.* Математические методы в планировании на железнодорожном транспорте. М.Транспорт, 1992 г.

2. Единая транспортная система. Под ред. В.Г.Галабурды. М.Транспорт, 2001 г.

Резюме

Мақалада темір жол және автомобиль көліктерінің түйісіндегі бір топ вагондарды түсірудің және оларға тиеуге тиісті жүктерді жеткізудің тиімділігін арттырудың кейбір маңызды есептері келтірілген.

Резюме

В статье приведены некоторые важные задачи оперативного планирования грузовых операций при оптимизации разгрузки вагонов в подаче и завоза грузов для одной подачи в стыках железнодорожного и автомобильного транспорта.

КазАТК имени М.Тынышпаева *Поступила 05.10.12 г.*

УДК 656.22

К.К. Ибраев, Ж.С. Айпенов

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА ГРАФИКА ИСПОЛНЕННОГО ДВИЖЕНИЯ

Автоматизированная система анализа выполнения графика движения поездов (АС-АГДП) может использоваться не только по прямому назначению, но и для оперативного принятия мер по устранению организационных и технических отказов в работе дороги.

Система выполняет следующие функции:

- автоматическую передачу из АСОУП на сервер системы данных о поездах и операциях, выполняемых с ними на станциях;
- расчет тонно-километровой работы, поездо-километров, поездо-часов, участковой скорости движения и среднего веса грузовых поездов по диспетчерским участкам и направлениям дороги на основе данных графика исполненного движения;
- автоматизированное заполнение электронного журнала задержек поездов с указанием даты, номера задержанного поезда, времени задержки, ее вида, причины и службы, по вине которой она произошла, а также места задержки и краткого пояснения;
- ведение базы данных с нормативно-справочной информацией (НСИ) о видах задержек, наименованиях служб, классификаторе причин задержек по службам, укрупненных расходных ставках стоимости 1 поездо-часа по видам тяги, названии диспетчерских участков, их границ, перечня станций и перегонов с указанием их расположения и принадлежности к участкам;
- обработку данных для анализа выполнения графика движения поездов, технико-экономической оценки потерь от задержек поездов, систематизации полученных результатов по диспетчерским участкам, направлениям, службам, причинам и видам задержек согласно НСИ и формирование отчетов с результатами анализа.

Для классификации задержек поездов разработан справочник их причин по каждой службе. Он хранится в базе данных НСИ. Каждой причине присвоен уникальный номер (ключ), используемый для ее идентификации при анализе. Для детального описания обстоятельств задержки поезда используется поле «Примечание» электронного журнала. Причины задержек, связанные с природно-климатическими катаклизмами и форс-мажорными обстоятельствами в справочнике классифицируются как «прочие» [1].

При обработке оперативных данных о выполнении графика движения поездов [2,3] определяются:

- количество поездов, проследовавших по диспетчерским участкам и всего по дороге, в том числе в соответствии с графиком движения;
- поездо-часы, поездо-километры и выполненная участковая скорость движения поездов;
- количество и поездо-часы задержек поездов и соответствующие им потери участковой скорости и денежных ресурсов;
- выполненные тонно-километровая работа и средний вес поезда. В формируемых отчетах поездо-часы задержек поездов, потери участковой скорости и денежных ресурсов распределяются по диспетчерским участкам, направлениям, станциям, службам, причинам и видам задержек. Данные анализа выводятся в таблицах, графиках и диаграммах, а также накладываются на электронную карту или схему дороги.

Система АС-АГДП позволяет проводить анализ выполнения графика движения с оценкой влияния задержек поездов на технико-экономические и эксплуатационные показатели работы участков, станций и дороги в целом за любой период времени (сутки, декаду, месяц, квартал, год и т. д.). Результаты анализа можно использовать для определения первоочередных мероприятий по совершенствованию управления процессом перевозок, увеличению пропускной способности участков дороги и улучшению ее технико-экономических и эксплуатационных показателей.

Проведенный на дороге анализ выполнения графика движения с помощью системы АС-АГДП показал, что наибольшее число задержек приходится на службы локомотивного и вагонного хозяйств и службу перевозок.

Задержки поездов по вине локомотивного хозяйства были вызваны неудовлетворительным техническим состоянием тягового подвижного состава и некачественным и несвоевременным выполнением плановых видов ремонта. Это приводило к поломкам локомотивов в пути следования, задержкам их выдачи под поезда и нарушению режима работы локомотивных бригад.

Основная причина задержек поездов по вине службы перевозок - отсутствие достаточного количества и короткая длина приемо-отправочных путей на станциях, недостаточная пропускная и перерабатывающая способность сортировочных станций, узлов и припортовых станций. Это сдерживало вождение на участках дороги длинно составных и тяжеловесных поездов.

Причины задержек поездов по вагонному хозяйству в основном связаны с низким техническим состоянием подвижного состава. Служба путевого хозяйства несет ответственность за задержки поездов из-за несоблюдения нормативного времени «окон» при выполнении плановых ремонтов устройств и сооружений пути, предупреждений об ограничении скорости движения поездов.

На основе проводимых анализов разрабатываются организационно-технологические и технические мероприятия по ликвидации «узких» мест в эксплуатационной работе дороги, направленные на улучшение качественных показателей работы дороги.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Угрюмов Г.А.* Международные стандарты для безбумажной технологии документооборота. //Железнодорожный транспорт, 2001, - С.55-59.

2 . *Козлов П.А.* Пути оптимизации эксплуатационной работы. // Бюллетень ОСЖД №4-5 2002, – С. 12-19.

3. *Кудрявцев В.А.* Управление движением на железнодорожном транспорте. М.: ACADEMA, 2003, - 200с.

КазАТК имени М.Тынышпаева *Поступила 10.07.12 г.*

УДК 614.882

Е.А. Шабельников, Ю.А. Понятов

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ЦМК МЧС ПРИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЯХ

При нынешнем темпе развития научно-технического прогресса возрастает необходимость повсеместного использования автотранспортных средств в различных сферах человеческой деятельности. Доставка грузов и пассажиров в различные города сопровождается риском возникновения дорожно-транспортного происшествия (ДТП), причинами которого могут стать множество факторов: от погодных условий, до человеческой халатности.

Несмотря на постоянное повышение уровня безопасности конструкции транспортных средств, риск гибели людей на автодорогах остается по-прежнему высоким. Только за прошедший год на дорогах страны погибло 2707 человек и 14000 человек получили ранения [1].

Наибольшее число автомобилей зарегистрировано в г. Алматы и Алматинской области. И, по статистике за прошлые годы, количество ДТП в Алматы в разы больше чем в других городах и областях нашей страны [2].

Одной из причин смертности людей на автодорогах становится несвоевременное оказание экстренной медицинской помощи пострадавшим при ДТП. Причиной этого является в первую очередь недостаточная информированность экстренных служб о месте и характере ДТП. Также зачастую своевременному оказанию медицинской помощи препятствует отдаленность мест ДТП от учреждений медицинской помощи.

Возникают ситуации, когда водитель машины скорой медицинской помощи не может самостоятельно определить кратчайший по времени маршрут для доставки пострадавших в медицинское учреждение. Возможны случаи, когда при крупном ДТП необходимо участие сразу нескольких дежурных нарядов экстренных служб, территориально удаленных друг от друга.

Вероятность возникновения чрезвычайной ситуации (ЧС) при ДТП обуславливается тем, что участником ДТП может стать транспортное средство (ТС), перевозящее опасный груз.

Все перечисленные условия ставят задачи, для решения которых необходим ряд мер, направленных на обеспечение экстренных служб соответствующим оборудованием, аппаратно-программными комплексами (АПК), связанными в единую Систему.

Перечислим задачи, решение которых возлагается на систему: своевременное оповещение экстренных служб о ДТП, получение информации о характере и масштабах ДТП, оперативное определение места ДТП, прокладка точного маршрута от медицинского центра до места ДТП и обратно, предоставление информации о готовности близлежащих медицинских учреждений к приему пострадавших.

Решение поставленных задач реализуется Системой контроля и мониторинга транспортных средств ЦМК МЧС при дорожно-транспортных происшествиях (ЦМК МЧС –Центр медицины катастроф Министерства по чрезвычайным ситуациям). Результатом работы данной Системы станет уменьшение смертельных исходов при ДТП.

Структура системы состоит из следующих частей: мобильный терминал для автомашин скорой помощи, диспетчерский центр, приложение оператора диспетчерского центра, мобильный терминал для автомобильного транспорта, мобильный терминал для железнодорожного транспорта.

Диспетчерский центр является ядром Системы и предназначается для осуществления контроля и мониторинга всех обращений. Диспетчерский центр имеет интерфейсы сопряжения с экстренными службами для обмена информацией о происшествии.

Диспетчерский центр построен с использованием мощных вычислительных средств, позволяющих быстро рассчитать маршрут движения автомашин скорой медицинской помощи. Также Диспетчерский центр собирает информацию о готовности медицинских учреждений, ближайших к месту ДТП, принять пострадавших. В случае невозможности принять всех пострадавших при крупном ДТП одним медицинским центром, Система опрашивает следующие медицинские центры и формирует сразу несколько маршрутов для автомашин скорой медицинской помощи в различные медицинские учреждения.

Все типы терминалов оснащаются приемником сигнала GPS, модемами для работы со спутниковой группировкой Orbcomm и сетью сотовой связи стандарта GSM. Применение спутниковых систем связи объясняется возможностью передачи данных из любой географической точки, а применение модемов GSM позволит использовать сеть сотовой связи в местах покрытия сигналом базовой станции.

Терминалы для автомашин скорой медицинской помощи сопрягаются с GPS-навигаторами. Данные меры позволят водителям скорой помощи получить кратчайший по времени маршрут для прибытия на место происшествия, а также для доставки пострадавших при ДТП людей в ближайшее медицинское учреждение. Данные маршрута формируются в Диспетчерском центре на основании координат, полученных от терминалов для автомобильного и железнодорожного транспорта.

Терминалы для автомобильного и железнодорожного транспорта имеют переговорное устройство, наличие которого заключается в предоставлении средств голосовой связи, необходимой для уточнения характера ДТП операторами экстренных служб.

Терминалы для автомобильного транспорта имеют возможность подключения к системе безопасности автомобиля SRS и в случае срабатывания датчика удара и подушки безопасности терминалы автоматически связываются с экстренными службами и передают координаты местонахождения транспортного средства. Также терминалы для автомобильного транспорта может включать в себя видеорегистратор, позволяющий точнее определить причину ДТП.

Внедрение описываемой Системы можно подразделить на 3 этапа: оснащение терминалами машин скорой медицинской помощи, оснащение железнодорожных поездов терминалами, оснащение гражданских транспортных средств терминалами.

Первый этап внедрения позволит медицинским службам получать информацию о месте ДТП и приблизительном маршруте движения до этого места, передавать информацию о ходе спасательных процессов в экстренный центр и о необходимости привлечения дополнительных спасательных сил и средств. На данном этапе Система может получать приблизительные данные о месте происшествия от операторов сотовой связи, посредством получения информации о координатах базовой станции, обслужившей вызов, зарегистрированный в экстренной службе.

Второй этап внедрения Системы характеризуется установкой терминалов на железнодорожные поезда. Данные меры позволят получать информацию об авариях на железной дороге с участием как других поездов, так и автотранспортных средств. Нередки случаи, когда водители автомашин пренебрегают правилами проезда железнодорожных переездов и оказываются на пути следования поезда. Машинист поезда сможет сразу передать всю необходимую информацию в экстренный центр.

Третий этап внедрения Системы является завершающим и позволит оснащать автомобильные средства терминалами. Основными пользователями автомобильных терминалов станут компании, осуществляющие перевозку пассажиров. В пассажирские автобусы будут установлены соответствующие терминалы с функцией самописца, который будет фиксировать весь маршрут автобуса, скорость его движения, места остановок (плановых и неплановых). Данные меры позволят повысить дисциплинированность водителей пассажирских автобусов, безопасность и качество пассажирских перевозок.

Архитектура системы может быть как централизованной, так и децентрализованной с размещением Диспетчерских центров в нескольких городах и населенных пунктах. Терминалы будут конструироваться с учетом возможного дополнения их различными датчиками.

Все вышеперечисленные меры по созданию и внедрению данной системы позволят снизить смертность на дорогах страны и повысить согласованность действий экстренных медицинских служб.

ЛИТЕРАТУРА

1. http://oko.kz/vopros-otvet/statistika-dtp
2. http://stopdtp.kz/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=25&Itemid=108&lang=en

Резюме

Бұл мақала жол-көлік оқиғасы (ЖКО) кезіндегі төтенше жағдайлар жөніндегі Министрліктің апаттар медицинасы Орталығының көлік құралдарын бақылау мен мониторинг жүргізу Жүйесін құру мақсаты мен міндеттерін баяндайды.

Жүйені құру мақсаттары Қазақстан Республикасының қалааралық автожолдарындағы өлім-жітімді төмендету қажеттілігінен туындай отырып анықталады.

Жапа шеккендердің қаза болуының ең жиі себебі – медициналық көмектің уақытылы көрсетілмеуі болып табылады. Бұл жедел қызметтердің ЖКО орны мен сипаты туралы жеткілікті хабардар болмауымен айқындалған.

Мақалада мәселені жедел қызметтермен байланысты және ЖКО орнын көрсетуге қабілетті автоматтандырылған жүйені құру арқылы шешу нұсқаларының бірі ұсынылады.

Әзірленуге ұсынылып отырған жүйе ЖКО жапа шеккендерге көмек көрсету үдерісін бақылауға және Қазақстан Республикасының автожолдарындағы өлім-жітім пайызын төмендетуге мүмкіндік береді.

Summary

This article describes the targets and tasks for creation System of Control and monitoring for vehicles of National center of disaster medicine of the Ministry of Emergency Situations in accidents.

The targets of creation System are based on necessity of reducing deaths on intercity highways of the Republic of Kazakhstan.

Cause of death of injured is untimely providing of medical care. This is due to large distance from place of incident to locality. Another factor which prevent of quick care to injured in accident is lack of awareness of a emergency services about accident place and of its nature.

In this article is shown one of the variants of solving problem by creation of automatic system which is related with the emergency services and which is able to specify the location of accident.

The system that was proposed to develop allows to control process of helping to injured people and to reduce death rate on highways of the Republic of Kazakhstan.

Институт космической техники и технологий *Поступила 10.10.12 г.*

УДК 614.882

Е.А. Шабельников, В.В.Торчик

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ЦМК МЧС ПРИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЯХ

На сегодняшний день существует неисчислимое множество различных информационных систем (ИС), автоматизированных систем (АС), программных продуктов как отечественного, так и зарубежного производства. Организовалось множество компаний, занимающихся разработкой программного обеспечения. Однако, как показывает опыт знакомства со многими программными продуктами и информационными системами, лишь немногие из них позволяют использовать функциональность программы в наиболее удобной форме, либо сама функциональность не покрывает ожидаемые результаты при удобной реализации пользовательского интерфейса.

Описанная проблема совсем не говорит о недостаточности квалифицированных программистов или об отсутствии современного оснащения в области средств разработки. Основной проблемой, возникающей при разработке программных средств, является недостаточная проработка задач, в частности: слабая организация взаимодействия с заказчиком продукта, неполный перечень функциональных требований, сжатые сроки разработки и множество прочих факторов, которые негативно влияют на конечный продукт.

Несоблюдение наработанных годами и изложенных во многих источниках, в том числе и нормативных документах, этапов разработки становится нормой для многих компаний, занимающихся разработкой программных средств.

Из вышесказанного можно представить, почему у рядового пользователя или заказчика программного средства или информационной системы складывается устойчивое мнение, что отечественные разработки хуже, чем зарубежные аналоги, несмотря на то, что Правительство Республики Казахстан предпринимает все возможные меры по повышению казахстанского содержания в работах, продукции и услугах.

Стадии, которые следует применять при проектировании АС, являются вполне определенными и позволяют собрать всю необходимую информацию для формирования представления об объекте реализации.

Далее речь пойдет об основных стандартизированных стадиях создания АС [1], без заострения внимания на формальных этапах, таких как составление технической и проектной документации, отчетах о завершении этапов.

Этап формирования требований к АС включает в себя обследование объекта и обоснование необходимости создания АС. Цель создания Системы контроля и мониторинга транспортных средств ЦМК МЧС при дорожно-транспортных происшествиях – своевременное информирование экстренных служб о местоположении и характере дорожно-транспортного происшествия (ДТП) [2].

Требования пользователя к АС выражаются обычным перечнем комплексных показателей качественных характеристик Системы: надежность, удобство применения, универсальность, эффективность [3].

Приведем определения упомянутых комплексных показателей качества.

Надежность характеризуется способностью программного средства в конкретных областях применения выполнять заданные функции в соответствии с программными документами в условиях возникновения отклонений в среде функционирования, вызванных сбоями технических средств, ошибками во входных данных, ошибками обслуживания и другими дестабилизирующими воздействиями.

Удобство применения характеризуется свойствами программного средства, способствующими быстрому освоению, применению и эксплуатации программного средства с минимальными трудозатратами с учетом характера решаемых задач и требований к квалификации обслуживающего персонала.

Эффективность характеризуется степенью удовлетворения потребности пользователя в обработке данных с учетом экономических, вычислительных и людских ресурсов.

Универсальность характеризуется возможностью адаптации программного средства к новым функциональным требованиям, возникающим вследствие изменения области применения или других условий функционирования.

Далее будут рассмотрены каждый показатель качества, применительно к разрабатываемой Системе.

Рассмотрение факторов, влияющих на надежность, не будет включать в себя описание аппаратных решений для повышения надежности, а только рассмотрение в части программной реализации.

Обеспечение надежного функционирования основывается на правильном выборе структуры, алгоритмов работы и обработки данных в комбинации с проверкой данных на корректность. Наибольшее значение надежности можно достичь при организации централизованной клиент-серверной структуры АС по принципу «тонкий клиент», при которой обработка данных производится на стороне сервера. Как показывает практика, одной из причин сбоев в работе программы являются неправильные действия пользователей, например ввод в цифровое поле текстового значения, поэтому в реализации Системы ручной ввод данных пользователем будет сведен к минимуму, а проверка данных на корректность будет усилена.

Структура организации Системы по принципу «тонкий клиент» показана на рис. 1.

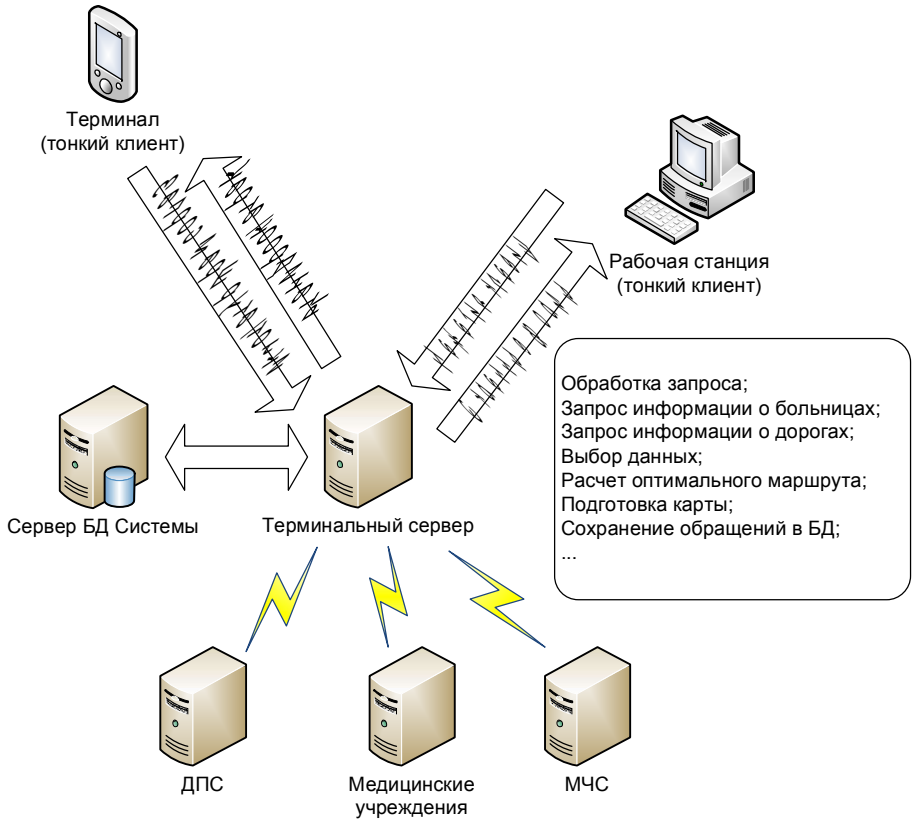


Рис. 1. Структура построения Системы по принципу «тонкий клиент»

Стрелками на рисунке 1 обозначено взаимодействие компонентов Системы. На практике взаимодействие «тонких клиентов» с терминальным сервером будет происходить с применением проводных, спутниковых и сотовых систем связи.

Удобство применения играет очень важную роль в эксплуатации любого программного средства. Приемлемое значение показателей качества «Удобство применения» возможно достичь при детальной проработке управляющих элементов, четко структурированных на экранных формах по смысловому значению и порядку использования. Группировка функций по отношению к объекту, обработку которого производит функция, позволяет сократить время на запуск выполнения этой функции.

Более быстрому освоению программного средства способствует подробное документирование функций и меры по обучению пользователей приемам работы с программным средством, система подсказок.

Хорошая эффективность работы программного средства может быть достигнута при правильном разделении нагрузки по обработке данных на вычислительные ресурсы терминального сервера. При этом разработка программного обеспечения серверной части Системы не должна быть ориентирована на дорогостоящее оборудование из экономических соображений разработки и внедрения Системы.

Обеспечение надежных каналов связи и применение подходящих протоколов связи способствуют обеспечению нормального функционирования при любой допустимой нагрузке на Систему.

Универсальность является весьма значимой характеристикой любой разрабатываемой АС, так как позволяет производить расширение функциональности Системы, за счет подключения дополнительных модулей посредством заранее разработанных и подробно специфицированных интерфейсов. При разработке внешних интерфейсов для взаимодействия с разрабатываемой АС необходимо предусмотреть все типы данных, которые будут «циркулировать» в Системе. Универсальность, заложенная при разработке АС, снижает риск потери актуальности разработки спустя определенное время эксплуатации.

Итак, при разработке программно обеспечения Системы контроля и мониторинга транспортных средств ЦМК МЧС при дорожно-транспортных происшествиях приняты к использованию все перечисленные методы и положения.

Разработка программного обеспечения Системы проводится на этапе Разработка и адаптация программ по ГОСТ 34.601. При разработке следует использовать шаги, приведенные в ГОСТ 28195, а именно: анализ, проектирование, реализация, тестирование, изготовление.

В ходе процессов разработки очень важным шагом является проведение тестирование каждого разрабатываемого модуля с использованием наиболее подробных тестов, специфицирующих все возможные режимы работы АС. Тестирование лучше всего проводить после завершения разработки каждой новой функции.

Опыт разработки программных средств показывает, что обнаружить ошибку в программе гораздо сложнее, когда программист отошел от места незамеченной ошибки и занимается разработкой другой части кода программы. Вся последующая работа может оказаться неверной из-за несвоевременного обнаружения ошибки, допущенной в коде программы.

Программное обеспечение Системы логически состоит из нескольких разделенных по назначению частей:

– серверная часть, реализующая всю логику обработки данных, процессы функционирования системы;

– терминальное программное обеспечение, функции которого заключаются в отображении сведений, полученных от терминального сервера и формировании запросов к терминальному серверу;

– программное обеспечение диспетчерского центра, предоставляющее средства для отображения процессов мониторинга и контроля объектов, выдачи отчетов, передачи сообщений на терминалы в ходе спасательных работ.

Серверная часть включает в себя средства для работы с базами данных, которые будут обеспечивать сохранение всей необходимой информации о ДТП и об обращениях пострадавших или очевидцев в экстренные службы. Для Системы предусмотрена возможность записи обращений посредством терминалов в виде звуковых файлов.

Терминальное программное обеспечение функционирует на аппаратной основе терминалов и строится с учетом минимизации действий, выполняемых терминалом. Для терминала будут доступны функции запроса карты, маршрута, точки, данных о больницах, оценки масштаба ДТП. Некоторые типы терминалов оснащаются переговорными средствами для осуществления сеанса голосовой связи с экстренной службой.

Программное обеспечение диспетчерского центра реализуется для работы под управлением операционной системы семейства Windows и соответствует стандартам оформления приложений с оконным пользовательским интерфейсом. Функциональность данного программного обеспечения

позволяет вмешиваться в процесс предоставления данных о ДТП терминалам автомашин скорой помощи с целью уточнения и конкретизации обстановки, масштаба ДТП, маршрута движения.

Применение всех перечисленных мер позволит достичь желаемого уровня качества работы программного обеспечения Системы контроля и мониторинга транспортных средств ЦМК МЧС при дорожно-транспортных происшествиях.

ЛИТЕРАТУРА

3. ГОСТ 34.601-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания.

4. Система контроля и мониторинга транспортных средств ЦМК МЧС при дорожно-транспортных происшествиях.

5. ГОСТ 28195-99 Оценка качества программных средств. Общие положения.

Резюме

Бұл мақала жол-көлік оқиғасы кезіндегі ТЖМ АМО көлік құралдарын бақылау мен мониторинг жүргізу Жүйесінің бағдарламалық бөлігінің ұйымдастырылуын баяндайды.

Бағдарламалық қамтым құрылымын сипаттау Жүйені әлеуетті пайдаланушылардың қолдану ыңғайлылығы және Жүйеге жүктелген міндеттердің орындалу көзқарасынан қарастыруға мүмкіндік береді.

Бағдарламалық қамтымды әзірлеудің негізгі міндеттері Жүйенің концепциясымен анықталады, атап айтқанда: жоғары өнімділік, берілетін ақпараттың толықтығы, жұмыс ыңғайлылығы. Жұмыста бағдарламалық құралдардың сапа көрсеткіштерінің стандартты терминдері мен анықтамалары қолданылған.

Жүйенің бағдарламалық қамтымының құрылымын қалыптастырудың ұсынылып отырған нұсқасы балама құрылымның тәжірибе жүзінде сәтті қолданылуына негізделген.

Жүйенің бағдарламалық бөлігінің сипатталып отырған ұйымдастырылуы Жүйенің және жалпы сапа мен жұмысқабілеттілік көрсеткіштерінің қалаулы деңгейіне қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Summary

This article describes organizing of development of the software of System of Control and monitoring for vehicles of National center of disaster medicine of the Ministry of Emergency Situations in accidents.

The description of software structure allow to review the System in point of view of easy to use by the potential users and of execution tasks assigned to the System.

The main tasks of Systems software development defines by Systems concept, namely: high performance, completeness of the output information, easy to use. In this work was used standardized terms and definitions of the quality rating of software.

Proposed variant of Systems software structure building was chosen based on successful experience in practical using of such structure.

The described organizing of software part of the System allows to achieve the desired level of quality rating and working of the System as a whole.

Институт космической техники и технологий *Поступила 10.12.12 г.*

УДК 354.16

М.М. Молдабеков, Ю.А. Понятов, В.В. Торчик

СТРУКТУРА УНИФИЦИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА БАЗЕ МОБИЛЬНОЙ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ ORBCOMM И GLOBALSTAR

Анализ спутниковых систем связи и услуг, предоставляемых на их базе, дает четкое представление о пригодности той или иной спутниковой группировки для решения определенного круга задач. Преимущества и недостатки этих систем дают направления для исследований в области решения прикладных задач с использованием спутниковой отрасли.

На рынке услуг имеется множество систем мониторинга объектов, как стационарных, так и подвижных, позволяющих получать данные об объектах мониторинга. Практически все эти системы разработаны для работы с определенным набором контролируемых показателей.

В концепцию создания Унифицированной системы передачи данных (УСПД) положена идея разработки универсального инструмента, позволяющего легко производить настройку и адаптацию оборудования, входящего в состав системы мониторинга и контроля, посредством пользовательских программных средств.

Применение различных спутниковых группировок (как видно из названия статьи) объясняется возможностью использования сильных сторон этих группировок, а именно: Globalstar – более быстрое время доставки сообщений и установки соединения, Orbcomm – относительно дешевое оборудование и стоимость трафика. Помимо использования спутниковых группировок в УСПД применяются технологии передачи данных посредством сетей GSM.

Исходя из сказанного выше следует, что использование в конкретной конфигурации УСПД спутниковой системы Globalstar позволяет производить мониторинг опасного груза [1], при котором необходимо быстрое оповещение о состоянии объекта, использование Orbcomm позволяет снизить стоимость передачи данных в системах, некритичных ко времени доставки информации об объекте.

Общие задачи для всех систем мониторинга следующие: сбор данных об объекте мониторинга, передача данных в центр для их последующей обработки, предоставление данных об объекте пользователям системы.

Перейдем к описанию УСПД, структуры ее построения и принципов взаимодействия составных элементов Системы.

Унифицированная система передачи данных представляет собой малогабаритный аппаратно-программный комплекс мониторинга стационарных, подвижных объектов и опасных грузов при перевозке их автомобильным или железнодорожным транспортом.

УСПД состоит из трех подсистем (рис. 1): комплекс мониторинга (КМ), диспетчерский пункт (ДП) и подсистема конструирования программного обеспечения (КПО).

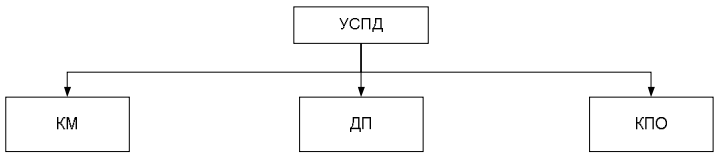


Рис. 1. Структурная схема УСПД

КМ обеспечивает сбор, первичную обработку и передачу информации о состоянии объекта с датчиков терминалов в ДП. Данная информация представляет собой пакеты данных, представляемые в определенном формате.

ДП осуществляет взаимодействие с КМ, выполняет постобработку полученной информации, накапливает данные в БД, осуществляет выдачу информации о состоянии объекта авторизованным пользователям по запросу клиентского приложения ДП.

КПО является подсистемой формирования программного обеспечения (ПО) терминалов СПД и пользовательского интерфейса клиентского приложения ДП. Основной задачей КПО является предоставление пользователю инструментов для формирования интерфейса отображения информации, получаемой с КМ.

Каждая подсистема в свою очередь состоит из модулей и компонентов. Описание модулей приводится в кратком виде.

КМ является мобильной частью УСПД и включает в себя оборудование терминалов сбора и передачи данных (Терминал СПД). Структура построения КМ приведена на рис. 2.

Терминал Z выполняет собирает информацию с датчиков, подключенных к нему. В своей работе терминал Z взаимодействует с терминалом M по беспроводному протоколу связи стандарта IEEE 802.15.4 (ZigBee) [4]. Терминалов Z может быть несколько в конкретной конфигурации системы мониторинга.

Модуль управления терминалом – аппаратно-программное обеспечение, представляющее собой микроконтроллер и «прошивку» микроконтроллера. Данный модуль управляет работой терминала.

Модуль хранения конфигурации – аппаратно-программная часть терминала, представляющая собой запоминающее устройство (ЗУ), предназначенное для хранения настроек терминала, драйверов датчиков, подключенных к терминалу и сконфигурированных посредством КПО.

Модуль управления внешними устройствами – программный код, предназначенный для взаимодействия с датчиками, подключенными к терминалу, посредством драйверов.

Модуль взаимодействия с терминалом М осуществляет передачу подготовленных пакетов информации в терминал М и получение информации о настройке терминала, переданной из ДП.

Терминал М получает информацию с терминалов Z и передает ее в ДП посредством спутниковой связи или сотовой связи стандарта GSM. Также терминал М получает из ДП информацию о настройке терминалов Z и передает ее терминалам Z.

Рис. 2. Структура подсистемы КМ

Модуль управления терминалом – аппаратно-программное обеспечение, представляющее собой микроконтроллер и «прошивку» микроконтроллера. Данный модуль управляет работой терминала.

Модуль взаимодействия с терминалом Z осуществляет прием пакетов информации от терминала Z и передачу информации о настройке терминала, полученную из ДП.

Модуль передачи данных в ДП – программно-аппаратная часть терминала М отвечающая за взаимодействие с ДП посредством спутниковой связи или сотовой связи стандарта GSM.

Структура построения ДП приведена на рис. 3.

Ядро Системы является основой УСПД. Ядро Системы функционирует на сервере УСПД и выполняет основную логику работы СУПД и взаимодействия ее компонентов.

Модуль обработки данных – программные компоненты, обеспечивающие обработку пакетов информации, полученных от терминала М, в которых содержится информация о состоянии датчиков терминалов Z.

Модуль взаимодействия с базой данных обеспечивает записи, хранение, чтение и выдачу информации другим модулям программной части УСПД.

Модуль аудита работы Системы – программные компоненты, выполняющие отслеживание состояний терминалов, показаний датчиков. Данный модуль предназначен для генерации сообщений о нештатных ситуациях, сбоях в работе терминалов и Системы в целом. Информация, генерируемая данным модулем, в последующем используется приложением ДП для информирования оператора (администратора, пользователя) о случившихся событиях.

Модуль взаимодействия с терминалом М – программные компоненты, реализующие обмен данными с терминалами М посредством Интернет.

Серверная часть приложения ДП отвечает за выдачу информации приложению ДП.

Модуль взаимодействия с базой данных – средства обеспечения взаимодействия с Системой управления базами данных (СУБД), необходимые для получения информации из БД в соответствии с запросами приложения ДП.

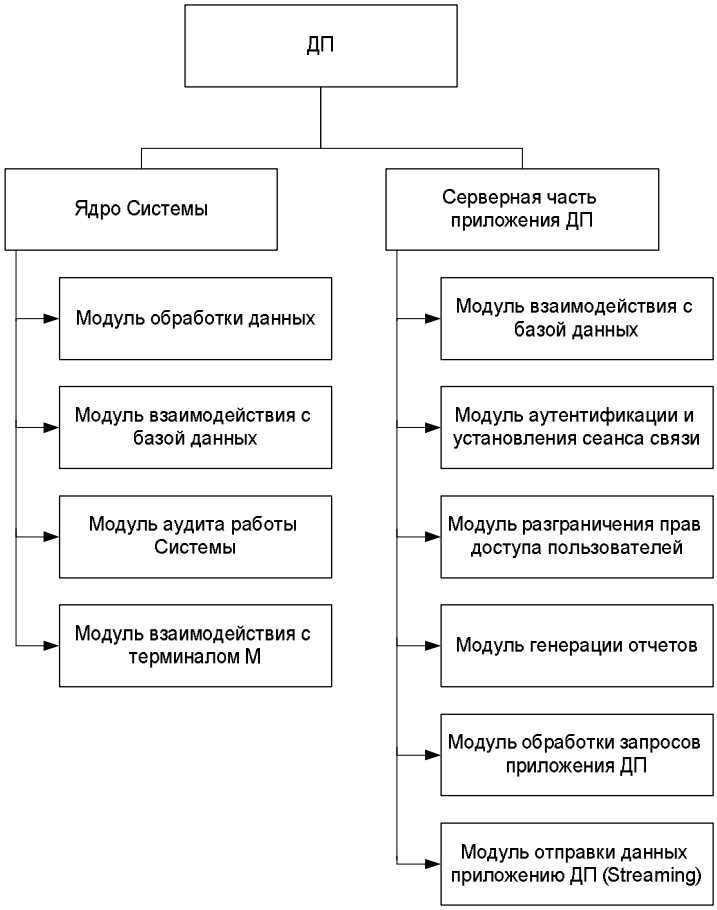


Рис.3. Структура подсистемы ДП

Модуль аутентификации и установления сеанса связи служит для обеспечения информационной безопасности при доступе к данным мониторинга.

Модуль разграничения прав доступа пользователей – программный механизм, позволяющие установить допустимые действия для пользователя с определенной ролью и запретить действия, недоступные пользователю.

Модуль генерации отчетов формирует об объектах мониторинга, сбоях в работе и т.д. в общепринятых удобочитаемых форматах файлов.

Модуль обработки запросов приложения ДП – программный механизм реализации запросов от приложения к ДП.

Модуль отправки данных приложению ДП (Streaming) – программный компонент, обеспечивающий непрерывное соединение ДП и клиентского приложения в направлении от ДП к приложению.

Подсистема КПО реализует основную идею унификации, заложенную концепции УСПД. Инструментарий КПО разрабатывается с учетом всех вариантов использования подсистемы КМ и дальнейших дополнений в части расширения поддерживаемых типов устройств и датчиков. При разработке КПО особое внимание уделяется обеспечению интуитивного интерфейса пользователя при конструировании им своей конфигурации представления информации об объектах мониторинга.

Взаимодействие пользователя с КПО происходит посредством веб-браузера.

Структура построения КПО приведена на рис. 4.

Модуль редактирования страниц – инструментарий пользователя, позволяющий изменять структуру страницы, расположение элементов управления и элементов отображения информации.

Модуль редактирования гаджетов – инструмент пользователя, предназначенный изменения конфигурации элементов отображения состояния объекта в приложении ДП. Модуль редактирования гаджетов позволяет производить добавление, изменение, удаление элементов отображения показаний датчиков.

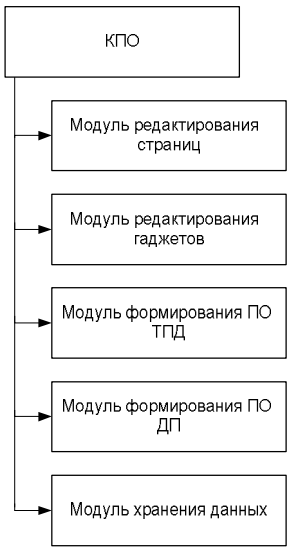


Рис. 4. Структура подсистемы КПО

Модуль формирования ПО ТПД – программный код, преобразующий представление, полученное в результате работы модуля редактирования страниц и модуля редактирования гаджетов, в файл-контейнер конфигурации терминалов СПД. Данный файл-контейнер содержит в себе настройки соединения, настройки периодичности отправки данных с терминала и т.д..

Модуль формирования ПО ДП – программный код, преобразующий представление, полученное в результате работы модуля редактирования страниц и модуля редактирования гаджетов, в файл пользовательской конфигурации представления, который записывается в БД профилей пользователей и применяется при последующих сеансах работы пользователя с УСПД.

Модуль хранения данных – средства обеспечения взаимодействия с СУБД.

Схема взаимодействия терминалов и ДП показана на рис. 5.

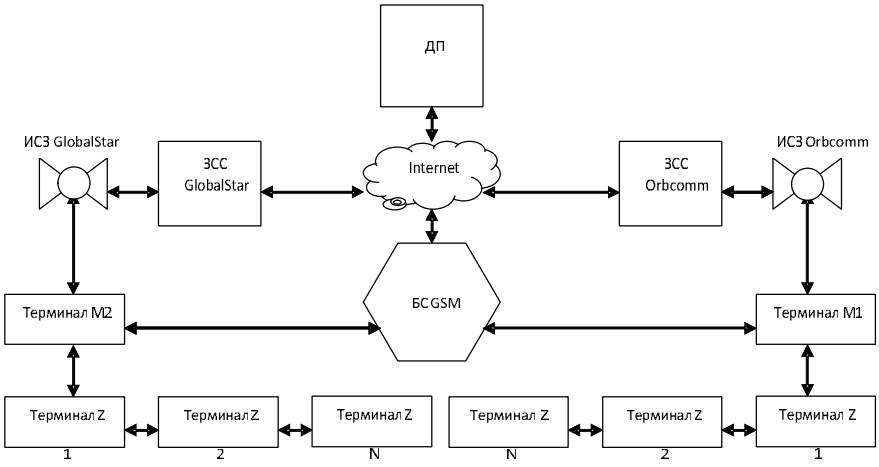


Рис. 5. Схема взаимодействия терминалов и ДП

Описанная структура УСПД позволяет решать задачи мониторинга перемещения грузов различных категорий.

ЛИТЕРАТУРА

6. ГОСТ 19433-88 Грузы опасные. Классификация и маркировка.
7. Свободная энциклопедия - Википедия – http://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.15.4.

Резюме

Бұл мақала Orbcomm және Globalstar ғарыштық ұялы байланыстарының негізінде мәліметтерді таратудың жүйеленген жүйесін құру концепциясы мен құрылымын баяндайды.

Мақаланың жазылу мақсаты – мәліметтерді таратудың жүйеленген жүйесінің құрылуы мен дамуының артықшылықтары мен болашағына сипаттама беру болып табылады.

Жүйенің құрылуы оны мониторинг пен бақылау үшін кейіннен қабылданатын шешімдердің әзірлену негізі ретінде қолдануға мүмкіндік береді. Бірыңғай басқару құралы мен әрекеттесу интерфейстері онымен байланысты жүйелердің әзірлену уақытын қысқартады.

Жүйеде серіктік технологиялардың қолданылуы оны Қазақстанның кез келген нүктесінде қолдануға мүмкіндік береді.

Summary

This article describes a concept and structure of unified system of data transmitting based on mobile space communication Orbcomm and Globalstar.

The target of article writing is to describe the benefits and prospects of creation and development of the unified system of data transmitting.

In the article was presented the results which are got on the stages of choosing the variants of construction of the system.

The system creation allows apply it as a platform for development the subsequent solutions for the monitoring and control. Unified control tools and interfaces will reduce the time on development the related systems.

Applying in system the satellite technologies allows to use it at any point of Kazakhstan.

Институт космической техники и технологий *Поступила 10.12.12 г.*

УДК 621.396.946

Ю.А. Понятов

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИЗКООРБИТАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ

История низкоорбитальных спутниковых систем (НСС, LEO – Low Earth Orbit) началась в прошлом столетии. В 1945 году в статье «Внеземные ретрансляторы» [1] («Extra-terrestrial Relays»), опубликованной в октябрьском номере журнала «Wireless World», английский учёный, писатель и изобретатель Артур Кларк предложил идею создания системы спутников связи на геостационарных орбитах, которые позволили бы организовать глобальную систему связи. Однако вывод аппаратов на стационарную орбиту требовал мощных ракет-носителей и разгонных блоков, способных по нескольку раз запускать в Космосе свои двигатели для корректировки орбиты. А испытать возможности космической связи хотелось как можно скорее. Потому первые в мире связные спутники выводились на низкие эллиптические орбиты с большим наклонением. Сеанс связи с таким спутником был очень короток и составлял 10-20 мин. Но именно на таких аппаратах в первой половине 60-х годов была отработана аппаратура будущих больших геостационарных спутников связи [2].

Основная проблема, которая препятствует широкому распространению низкоорбитальных группировок по отношению к геостационарным, является одновременно и основным принципиальным отличием этих разновидностей спутниковой связи, а именно: низкоорбитальный спутник находится в постоянном движении и земной терминал или станция не могут постоянно «видеть» спутник. Однако низкая орбита имеет огромное преимущество в перспективах развития персональной спутниковой связи. Так как мощность носимого терминала, а в идеальном варианте его габариты не должны превышать габаритов современного сотового телефона, достаточно ограничена, то для приема сигнала спутником необходимо значительное усложнение оборудования спутника. Преимуществом НСС также является и возможность организации связи в приполярных регионах Земли.

Структурно любая спутниковая система связи (ССС) имеет по меньшей мере два основных компонента – космический сегмент и наземный сегмент. Космический сегмент включает в себя кос-

мические аппараты (КА), расположенные на определенных орбитах вращения вокруг Земли. Наземный сегмент включает в себя земные спутниковые станции (ЗСС), выполняющие роль шлюза для сопряжения различных систем связи со спутниковой, и абонентское оборудование спутниковой связи. В некоторых источниках выделяют еще абонентский сегмент, включая именно в него абонентское оборудование. Передача данных между двумя абонентами, находящимися в зоне видимости одного КА, производится непосредственно самим КА. Если же абоненты находятся в обслуживании разных спутников, то доставка сообщений происходит методом «в два скачка».

На сегодняшний день существует более десяти различных систем спутниковой связи, использующих низкую орбиту. Среди них можно выделить наиболее известные: Orbcomm, «Гонец-Д1М», Iridium, Globalstar.

Расскажем кратко о каждой из спутниковых группировок.

Orbcomm – низкоорбитальная спутниковая группировка, состоящая из 27 спутников [3]. Данная НОСС предоставляет только услугу передачи данных небольшого объема. Иными словами, посредством Orbcomm можно передавать текстовые сообщения.

Основное преимущество Orbcomm – практически стопроцентная зона покрытия поверхности Земли. На практике Orbcomm используется в сочетании с сотовыми сетями связи. Orbcomm находит применение в различных системах мониторинга, контроля и управления стационарными и подвижными объектами, использующих технологии M2M, где не требуется передача большого объема информации. M2M (Machine-to-Machine или Mobile-to-Mobile) – общее название технологий, которые позволяют терминалам обмениваться информацией друг с другом, или же передавать её в одном направлении [4].

Недостатком использования Orbcomm является длительное время доставки сообщений, которое колеблется от 5 до 90 мин. Поэтому использование данной НОСС в реализации систем, связанных с обеспечением безопасности, где требуется быстрая доставка сообщений, крайне не рекомендуется. Модемы для работы с Orbcomm стоят относительно недорого, по сравнению с оборудованием для работы в других ССС, что обуславливается ограниченной функциональностью, предоставляемой Orbcomm.

«Гонец» – российская многофункциональная система персональной спутниковой связи (МСПСС), построенная на базе низкоорбитальных космических аппаратов. В настоящее время находится в опытной эксплуатации система «Гонец-Д1М». Космический сегмент состоит из 3-х низкоорбитальных космических аппаратов [5]. Основным назначением системы «Гонец» является как передача пакетированных данных между абонентами системы, так и обеспечение связи абонентов с сетями общего пользования. Абонентские терминалы системы выпускаются в стационарном и мобильном (для установки на подвижном объекте) исполнении.

В соответствии с планом развертывания МСПСС к концу 2012 года орбитальная группировка (ОГ) системы будет состоять из 8 КА, что позволит сократить время ожидания связи абонентами и обеспечить связь на широтах от 44 до 84 °СШ.

Зона покрытия НОСС «Гонец-Д1М» [6] охватывает практически весь евразийский континент, в том числе и территорию Казахстана (рис. 1).

Iridium – низкоорбитальная спутниковая группировка, состоящая из 66 КА. Первоначально планировалось вывести на орбиты 77 КА (число 77 – атомный номер Иридия в таблице Менделеева, откуда и появилось название системы), но данную конфигурацию пришлось пересмотреть из-за финансовых трудностей, которые пережила компания Iridium Inc. [7].

Отличительной особенностью НОСС Iridium является отсутствие необходимости организации связи с ЗСС для соединения двух спутниковых терминалов. В своей работе КА Iridium используют связь с другими спутниками для организации доставки сообщений в зоны покрытия разных спутников.

Услуги, предоставляемые посредством НСС Iridium, сопоставимы с услугами операторов сотовой связи, а именно: передача данных, звонки на другие телефоны Iridium, звонки на любые стационарные и сотовые телефоны, SMS, голосовая почта, детализация звонков по всем направлениям, различные оповещения абонента. Абонентское оборудование включает в себя как спутниковые телефонные аппараты, так и модемы для передачи данных и коротких сообщений. Все входящие звонки и SMS – бесплатны.

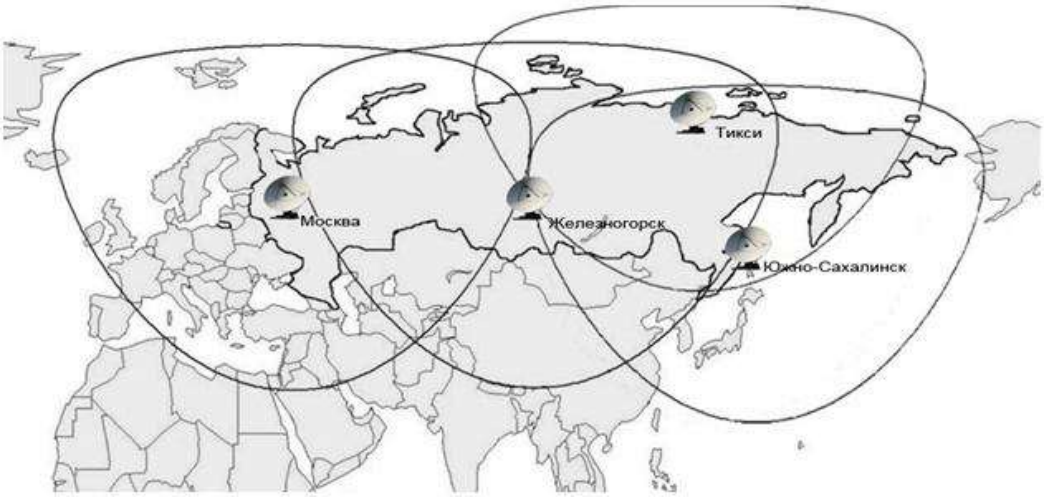


Рис. 1. Региональные наземные станции МСПСС «Гонец» и зоны их радиовидимости

Время доставки сообщений и установления соединения сведено к минимуму, что делает эту НОСС наиболее подходящей для применения в системах, критичных к скорости доставки сообщений.

На рис. 2 показана схема взаимодействия КА Iridium.

Рис. 2. Схема работы НОСС Iridium

Globalstar – система персональной спутниковой связи (СПСС), построенная на базе НОСС, в состав которой входят 48 активных КА и 8 резервных [8].

Преимуществами Globalstar являются широкий спектр услуг: голосовая связи, передача коротких сообщений, передача данных (нисходящий поток), удержание вызова, переадресация вызова, соединение с операторами сотовой связи и наземной телефонной сетью связи, факс, конференцсвязь, спутниковая почта, определение местоположения объекта. Абонентское оборудование Globalstar позволяет получать все услуги, используя один терминал. Большинство моделей телефонных аппаратов для работы в системе Globalstar способны работать также в сетях сотовых операторов связи, как с автоматическим переключением (при доступности сигнала базовой станции GSM), так и с ручным выбором.

Низкая орбита размещения спутников играет положительную роль в обеспечении малого времени задержки голоса, практически незаметного для абонента. Применение модуляции CDMA (Code Division Multiply Access) позволяет добиться отличного качества передачи голоса. Зона покрытия сигналом полностью охватывает всю территорию Казахстана.

Схема работы системы Globalstar является классической для ССС и приведена на рис. 3. Недостатком системы является неполная зона покрытия поверхности Земли.

На базе Globalstar строятся готовые решения, такие как инфразвуковая система мониторинга трубопроводов [9], мониторинг подвижных объектов [10] и т.д..

Рис. 3. Схема работы Globalstar

Широкий спектр услуг, предоставляемых операторами спутниковой связи способствует применению НСС Globalstar в различных отраслях деятельности.

На практике при создании систем, работающих с использованием НСС, могут возникнут различные сложности, такие как длительное время доставки сообщений, отсутствие видимости спутников. Для преодоления этих проблем необходимо обеспечить нормальные условия для функционирования НСС, например, использование только качественного оборудования от известных производителей, открытое пространство для приема-передачи данных.

Приведенные характеристики низкоорбитальных спутниковых систем связи позволяют сделать предварительную оценку применимости той или иной спутниковой группировки в разрабатываемых системах.

ЛИТЕРАТУРА

8. Статья «Extra-terrestrial Relays» («Внеземные ретрансляторы», оригинал статьи) – http://fantlab.ru /article389.
9. Журнал «Теле-спутник», июль 1997 г. – http://www.telesputnik.ru/archive/21/article/30.html.
10. Официальный сайт Orbcomm. Данные о спутниках и их расположению на орбитах представлены по состоянию на 25 07 2012 г..– http://www.orbcomm.com/Collateral/Documents/English-US/o12207.tle.
11. Свободная энциклопедия «Википедия» – http://ru.wikipedia.org/wiki/Machine-to-Machine.
12. Официальный сайт спутниковой системы «Гонец» – http://www.gonets.ru/Page167.html.
13. Официальный сайт спутниковой системы «Гонец» – http://www.gonets.ru/Page165.html.
14. Свободный источник Интернет – http://cybersecurity.ru/it/95211.html.
15. Официальный сайт оператора ГлобалТел – http://www.globaltel.ru/space_segment.
16. Официальный сайт оператора ГлобалТел – http://www.globaltel.ru/corporate_solutions/infrasound.
17. Официальный сайт оператора ГлобалТел – http://www.globaltel.ru/corporate_solutions/monitoring.

Резюме

Мақаланың жазылу мақсаты – төменорбиталық серіктік жүйелерді пайдаланатын жаңа әзірленімдерде қолдану үшін қандай да бір шешімнің таңдап алыну өзектілігін талдау болып табылады.

Төменорбиталық серіктік жүйелердің функционалын қысқа хабарламалар жолдау, ортақ қолданыстағы желілермен байланыс орнату ретінде елестетіп көруге болады.

Төменорбиталық серіктік жүйелер геостационарлық серіктік жүйелер үшін қолжетімсіз жерлерді белгінің таратылуымен қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Серіктер қозғалысының төмен орбиталылығы белгінің кідіріс уақытының қысқартылуына жол ашады.

Нәтижесінде, жасалған талдау белгілі бір төменорбиталық серіктік жүйенің нақты міндеттердің шешілуі үшін қолданылу мүмкіндігін көрсетті.

Summary

The target of this article is to provide analyze of a choice of the solution for applying at the new developments which uses the low orbit satellite systems.

The functionality of low orbit satellite systems can be shown as short message transmitting service, communication with public networks.

The low orbit satellite systems allow covering signal of places which are shaded from geostationary. The low orbit of satellite motion allows to get less time of signal delay.

Result of performed analyzing shows applicability of low orbit satellite system for solving of concrete tasks.

Институт космической техники и технологий *Поступила 12.12.12 г.*

УДК 621.311.61
620.91

Д.И. Еремин, В.В. Торчик

АВТОНОМНАЯ ПОДСИСТЕМА ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Землетрясения, наводнения, техногенные катастрофы и прочие стихийные бедствия относятся к тем событиям, когда для оперативного противодействия развитию и последствиям этих событий необходима оперативная организация надежной связи с пострадавшими районами. Однако, данные события являются одновременно и основной причиной выхода из строя оборудования энергоснабжения и телекоммуникаций.

Для преодоления проблем, связанных с невозможностью энергоснабжения средств связи штатными источниками энергии, необходимо обеспечить генерацию и накопление энергии для последующего ее использования.

Предлагаемая к разработке автономная подсистема энергоснабжения на основе возобновляемых источников энергии для систем спутниковой передачи данных (АПЭССПД) в местах отсутствия штатного энергоснабжения позволит обеспечивать независимое электропитание основных узлов не только систем передачи данных, но и множества сопряженных приложений, таких как:

– система мониторинга критически важных объектов (ГЭС, ТЭЦ, плотины, озера и т.д.);

– система автоматического отключения подачи потенциально опасных потоков (газ, хлор, пар, вода, электричество и т. д.) при чрезвычайных ситуациях;

– система мониторинга перемещения опасных или критически важных грузов (газ, горюче-смазочные материалы, радиоактивные материалы, хлор, кислота и т. д.);

– системы сбора и передачи гидрометеорологических данных на базе унифицированной системы передачи данных.

Это позволит снизить риск возникновения чрезвычайных ситуаций либо значительно минимизировать их последствия.

В общем виде предлагаемая структура построения подсистемы энергоснабжения на основе солнечной энергии представлена на рис. 1.

Солнечная панель является ключевым элементом, функции которой заключаются в преобразовании солнечной энергии в электрическую. Анализ имеющихся на рынке солнечных панелей по соотношению эффективности генерации энергии к стоимости этих элементов показывает наибольшую распространенность применения монокристаллических солнечных элементов, чем более высокотехнологичных.

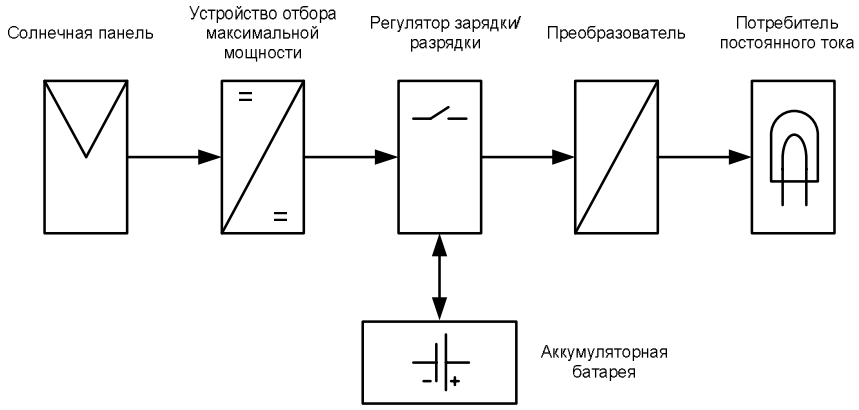


Рис. 1. Схема автономной фотоэлектрической станции

Количество солнечной энергии, излучаемой на поверхность Земли в разных широтах [1], приведено в табл. 1.

Таблица 1. **Суммарная солнечная радиация на разных широтах**

	Широта, град									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
кВт·час/м^2	5,9	5,8	5,4	4,9	3,9	3,3	2,6	1,9	1,4	1,3
Примечание: территория Казахстана лежит в пределах от 40,56 до 55,26 градусов северной широты [2].										

Аккумуляторная батарея (АКБ) выполняет важную роль в составе автономной станции и служит для накопления энергии. Анализ характеристик АКБ различных типов и соотнесение их с необходимыми характеристиками для фотоэлектрической системы показывает, что наиболее подходящими для этих целей являются свинцово-кислотные АКБ.

Для эффективного заряда аккумуляторной батареи необходимо использовать различные режимы заряда. Функции устройства отбора максимальной мощности и регулятора зарядки-разрядки в современных системах может выполнять контроллер заряда.

Преобразователь обеспечивает качественные характеристики электрической энергии, такие как отсутствие скачков, провалов напряжения.

Потребителем может выступать любое устройство или комплекс устройств, питающихся постоянным током, мощность которых соответствует конкретной реализации АПЭССПД. Основным потребителем, согласно идее создания АПЭССПД, будет являться оборудование систем спутниковой передачи данных. Конструктивно АПЭССПД может быть выполнена в различных вариантах, в зависимости от области применения конкретной подсистемы.

Для энергообеспечения оборудования мониторинга грузов, перевозимых железнодорожным транспортом, оборудование АПЭССПД будет сконструировано с учетом суровых климатических условий эксплуатации. Температурный диапазон работы оборудования должен лежать в пределах от -40 до +60 °С, что соответствует минимальным и максимальным температурам на территории Казахстана.

Схематичное изображение АПЭССПД для оборудования мониторинга железнодорожных перевозок приведено на рис. 2.

Размещение элементов АПЭССПД показано схематично. На самом деле солнечная панель размещается на крыше грузового вагона параллельно плоскости Земли, для обеспечения близкого к нормальному угла падения солнечных лучей на ее поверхность в дневное время суток. Солнечная панель оснащается обогревательными элементами для предотвращения образования льда на ее поверхности в зимнее время года. Конструкция панели учитывает необходимость защиты от осадков в виде дождя, снега и града.

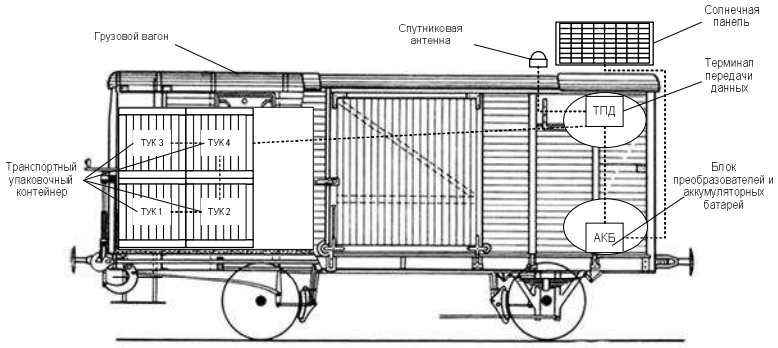


Рис. 2. Схема размещения АПЭССПД и ТПД в грузовом вагоне

Для применения АПЭССПД в качестве передвижного комплекса при чрезвычайных ситуациях достаточно будет разработать и сконструировать передвижную транспортную платформу. Пример реализации подобной платформы показан на рисунке 3.

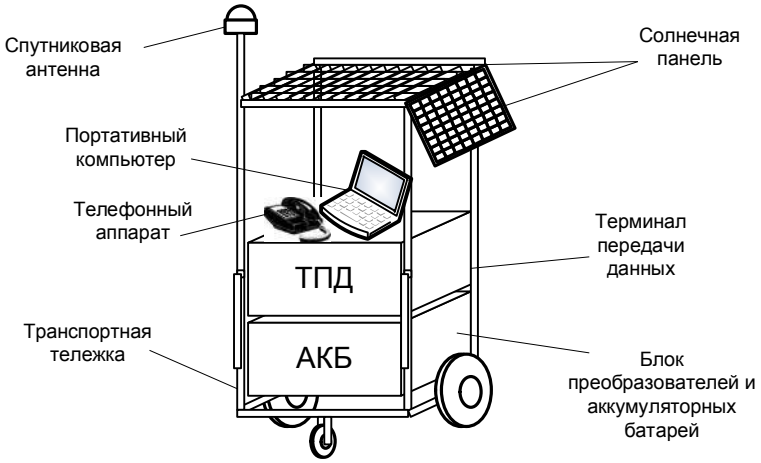


Рис. 3. Транспортная платформа АПЭССПД и ТПД

При использовании АПЭССПД в качестве основного источника энергии для оборудования спутниковой передачи данных в местах отсутствия связи необходимо обеспечить открытое пространство для беспрепятственного попадания света на солнечную панель.

Для обеспечения наибольшей эффективности работы АПЭССПД будет проведен глубокий анализ и выбор подходящих элементов, сочетание которых позволит достичь оптимального соотношения стоимости элементов к производительности системы в целом.

Область применения АПЭССПД не ограничивается приведенными примерами. Практическое применение системы при испытаниях и в условиях учений спасательных отрядов даст ценную информацию для улучшения характеристик АПЭССПД.

Разработка и внедрение АПЭССПД позволит снизить материально-финансовые потери при своевременном оповещении о возможной чрезвычайной ситуации, устранить проблему организации связи для координирования мер по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и стихийных бедствий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кашкаров А.П.* «Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции». М.: ДМК Пресс, 2011, с. 14.

2. Свободный источник Интернет – http://moxnpn.ru/kazakhstan/20-geograficheskoe-polozhenie-i-granicy-respubliki-kazaxstan.html.

Резюме

Бұл мақалада мәліметтерді жерсерік арқылы тарату жүйелеріне арналған Автономды энергиямен қамтудың шағын жүйелерінің сипаттамасы келтіріледі.

Мақаланың жазылу мақсаты – жүйенің әзірленуінің және қашықтықтағы объектілердің энергиямен қамтылуын қамтамасыз ету үшін қолданылуының өзектілігін көрсету болып табылады.

Жүйе электр қуатын тудыру саласындағы заманауи технологиялардан құралады. Мәліметтердің таратылуын энергиямен қамтамасыз ету жүйелері үшін күн қуатын пайдалану бұл жүйелерді ең шалғай орналасқан аймақтарда қолдану мүмкіндігін береді.

Сипатталып отырған жүйенің әзірленуі еліміздің түрлі аймақтарындағы экологиялық жағдайдың мониторингі, су қоймалары, тоғандар мен өзендердегі су деңгейінің өзгеруін бақылау, қауіпті өндірістік объектілердің әрекет ету қауіпсіздігін қамтамасыз ету сияқты салалардағы бірқатар мәселелерді шешуге мүмкіндік береді.

Summary

In this article described Autonomic subsystem of power supplying for the satellite data transmitting systems. Was shown the short characteristics of the system.

The target of writing of this article is to show the actual sides of developing such system and using it for the power supplying for the remote objects.

This system includes the high technology in electrical energy generation sphere. Using of sun energy for power supplying for the satellite data transmitting systems opens possibilities of using these systems at the most remote locations.

Development of described system allows to solve the number of problems in that branches such as monitoring of environmental conditions at the different regions of our country, control of changing of ponds water level, dams and rivers, safety operation of production facilities.

Институт космической техники и технологий *Поступила 12.12.12 г.*

УДК 624.042.7

А.Т. Турсынбаева, К.А. Наурузбаев

ДИНАМИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ЖИЛОГО ДОМА

В последние годы наметилась тенденция к повышению этажности жилых зданий при строительстве в сейсмически активных районах нашей страны. Вызвано это прежде всего дефицитом свободных территорий для массового жилищного строительства в крупных городах. Особенно актуальной является проблема высотного жилищного строительства в г. Алматы, где практически нет свободных территорий для застройки и значительный объем строительства выполняется за счет сноса малоэтажных устаревших строений.

Институтом КазНИИССА проведены натурные динамические испытания 14-ти этажного жилого дома, построенного ТОО «Жилищно-сторительная компания» в г. Алматы, и выполнена оценка его сейсмической надежности. В задачи испытаний входило определение обобщенных динамических параметров здания, получение данных о напряженно-деформированном состоянии конструктивной системы, оценка напряжений в критических сечениях каркаса здания, уточнение поведения и характера повреждения несущих и ограждающих конструкций, которые позволяют выполнить прогноз сейсмической надежности жилого дома и разработать предложения по повышению сейсмостойкости здания и совершенствованию конструктивных решений каркасных зданий повышенной этажности.

На строительной площадке при сейсмичности 9 баллов (грунты I категории) здание жилого дома принимается почти квадратным. Размеры здания в плане 20х20м. Поэтому антисейсмический шов по нормативным документам не требуется.

Здание на металлическом каркасе с железобетонными перекрытиями, пространственная жесткость обеспечивается рамой с жесткими узлами и жестким диском перекрытия, которое воспринимает не только вертикальную нагрузку, но и горизонтальную (ветровую, сейсмическую). Высота пер-

вых двух этажей и подземного этажа-4.2м, высота вышележащих жилых этажей -3.3 м, а высота технического этажа-3.1 м.

В качестве ограждающих стеновых конструкций применялось кирпичное заполнение. Перегородки соединяются с колоннами, а при длине более 3м и с перекрытиями. Перегородки участвуют в восприятии сейсмических нагрузок совместно с несущими конструкциями здания (каркасом). Фундамент в виде монолитной железобетонной плиты толщиной 2м. Несущий каркас здания выполнен в виде металлической рамы, расположенной по периметру здания. Угловые колонны каркаса здания сварные коробчатого сечения, на четырех нижних этажах размером 500х500 мм с толщиной стенок 20 мм из стали С345, на вышележащих этажах -400х400 мм с постепенно уменьшающейся по высоте здания толщиной стенок от 20 мм из стали С345 до 10 мм из стали С245. Средние колонны каркаса здания сварные двутаврового сечения с высотой стенок 500 и ступенчато уменьшающейся по высоте здания толщиной от 25 мм из стали С345 на нижних этажах до 10 мм из стали С235- для верхних этажей, а также уменьшающимися размерами полок от 500х30 мм на нижних этажей до 360х12 мм из стали С245- на верхних этажах. Перекрытия в виде монолитной железобетонной плиты толщиной 120 мм по несъемной опалубке из профнастила Н57-750-0,8. Плита перекрытия изготовливается из бетона В15.

Динамические испытания здания проводились с помощью мощной вибрационной машины типа В-3.Вибрационная машина была установлена в центре покрытия через горизонтальную металлическую раму, бетонированную слоем бетона толщиной около 200 мм. Перед началом вибрационных испытаний жилого дома проведена запись свободных колебаний здания после приложения к зданию горизонтальной динамической нагрузки, вызванной ударом по зданию на уровне 13 этажа, подвешенного на кране груза.

В процессе динамических испытаний жилого дома осуществлялась регистрация колебаний и деформаций каркаса здания. Регистрация динамических параметров осуществлялась с помощью программно-аппаратного комплекса «ЭРА-1». Вибрационные испытания производились этапами, отличающимися интенсивностью возмущающей силы, которая регулировалась частотой вращения дебалансов, количеством работающих вибраторов и массой дебалансов.

В табл.1 приведены суммарные величины инерционных нагрузок, действовавших на здание при вибрационных испытаниях, вычисленные с учетом фактических инерционных масс на период испытаний и зарегистрированных в уровнях перекрытий ускорений.

Таблица 1.

№	№ этапа испытаний	Форма колебаний	Суммарная инерционная нагрузка, тс
1.	15	1	41,32
2.	11	2	45,22
3.	7	3	258,40
4.	15	3	101,57
5.	8	4	116,55

Анализ данных, полученных при испытании, свидетельствует о совпадении соотношения периодов резонансных колебаний здания с расчетным (проектное соотношение $T_1: T_2: T_3 = 1:0,37:0,21$, а экспериментальные значения $T_1: T_2: T_3 = 1:0,37:0,1$) о постепенном увеличении периодов собственных колебаний здания в процессе увеличения возмущающей горизонтальной силы /1,2/. Таким образом, опытный период колебаний здания практически в два раза был меньше проектной величины за счет участия в работе здания стенового заполнения, т.е. фактическая начальная жесткость здания почти в четыре раза больше жесткости каркаса здания.

Снижение жесткости здания вызывалось накоплением в нем повреждений. Основные повреждения в процессе динамических испытаний здания заключались в значительном повреждении и частичном обрушении кирпичных стен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Строительные нормы и правила. Строительство в сейсмических районах. СниП РК 2.03-30-2006 Алматы 2006,-80с.

2. *Жунусов Т.Ж.* Основы сейсмостойкости сооружений. Алматы: Рауан 1990.

Резюме

Алматы қаласындағы тұрғын үйлерді динамикалы дірілдеткіш күштер түсіру арқылы сынау. Дірілдеткіш күштер түскеннен кейін тұрғын үйдің беріктігін анықтау.

Summary

Testing accommodation in Almaty by vibration dynamic forces. After that determine the stability of housing.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева
КазГАСА

Поступила 10.01.13 г.

УДК 624.074.04.69.033

З.А. Бисмильдина, А.Т. Турсынбаев

ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОСТИ АРОЧНЫХ КОНТРУКЦИЙ

Анализ исследования, проведенного по легким арочным конструкциям покрытия, показал, что задача устойчивости центрально-сжатого стержня по концепции Эйлера имеет ограниченную область применения. Согласно этой теории, потеря устойчивости центрально-сжатого стержня подразумевает появление смежных (близких к исходной) форм равновесия при постоянной нагрузке, действующей на стержень. Решение таково:

$$\left.\begin{aligned} EI_y\xi'' + N_{kp}\xi = 0 \\ \xi = f\sin(\pi z / l) \\ N_{kp} = \pi^2 EI_y / l^2 \end{aligned}\right\},$$

где f – неопределенный коэффициент, равный максимальному прогибу в середине пролета стержня.

Оказывается что, теоретическое решение задачи об устойчивости стержня по Эйлеру справедливо для достаточно малых прогибов f, то есть при $N=N_{кр}$.

В методе «подобия» для расчета на устойчивость принимают комбинации нагрузок:

первый класс – комбинация связанных между собой нагрузок, энергия которых выражается главными обобщенными координатами в первой степени и в квадрате;

второй класс – комбинация нагрузок, не зависимых между собой, энергия которых выражается главными обобщенными координатами только в квадрате;

третий класс – комбинация связанных между собой нагрузок первого и второго класса.

Предположим - на стержень воздействует реальная нагрузка центрального сжатия (I класса - действительная), вызывая сложную пространственную изгибно-крутильную форму потери устойчивости. Тогда сложную деформацию можно расчленить на три простые: 1) плоский изгиб в плоскости z_{0x} с критическим прогибом $f_{1кр}$; 2) плоский изгиб в плоскости z_{0y} с критическим прогибом $f_{2кр}$; 3)кручение вокруг оси OZ с критическим углом закручивания $f_{3кр}$.

Далее, пусть на этот же стержень действует другой класс нагрузок (II класс - фиктивные) и вызывает такую же сложную пространственную изгибно-крутильную форму потери устойчивости. Причем каждая из представленных нагрузок вызывает независимо друг от друга простые формы деформаций.

Сравним два состояния одного и того же стержня от воздействия разных классов нагрузок. При разных критических прогибах и углах закручивания имеет место сходство в количестве типов деформации и их величине. Это и есть «подобие» в формах потери устойчивости.

Данное «подобие» в формах потери устойчивости систем, подвергнутых как первому, так и второму классу комбинаций нагрузок, позволяет перейти к упрощенной задаче об определении критических нагрузок второго класса комбинаций, для чего производят следующее:

определяют значения фиктивных критических нагрузок и соответствующих им критических деформаций; эти значения критических параметров с учетом «подобия» в формах потери устойчивости подставляют в равенство работ внешних сил

$$A_g = A_\phi ,$$

откуда вычисляют искомые значения критических нагрузок первого класса комбинаций.

Этот метод позволяет более полно описать явление потери устойчивости тонкостенных стержней, а по традиционной же методике расчета получают заниженные значения критических нагрузок, и, соответственно, неоправданный перерасход материала.

Применим метод подобия к расчету устойчивости тонкостенных арочных конструкций. Проверка устойчивости арки может быть произведена приближенно как для центрально-сжатого стержня с расчетной длиной μS, обусловленной наиболее вероятной формой потери устойчивости арки (рис.1).

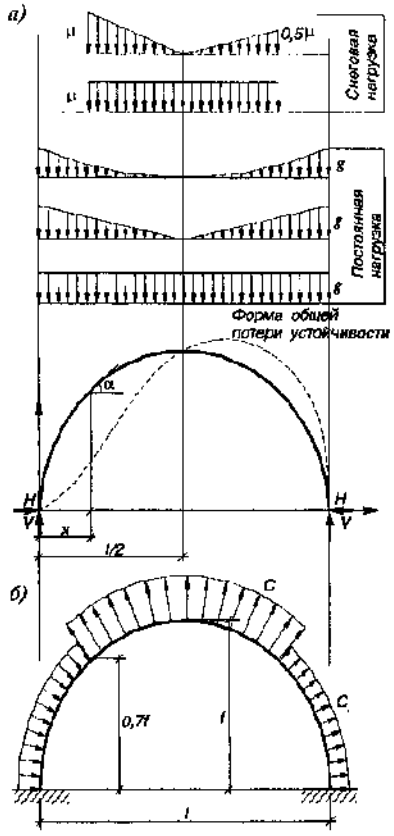


Рис. 1.

Условие устойчивости записывается

$$(1{,}3 \div 1{,}4) N \le N_{cr} = \frac{\pi^2 EJ_x}{(\mu S)^2},$$

где S — длина полуарки; μ— коэффициент расчетной длины.

Самая сложная, изгибно-крутильно-сдвиго-депланирующая, форма описана следующими выражениями критических нагрузок:

$$N_x = \frac{\pi^2 EI_x}{l^2},\ N_y = \frac{\pi^2 EI_y}{l^2}$$

$$\tilde{q} = \frac{j^4 \pi^4 EI_w}{\sum_{i=1}^{n} h_i l^4},\ \bar{q}_{kp} = \frac{\pi^2 GI_d}{\frac{\pi^2 r^2 l}{\tilde{k}} + l^2 \sum_{i=1}^{n} h_i}$$

$$\tilde{k} = \frac{\pi^2 r^2 l EI_w}{\pi^2 GI_d \sum_{i=1}^{n} h_i l^4 - j^4 \pi^4 EI_w l^2 \sum_{i=1}^{n} h_i}$$

Для расчета арок приравниваем расчетную длину $l=\mu S$. Получим:

$$N_y = \frac{\pi^2 EI_y}{(\mu S)^2},\ N_x = \frac{\pi^2 EI_x}{(\mu S)^2}$$

Задаваясь той или иной формой потери устойчивости для действительной нагрузки N_i, сравниваем ее с той же системой, но загруженной фиктивными нагрузками N_y^ϕ, N_x^ϕ, и тогда согласно методу подобия находим критические нагрузки N_1, N_2,… и.т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Еремеев П.Г., Киселев Д.Б., Армейский М.Ю.* К проектированию бескаркасных конструкций арочных сводов из холодногнутых тонколистовых стальных профилей//Монтажные и спец. работы в стр-ве. — 2004. — № 7.

2. *Еремеев П.Г., Киселев Д.Б., Армейский М.Ю., Бурлай С.И.* Натурные испытания фрагментов панелей из холодногнутых тонколистовых стальных профилей для арочных сводов//Монтаж. и спец. работы в стр-ве. - 2004. - № 9

3. *Айрумян Э.А., Румянцева И.А.* Прочность и надежность бескаркасных арочных зданий из стальных холодногнутых профилей//Монтажные и спец. работы в стр-ве. — 1998. —№7 —8

Резюме

Мақалада – Эйлердің оқтаманың орталықтан-қысылған қолданылу шегі туралы концепциясы айтылады. Мұнда әртүрлі типтегі оқтаманың екі түрлі күштің әсерінен болатын жағдайы салыстырылады.

Summary

The article states about restriction of the usage of the stability problem of central compressed rod according to the concept of Euler. Compares the two states of the same rod against different classes of loads.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 10.01.13 г.*

УДК 621.2.082

Г.М. Мухамбетов, Р.Р. Куанышбеков

РЕМОНТ ИЗНОШЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ПУТЕМ ОБРАЗОВАНИЯ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКОГО СЛОЯ

Совершенствование теории и практики ремонта изношенных поверхностей деталей, повышение эффективности эксплуатации деталей машин покрытиями и ресурсосберегающими технологиями и создание на этой основе возможности прогнозирования и обеспечения качественных показателей можно назвать актуальной научной задачей.

Новым направлением обеспечения высокой износостойкости рабочих поверхностей деталей является формирование благоприятной направленности кристаллографической структуры основного металла детали за счет нанесения на изношенную поверхность специальных составов. Новые технологии в ряде случаев позволяют полностью исключить из процесса восстановления изношенных рабочих поверхностей деталей наплавки и механическую обработку.

Для повышения надежности и продления сроков безотказной работы необходим поиск новых технологий, материалов, оборудования.

К подобным новым технологическим решениям можно отнести ремонтно-восстановительные составы (РВС), которые можно отнести к разряду твердофазных смазочных материалов. Они в последнее время получают достаточно широкое применение [3,7]. Технологии РВС применяют для улучшения качественных физико-механических характеристик работы трущихся пар при различных трущихся материалов и разновидностей сопряжения контактирующих поверхностей.

Основные отличия РВС - смесей от известных присадок, заключаются в следующем [6,8]:

• Весьма низкая стоимость относительно получаемых экономических результатов (себестоимость);

• Не требует последующих добавок при замене масла;

• Образование не пленочных покрытий, а модифицированных поверхностей самого металла (за счет инициирования микрометаллургических процессов, возникающих при трении на поверхностях);

• Уникальные свойства получаемой поверхности по физико-механическим и физико-химическим показателям;

• Экологически чистый природный продукт (разряд опасности равен пищевым продуктам);

• Способность наращивать поверхности разной толщины, оптимизируя зазоры в парах трения. Процесс наращивания - саморегулируемый и зависит от количества выделяемой энергии при трении.

Как только система достигает значения выделяемой от трения энергии, эквивалентной 240…670°С (зависит от заданных условий), процесс роста прекращается;

• Универсальность продукта РВС в отношении различных механизмов (пар трения) и условий их эксплуатации;

• Возможность применения не только в трибоузлах, но и к отдельно взятой поверхности металла детали до момента ее установки в механизм;

• Возможность применения без присутствия смазывающих материалов

• В данной технологии ремонта и составах заинтересованы многие производители машин в автомобильной промышленности, среднем, тяжелом машиностроении и др.

Рассмотрим технологию и условия образования металлокерамического защитного слоя. Образование металлокерамического защитного слоя осуществляется геоактиваторами или РВС представляющими собой мелкодисперсный порошок, изготовленный из геологических пород.

Механизм воздействия суспензии на основе порошка (РВС) на металлическую поверхность, взаимодействующих контактных поверхностей, заключается в образовании металлокерамического защитного покрытия с лучшими антифрикционными свойствами и повышенной микротвердостью. Ионы магния замещают ионы железа у трущихся поверхностей деталей машин. Образуются новые кристаллы, которые имеют большие пространственные решетки, и тем самым поднимаются над изношенной поверхностью, компенсируя тем самым износ.

Процесс образования металлокерамического защитного слоя следует условно считать состоящим из следующих взаимосвязанных этапов:

• Операция дробления;

• Очистка микрорельефа;

• уплотнение частиц РВС в углублениях трущихся пар;

• образование защитного слоя из металлокерамики.

Из основ трибологии известно, что контактирующие поверхности никогда не являются идеально плоскими. Реальные поверхности сопрягаемых деталей имеют существенные отличия не только по высоте, но и по характеру расположения микронеровностей. Относительные перемещения контактирующих поверхностей и их механическое взаимодействие приводят к изменениям состояния и свойств материалов поверхностных слоев и их разрушению. Кроме того, имеют место процессы, обладающие особыми признаками и протекающие по своим отличительным законам. Это такие процессы взаимодействий, как: механические, физические, химические, электрические и др.

В качестве примера рассмотрим любую трибосистему как взаимодействие трех тел: сталь-«смазка»-сталь при допущении, что размер частиц РВС 3...10 мкм, толщина пленки «смазки» 5...20 мкм; шероховатость Ra поверхностей сопрягаемых тел соизмерима этим же размером, что соответствует реальной действительности для большинства трибосистем.

При обычном взаимном перемещении трущихся поверхностей происходит:

1)разрыв смазочной пленки и сухое трение;

2)выкрашивание вершин микронеровностей, сопровождаемое выделением тепловой энергии (400...1100°С для среднеуглеродистых сталей) и появлением текучести и фазовых сдвигов с последующим смещением верхних слоев с возникновением электрических энергий и магнитных полей;

3)влияние вышеперечисленных следствий на частицу РВС: разрыв связей Si-0-Si : Si-O-OH-Металл при механическом воздействии на частицу РВС;

4)появление момента текучести металла, вызывающее происхождение локальных микрометаллургических процессов с участием РВС;

5)образование защитного слоя из металлокерамики.

Сравнивая процесс образования новых фаз в зонах контакта и металлургические процессы, можно предположить высокую степень их физико-химического соответствия.

В формуле РВС -$Mg_6(Si_4O_{10})(OH)_8$ с сопутствующими включениями (Fe, Ca, Ni, Ti, Cr, Си и др. в виде оксидов) параметр Ларсена подразумевает включения (до % масс) SiO - 1%; SiO_2 - 40%; AL_2O_3 - 1%; Fe_2O_3 - 3%; FeO - 1% и др. Сравнение с добавками, используемыми в металлургии, позволяет продолжить это соответствие с процессом получения кремнистых металлов (Si-Ca; Ca-Si-Al), ферросиликатов (Fe-Si) и др.

Прохождение реакций под действием указанных факторов дает возможность на поверхности стали получить окислительно-восстановительные реакции, связывающие концентрацию трех ве-

ществ. Введение в зону трения гидроокислов, содержащих ионы-катализаторы металлов с переменной валентностью, создает в трибосистеме условия устойчивого равновесия протекания окислительно-восстановительных реакций.

Такие условия препятствуют образованию свободных радикалов и выходу их из координационной сферы. Поэтому ионы металлов остаются в зоне трения и тем самым препятствуют изнашиванию контактируемых поверхностей.

Известно [1,2,3], что побочным продуктом окислительно-восстановительных реакций является вода. Образуемая гидрофаза принимает активное участие в процессах снижения силы трения и изнашивания трибосистемы. В используемых РВС при механическом и тепловом воздействии в соединениях Si-O-Si и Si-O-OH-Металл часть связей обрывается с образованием нового соединения с освободившимися связями типа Si-O-( ); Si-O-OH-( ) и выделением воды H_2O, полученной в результате адсорбирования H_2 из металла и освобождением воды из минерала. Активный процесс замещения связей за счет адсорбирования водорода и образования новых связей Si-O-OH; Si-O-Fe приводят к возникновению реакции между частицами РВС и кристаллами фаз металла типа

$$Mg_6(Si_4O_{10})(OH)_8 + Fe_2O_3 + H2 \rightarrow 4(MgFe)SiO_4 + 5H_2O \quad (1)$$

Практическим подтверждением теоретического исследования активности процесса замещения связей является выделение большого количества воды. Полученная зависимость корректна ранее выполненным исследованиям и доказательствам о термическом преобразовании серпентинитов согласно реакции

$$Mg_6(Si_4O_{10})(OH)_8 \rightarrow 3Mg_2SiO_4 + SiO_2 + 4H_2O(\text{при } t = 600°C). \quad (2)$$

Таким образом, можно считать доказанным, что применение геоактиваторов вызывает появление микрометаллургических процессов, в результате которых получаются поверхности металлосиликатов которые активно содействуют образованию износостойкого, прочного металлокерамического покрытия.

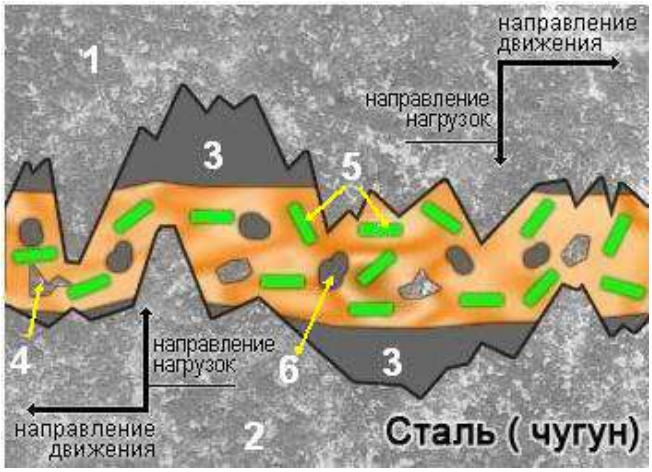
В исходном состоянии поверхность контакта и трения сопряженных деталей состоит из объемных пространственных сочетаний пиков и углублений микронеровностей, забитых продуктами износа и разложения масел и присадок.

При работе механизма, под действием усилия нагружения, сближаются поверхности трения, выступы микрорельефа, набегая друг на друга, ломаются, рвут поверхность пленки, создаваемой маслом и присадками, насыщают ее отломками-частицами металла сопряженных деталей, играя роль загрязнителей. В местах слома выступов микрорельефа происходят резкое повышение температуры, которые разрушают масла и присадки, которые в свою очередь, также становятся загрязнителями. При следующем контакте трения процесс повторяется: ломаются очередные выступы микрорельефов, дополнительные порции загрязнителей попадают в масло,

Операция дробления. Частицы РВС относительно выступов и впадин микрорельефа сопрягаемых деталей имеют более крупные размеры и поэтому при контакте и трении размалываются последними, словно жерновами своеобразной мельницы. При размоле происходит интенсификация процессов микросваривания и микросхватывания, поскольку все большее количество микровыступов будет сломана при разломе частиц РВС.

В местах слома, в результате микрометаллургических процессов при больших температурах (до 1200°С) в своеобразных микротигельках практически мгновенно протекает реакция замещения с образованием новых кристаллов. Таким образом в местах выступов появляются первые пятна металлокерамических защитных покрытий, рис. 1. Размеры пятен относительно невелики, так как в реакции участвовало незначительное количество частиц РВС, хотя, несмотря на это, уже в процессе домола механически активно происходит удаление загрязнителей из углублений микрорельефа.

Частицы РВС могут очистить микрорельеф почти полностью от всех загрязнителей [2,4]. Если однократной очистки недостаточно, то ее необходимо провести еще раз, добавив еще немного РВС. Если очистка произошла нормально, то уже через час-полтора после загрузки РВС можно наблюдать изменения в качестве работы восстанавливаемой трущейся пары.



1 и 2 – металл деталей; 3- штатная смазка; 4 – частицы загрязнителей; 5 – частицы РВС; 6 – частицы металла

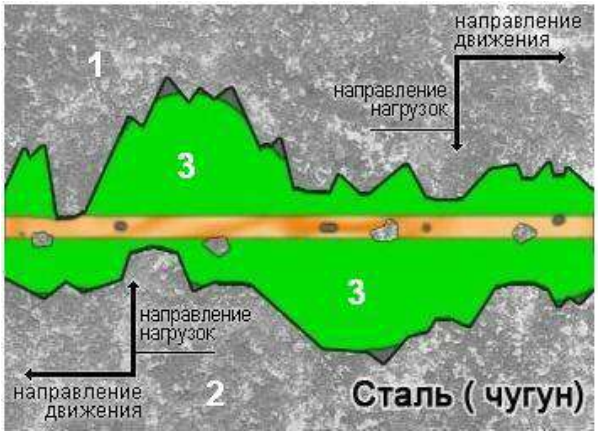
Рис. 1. Внедрение РВС в процесс трения и контакта

Уплотнение частиц РВС в углублениях трущихся пар. При этом в присутствии катализаторов и энергии, образуемой при трении, проходит реакция когда атомы магния в кристаллических решетках РВС замещаются на атомы железа у поверхности слоев металла. Вследствие того, что они выстраиваются по направлению наименьшего механического сопротивления, выступы микрорельефа при контакте дополнительно утрамбовывают частицы РВС. При этом образуются новые кристаллы с гораздо более объемной кристаллической решеткой, в своей массе образующие слой, который, поднимаясь над поверхностью пятна контакта, компенсирует износ детали.

Толщина слоев МКЗС пропорциональна количеству уплотненных частиц РВС и энергии, выделяемой при этом трении. Она автоматически регулируется по принципу: если есть энергия при трении в месте контакта, то МКЗС растет, зазоры уменьшаются, и выделение энергии уменьшается. При прекращении реакции замещения – тем самым прекращается рост защитного слоя.

Образование защитного слоя из металлокерамики. На предыдущих операциях обеспечивался плотный контакт частиц РВС к поверхностному слою.

Во впадинах и на выступах рельефа получаются измененные кристаллы с большими по объему кристаллическими решетками, и так образуется металлокерамический защитный слой 3, над каждым выступом микрорельефа рис. 2.



1 и 2 - металл деталей; 3 - металлокерамический слой

Рис. 2. Образование металлокерамического защитного слоя

Таким образом происходит выравнивание геометрии поверхностей трения деталей машин и оптимизация зазоров в сопряжениях,.

Исследование механических свойств (определение твердости металлокерамического покрытия на поршневых кольцах при помощи микротвердомера ПМТ - 3 путем сравнения с основой) показывает [7], что при усилии нагружения 100 грамм микротвердость основы равна HV 110 кг/мм^2, а микротвердость материала покрытия составляет HV 254 кг/мм^2, т.е. микротвердость слоя покрытия в 2,3 раза выше, чем микротвердость основы кольца.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1 . Процесс образования металлокерамического защитного покрытия состоит из операции дробления, очистки микрорельефа, плотной пленки из частиц ремонтно-восстановительного состава в углублениях микрорельефа и операции образование защитного слоя из металлокерамики.

2. Теоретически, используя основы трибологии, показано, что применение геоактиваторов вызывает микрометаллургические процессы, в результате которых получаются поверхности металлосиликатов, аналогичных форстеритам (оливинам), что активно содействует образованию износостойкого, прочного металлокерамического покрытия.

3. Способ образования защитных металлокерамических покрытий, основанный на реакции замещения атомов магний в кристаллических решетках РВС на атомы железа весьма перспективен.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Крагельский И.В., Алисина В.В.* Трение, изнашивание и смазка. М, "Машиностроение", 1989, 375с.

2. *Резниченко И.А.,. Иванов В.А.* Разработка и внедрение методов применения РВС в сельскохозяйственном производстве. ВГаУ им. К.Д. Глинки, В.: 2000, -с.34-45.

3. *Кудряшов Е. А., Четвериков С. В., Владимирский Ю. И.* Ремонт трущихся деталей машин // Технологии ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин, механизмов, оборудования, инструмента и технологической оснастки: Материалы 8-й Международной практической конференции-выставки: В 2 ч. часть 2. СПб.: Изд-во Политехн, ун-та, 2006.

4. *Кузьменков О.И.* О новом направлении в технологии восстановления деталей машин // Вестник машиностроения. - 1989. - №1. - с.45-47.

5. *Щепетов В.В., Варюхно В.В., Мирненко В.И. и др.* Особенности строения и механизм изнашивания покрытий из композиционных порошков на основе железа// В.М.Бакуля. -Кіев,2003.-с.306-312.

6. *Червоненко Ю.* Геоактиваторы РВС: применение, характеристики и перспективы//Индустрия. - С. Петербург. - 2001. - №3(29). - с.39-101.

7. *Червоненко Ю.* РВС технология - практическое применение //Индустрия. – С. Петербург.-2002. - №4 (30). - с.70-71.

8. *Червоненко Ю.* Автоминерал. Энерго- и ресурсосберегающая технология//За рулем. - М.: - 2003. - №11(869). - с.151.

Резюме

Мақалада – үйкеліс кезінде бөлшектердің бетін қорғайтын, металлокерамикалық жіктің білім шарттары және технологиясы, олардың тоздыруын жоғарлатады. Болатты майлау жүйесіндегі үйкелістің процесстерінің ағудағы шарттары талқыланған. Механикалық және химиялық реакцияларының өтуімен және үйкелесу беттері арасында металлокерамикалық қорғайтын жіктің пайда болуын сипатталған. Осы технологиямен жөндеудің тиімділігін көрсететін қорытындылар келтірілген.

Summary

The article describes the technology and educational conditions in the surfaces of the moving parts of the protective ceramic-metal layer, which increases their durability. The conditions of the processes of friction in the system lubricated steel-steel. Described the passage of mechanical and chemical reactions and the appearance of metal-ceramic protective layer between the friction surfaces. Presents the findings that show the effectiveness of the technology of repair.

Каспийский государственный университет
технологий и инжиниринга имени Ш.Есенова

Поступила 10.10.12 г.

Е. Жумашев

ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

Зачем нужны системы эл. документооборота?

В любой организации документооборот либо есть, либо его нет. Если организация может существовать в условиях неформального управления ("начальник сказал - сделали"), то, очевидно, никакого документооборота в ней нет. Если же вводится определенный формализм в управлении компанией и в организации всевозможных деловых процессов (или, по-другому, "бизнес-процессов"), то рано или поздно возникает необходимость хотя бы часть управленческих механизмов переводить на упорядоченную документационную основу (например, собирать визы в договоре, регистрировать входящие и исходящие письма, чтобы потом можно было найти концы, и т. д.). В результате возникает документооборот. Если им не управлять, то через некоторое время начинаются проблемы. Например, теряются документы, а потом, когда надобность в них отпадает, они обнаруживаются на своем обычном месте. Или руководитель подписывает договор, в котором указана неверная сумма и вдобавок нет визы сотрудника, непосредственно отвечающего за его выполнение. Ситуации, знакомые практически всем.

Очевидно, что, наводя порядок, руководители компаний находят организационные решения тех или иных проблем документооборота, примерно соответствующие уровню задач каждой компании. Часто придумывают разумную схему размещения файлов на сервере, чтобы документы все же можно было найти, и используют электронную почту как базовое средство передачи документа на согласование и для контроля исполнения.

Однако эти частичные меры работают только до определенного момента. Дальше, когда компания ставит перед собой все более сложные задачи и вдобавок растет в размерах, таких средств хранения информации, обеспечения взаимодействия и контроля выполнения поручений начинает не хватать. Возникают две возможности: либо внедрить в компании классический бумажный документооборот, что сегодня выглядит уже как "каменный век", либо внедрить электронную систему. Обычно выбор делается однозначно в пользу второго пути - вопрос только в том, какую систему выбрать.

Итак, какую цель ставит перед собой организация, переходящая на эл. документооборот

В первую очередь руководство волнует вопрос об экономической эффективности использования систем электронного документооборота. На этапе принятия решения о выборе и внедрении системы электронного документооборота от представителя заказчика порой приходится слышать примерно такие рассуждения: "А зачем вообще надо внедрять системы электронного документооборота?"; "Какой экономический эффект даст внедрение СЭД?"; "Сотни лет люди работают с бумагой. Почему бы и нам не работать также?"; "Внедрение информационных систем вообще и электронного документооборота в частности требует серьезных капиталовложений. Лучше мы потратим эти деньги на модернизацию основных производственных фондов"... Иногда похожие рассуждения преподносятся в несколько провокационной форме: "Мол, я догадываюсь, что внедрение системы Эл. документооборот- это модно, перспективно, современно и даже выгодно. Но вы убедите меня в этом!".

Говоря о различных факторах повышения эффективности деятельности организации при внедрении системы электронного документооборота, необходимо, прежде всего, договориться о том, как определяется та самая эффективность. Согласно общему определению, будем рассматривать эффективность как достигаемый результат деятельности, отнесенный к затратам на его достижение.

Эффективность = Результат/Затраты

Как видно из данного определения, повышать эффективность деятельности организации можно по меньшей мере двумя путями: сокращая затраты и/или увеличивая результат. Хорошие системы электронного документооборота позволяют реализовать оба варианта. Образно говоря, внедрение таких систем дает организации возможность меньше тратить и больше зарабатывать. Рассмотрим, в первую очередь, факторы, способствующие снижению затрат:

Фактор 1-Сокращение затрат на бумажные документы
Фактор 2-Сокращение непроизводительных затрат рабочего времени сотрудников
Фактор 3-Ускорение информационных потоков
Фактор 4-Изменение корпоративной культуры

Для оценки возможного экономического эффекта от внедрения системы Эл. документооборот необходимо знать, какое время сотрудники организации тратят на выполнение рутинных, непроизводительных операций над документами. Согласно оценкам западных консалтинговых компаний, доля таких операций может составлять до 20-30% всего рабочего времени. Каждый, кто хоть раз пытался согласовать какой-либо документ в организациях, знает, что на это может уйти и 60 и 70% рабочего времени. Достаточно точное представление о таких затратах можно получить, проведя исследование существующего документооборота и измерив соответствующие показатели.

Базовые понятия и терминология

Аналогично тому, как бит является единицей информации в кибернетике, документ является единицей информации системах документооборота. Системы документооборота хранят документы, ведут их историю, обеспечивают их движение по организации, позволяют отслеживать выполнение тех бизнес-процессов, к которым эти документы имеют отношение. В организации, где внедрена система документооборота, документ является базовым инструментом управления. Здесь нет просто решений, поручений или приказов - есть документы, содержащие эти самые приказы, решения, поручения и т. д.: все управление в организации осуществляется через документы.

Любой документ в системе документооборота снабжается "карточкой", подобной библиотечной. Обычно конкретный набор полей в такой карточке привязан к типу документа. Хранилище системы Эл. документооборот можно представить себе в виде базы данных, содержащей информацию полей карточек и некоторого хранилища для самих документов.

Обычно путают два термина: "делопроизводство" и "документооборот". Часто можно услышать фразу: "Это не система документооборота, а система делопроизводства" или наоборот. Делопроизводство - это термин, применяемый в конторской практике для обозначения формального набора правил работы с документами. Существуют системы документооборота, которые можно настроить на необходимые правила делопроизводства. Но есть системы, которые изначально предназначены для поддержки именно этих правил и в этом смысле не обладают более общими функциями в достаточной мере для того, чтобы их можно было назвать системами документооборота. С другой стороны, свод правил делопроизводства, который принят в Казахстане, довольно обширен, и настройка системы документооборота на эти правила - задача нетривиальная.

Основные задачи, решаемые системами документооборота

Системы документооборота обычно внедряются, чтобы решать определенные задачи, стоящие перед организацией, из которых наиболее часто встречаются следующие:

обеспечение более эффективного управления за счет автоматического контроля выполнения, прозрачности деятельности всей организации на всех уровнях.

поддержка системы контроля качества, соответствующей международным нормам.

поддержка эффективного накопления, управления и доступа к информации и знаниям. Обеспечение кадровой гибкости за счет большей формализации деятельности каждого сотрудника и возможности хранения всей предыстории его деятельности.

протоколирование деятельности предприятия в целом (внутренние служебные расследования, анализ деятельности подразделений, выявление "горячих точек" в деятельности).

оптимизация бизнес-процессов и автоматизация механизма их выполнения и контроля.

исключение или максимально возможное сокращение оборота бумажных документов на предприятии. Экономия ресурсов за счет сокращения издержек на управление потоками документов в организации.

Исключение необходимости или существенное упрощение и удешевление хранения бумажных документов за счет наличия оперативного электронного архива.

Основные факторы, влияющие на решение о выборе системы

Требования по объему хранения. Если у вас много документов (по объему хранения), необходимо выбрать систему, поддерживающую иерархическое структурное хранение (HSM - Hierarchal Storage Management). Этот механизм хранит наиболее активно используемые данные на наиболее быстрых, но и наиболее дорогих носителях, в то время как реже используемая информация автоматически переносится на медленные и дешевые носители.

Наличие формализуемых процедур, требующих поддержки их выполнения и автоматизации контроля (подготовки документов определенного типа, выполнения стандартных функций организации и т. д.).

Необходимость автоматизации административного управления организацией. Степень сложности организационной структуры.

Наличие территориально распределенных подразделений. Этот фактор накладывает определенные требования к удаленному доступу, к репликации данных и т.д.

Наличие бумажного архива большого объема. Некоторые системы документооборота поставляются с уже интегрированными подсистемами массового ввода документов.

Наличие не удовлетворяющей текущим потребностям системы документооборота.

Необходимость в развитой маршрутизации документов, в управлении потоками работ (workflow managing). Как продолжение этой необходимости - потребность в поддержке произвольных бизнес-процессов, возможно работающих совместно с прикладными системами поддержки этих процессов.

Требования по срокам хранения документов. При больших сроках хранения (десятки лет) стоит серьезно подумать об организации параллельного архива на микрофильмах.

Требования к "открытости", расширяемости системы. Возможность интеграции с существующими информационными системами и использования имеющегося оборудования.

Необходимость хранения изображений документов. Использование в организации специфических форматов хранения документов. Необходимость поддержки инженерных и конструкторских задач, других особенностей деятельности предприятия.

Необходимость развитых средств поиска информации. Полная поддержка системой языков имеющихся в организации документов.

Требования к безопасности (шифрование, организация доступа и т. д.). Возможность использования уже имеющихся в информационной инфраструктуре организации механизмов доступа в системе документооборота.

Требования по соответствию определенным стандартам: внутренним, отраслевым, ГОСТ, международным стандартам по контролю качества, уровню организации хранения информации.

Проблемы внедрения системы документооборота

Существуют общие практически для любых организаций проблемы, которые приходится решать при реализации, внедрении и сопровождении систем электронного документооборота. Ниже перечислены основные из них.

Консерватизм персонала, низкая образованность, нежелание обучаться и переобучаться. Боязнь прозрачности собственной деятельности для руководства, которая возникает после внедрения системы электронного документооборота.

Фактор директора - нежелание непосредственно работать с компьютером, просматривать и редактировать документы.

Постоянные структурные изменения в организации, слабая формализация бизнес-процессов.

Необходимость обеспечения юридической силы документов (после принятия закона об электронной подписи этот фактор начнет терять свою значимость).

Необходимость взаимодействовать с внешним "бумажным" миром, в особенности если это касается параллельных структур в ассоциированных организациях или ведомствах, с которыми идет постоянная работа.

Кроме этих, существуют специфические для определенных типов организаций проблемы, их детальный анализ может стать предметом отдельной статьи.

Общая классификация систем документооборота

Любая система документооборота может содержать элементы каждой из приведенных ниже категорий, но большинство из них имеют конкретную ориентацию в одной из областей, связанную в первую очередь с позиционированием продукта.

Системы с развитыми средствами хранения и поиска информации (электронные архивы - ЭА). Электронный архив - это частный случай системы документооборота, ориентированный на эффективное хранение и поиск информации. Некоторые системы особенно выделяются за счет развитых средств полнотекстового поиска: нечеткий поиск, смысловой поиск и т. д., другие - за счет эффективной организации хранения: HSM, поддержка широкого диапазона оборудования для хранения информации и т. д.

Системы с развитыми средствами workflow (WF). Эти системы в основном рассчитаны на обеспечение движения неких объектов по заранее заданным маршрутам (так называемая "жесткая маршрутизация"). На каждом этапе объект может меняться, поэтому его называют общим словом "работа" (work). Системы такого типа называют системами workflow - "поток работ" (к сожалению, для этого термина нет точного эквивалента в русском языке). К работам могут быть привязаны документы, но не документы являются базовым объектом этих систем. С помощью таких систем можно организовать определенные работы, для которых заранее известны и могут быть прописаны все этапы.

Системы, ориентированные на поддержку управления организацией и накопление знаний. Эти "гибридные" системы, которые обычно сочетают в себе элементы двух предыдущих. При этом базовым понятием в системе может быть как сам документ, так и задание, которое нужно выполнить. Для управления организацией нужна как "жесткая", так и "свободная" маршрутизация, когда маршрут движения документа назначает руководитель ("расписывает" входящий документ), поэтому обе технологии в том или ином виде могут присутствовать в таких системах. Эти системы активно используются в государственных структурах управления, в офисах крупных компаний, которые отличаются развитой иерархией, имеют определенные правила и процедуры движения документов. При этом сотрудники коллективно создают документы, готовят и принимают решения, исполняют или контролируют их исполнение. При внедрении таких систем на крупных предприятиях важно определить, предоставляет ли система возможность эффективного администрирования, обработки больших объемов информации, интеграции с автоматизированными системами управления производством, масштабируемости, поэтапного внедрения, учета территориальной распределенности , сложной организационной структуры, ролевого принципа организации доступа и т. д.

Системы, ориентированные на поддержку совместной работы (collaboration). Это новое веяние в области систем документооборота, связанное с пониманием изменчивости рыночных условий в современном мире и с необходимостью иметь для быстрого движения "только самое нужное", без лишнего, очень полезного, но тяжелого балласта. Такие системы, в противоположность предыдущим, не включают понятия иерархии в организации, не заботятся о какой-либо формализации потока работ. Их задача - обеспечить совместную работу людей в организации, даже если они разделены территориально, и сохранить результаты этой работы. Обычно реализованы в концепции "порталов". Они предоставляют сервисы хранения и публикации документов в интернет, поиска информации, обсуждения, средства назначения встреч (как реальных, так и виртуальных). Такие системы находят заказчиков среди быстро развивающихся коммерческих компаний, рабочих групп в крупных фирмах и государственных структурах.

Системы, имеющие развитые дополнительные сервисы. Например, сервис управления связями с клиентами (CRM - Customer Relation Management), управления проектами, биллинга, электронной почты и пр. (Отметим, что по сложности функций система документооборота и, например, сервис CRM могут иметь различные пропорции в зависимости от организации. Но в контексте этой статьи функциональность CRM является дополнительной.)

Общая логическая схема устройства системы эл. документооборот

В конкретных реализациях некоторые компоненты могут отсутствовать или, наоборот, присутствовать в нескольких экземплярах.

Выбор системы документооборота - это не просто технологическая или инженерная задача, он связан с общей стратегией развития организации. Если это коммерческая компания, то выбор определяется во многом ее целями, конкурентной средой, структурой, которая имеется на данный момент, а также той структурой, к которой компания придет в будущем, и, кроме того, экономическим эффектом внедрения. Если это государственное учреждение, то надо перенести акцент на полноту учета задач, решаемых организацией, особенности этих задач, связанные со спецификой ее деятельности. В общем, при выборе системы документооборота нужно учитывать множество факторов, которые на первый взгляд могут не иметь отношения к предмету. Приведенный выше обзор поможет вам выработать первоначальную гипотезу о том, какие системы могут вам подойти.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бобылева М.П.* «Эффективный документооборот: от традиционного к электронному». Издательство МЭИ, М. 2004
2. *Басаков М.И., Замыцкова О.И.* Делопроизводство. Издательство «Феникс», Ростов-на-Дону. 2004.
3. *Басаков М.И.* Делопроизводство и корреспонденция в вопросах и ответах. Издательство «Феникс», Ростов-на-Дону. 2004
4. *Ватолина М.В.* Организация работы с документами. Издательство «Феникс», Ростов-на-Дону. 2004.
5. *Давыдова Э.Н., Рыбаков А.Е.* Делопроизводство. Учебно-практическое руководство. Издательство «ТетраСистемс», М. 2004.
6. *Ковтун Л.Г.* Банковская корреспонденция (э:банк. Корреспонд. На немец. Яз.). М.: ЭКЗАМЕН. 2002.
7. *Крайсл Б.* Изучи сам Lotus Notes. Пер. с англ. Мн.: Попурри. 1998. 432 с.
8. *Кузнецов С.Л.* Выбор и опытное внедрение системы электронного архива // Секретарское дело – 2001. №3
9. *Кузнецова Т.В.* Современные требования к составлению и оформлению документов на основе ГОСТ Р6.30-2003. М.: Журнал «Управление персоналом». 2003.
10. www.lotus.com
11. http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/ls-notes-java-pt1/index.html

Резюме

Электрондық құжат айналымы жүйесі қазіргі уақытта ірі және орта кәсіпорындарда, мемлекеттік құрылымдарда белсене қолданылады, ең бастысы оған деген қызығушылық үздіксіз өсуде. Бұл мақаланы жазарда, алдыма қойған мақсатым, электрондық құжат айналымының негізгі жүйелеріне қысқаша шолу жасау.

Summary

Electronic document management systems are already used extensively in large and medium-sized enterprises and government agencies. Importantly, the interest in it is steadily growing. Getting to write this article, my main objective is to make a brief review of the electronic document management system.

Поступила 10.01.13 г.

УДК. 534. 286

С.С. Омаров, С.К. Нысанбаева, А.Б. Касымов, М.А. Тукибаева

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

Механические свойства поликристаллических материалов обычно значительно отличаются от свойств монокристаллов. Поликристаллическое тело прочнее монокристалла, так как в отдельных зернах, образующих поликристалл, направления скольжения разные. Начавшееся в одном зерне скольжение не распространяется на соседнее, у которого возможные направления скольжения могут иметь совеем другую ориентацию.

На свойства монокристаллов сильно влияет созданная обработкой анизотропия в расположении кристаллических зерен. Например, прокатка или волочение создает вытянутость зерен по направлению прокатки. При таком расположении облегчается скольжение в зернах, так как зерно стремится расположиться так, чтобы направления скольжения совпадали с направлением деформирующей силы.

Изменение физико-механических свойств кристаллических тел может происходить и путем ядерных реакций при бомбардировке кристаллов альфа-частицами, протонами, дейтронами, гамма-квантами и нейтронами.

А.Ф. Тулинов исследовал так называемый «эффект теней», просвечивая кристаллическую решетку пучком протонов. В своих исследованиях он предположил, что в узлах решетки могут происходить ядерные реакции, приводящие к изменению физико-механических свойств исследуемых кристаллов.

В работе исследуется вероятность изменения вида кристаллической решетки при бомбардировке узлов кристаллической решетки γ–квантами, нейтронами и заряженными частицами. Рассматривались ядерные реакции типа (γ,p), (n,p), (α,p). Вылет протона из компаунд - ядра узла кристаллической решетки приводит к изменению химического знака ядра, атома, молекулы. Возникает дополнительный дефект в кристаллической решетке и, соответственно изменяется характер дислокаций в материале.

Рассмотрим, при каких условиях возможно инжектирование заряженной частицы из узла решетки. При попадании в ядро частицы, нейтрона или гамма-кванта возникает возбужденное составное (Боровское) ядро. При переходе из основного состояния на первый возбужденный уровень ядро поглощает энергию, равную энергии возбуждения этого уровня.

Возбужденное ядро неустойчиво, его время жизни связано с шириной уровня соотношением Гейзенберга:

$$t = ħ \cdot \Gamma$$

Например, при ширине уровня возбуждения Γ = 0,001 эВ, $t = 6{,}6 \cdot 10^{13}$с

Переход составного возбужденного ядра происходит либо выбросом частицы, либо излучением **γ** – кванта, либо одновременно и тем и другим. Частица покинет составное ядро только в том случае, если энергия возбуждения будет больше энергии связи ее в ядре.

Например, нейтрон может преодолеть ядерные силы и выйти из тяжелого ядра, если энергия возбуждения больше **7**,5 – 8 МэВ.

Для исследования рассматривались ядра следующих элементов:
$_{13}Al^{27}$, $_{26}Fe^{56}$, $_{14}Si^{28}$, $_{29}Cu^{64}$, $_{11}Na^{23}$, $_{28}Ni^{59}$, $_{24}Cr^{52}$.

Прозрачность потенциального барьера определялась как [1]:

$$D \approx e^{-x}, \text{ где } x = \frac{2}{\hbar}\int_{r_1}^{r_2}\sqrt{2\mu(V_K - T)}dr$$

где $\mu = \dfrac{Mm}{M+m}$ - приведенная масса, а T – кинетическая энергия в с.ц.и.

Нижний предел интегрирования совпадает с радиусом ядра R, верхний находится из условия

$$T = Zze^2 / r_2$$

Интегрирование этого выражения приводит к формуле:

$$e^{-2g\gamma}, \qquad \text{где } g = R/\lambda_{Bk}$$

$$\gamma = \sqrt{\frac{B_K}{T}}\arccos\sqrt{\frac{T}{B_K}} - \sqrt{1 - \frac{T}{B_K}}$$

$\lambda_{Bk} = ħ/\sqrt{2mB_K}$ - дебройлевская волна, соответствующая кинетической энергии частицы, равной высоте барьера (T= B_K).

Для нуклона дебройлевская длина волны:

$$\lambda_{Bk} = ħ/\sqrt{2m_N T} = 4{,}5 \cdot 10^{-15}/\sqrt{TMэB}\ , \text{ м}$$

Рассчитанная величина кулоновского барьера B_k для исследуемых элементов представлена в табл. 1.

Таблица 1.

Элемент	$A^{1/3}$	B_k , МэВ	$\sqrt{B_K}$
$_{13}Al^{27}$	8	8,67	2,94
$_{26}Fe^{56}$	3,5	13,58	3,69
$_{14}Si^{28}$	3,04	9,21	3,03
$_{29}Cu^{64}$	4	14,5	3,81
$_{11}Na^{23}$	2,84	7,75	2,78
$_{28}Ni^{59}$	3,89	14,4	3,79
$_{24}Cr^{52}$	3,73	12,87	3,59

Результаты расчета прозрачности потенциального барьера для α - частиц и для протонов приведен в табл. 2.

Таблица 2.

Ядро	R, $*10^{-15}$ м	λ_{Bk}, $*10^{-15}$ м	g (γ =3)	- 2gγ	D
$_{13}Al^{27}$	4,2	1,53	2,75	-16,5	$0,65\cdot10^{-2}$
$_{26}Fe^{56}$	5,36	1,22	4,39	-26,34	$0,36\cdot10^{-4}$
$_{14}Si^{28}$	4,26	1,49	2,86	-17,16	$0,35\cdot10^{-7}$
$_{29}Cu^{64}$	5,6	1,18	4,75	-28,5	$0,42\cdot10^{-12}$
$_{11}Na^{23}$	3,98	1,62	2,46	-14,76	$0,39\cdot10^{-6}$
$_{28}Ni^{59}$	5,45	1,19	4,58	-27,48	$0,12\cdot10^{-11}$
$_{24}Cr^{52}$	5,22	1,25	4,18	-26,06	$0,12\cdot10^{-10}$

В результате бомбардировки исследуемых элементов альфа-частицами [(реакция типа (α,p)] в узлах кристаллической решетки получаем составные ядра и продукты распада (см. табл. 3).

Таблица 3.

Компаунд - ядро	Ядерная реакция
$_{15}P^{31}$	$_{13}Al^{27} + _{2}He^{4} \rightarrow p + _{14}Si^{30}$
$_{28}Ni^{60}$	$_{26}Fe^{56} + _{2}He^{4} \rightarrow p + _{27}Co^{59}$
$_{16}S^{32}$	$_{14}Si^{28} + _{2}He^{4} \rightarrow p + _{15}P^{31}$
$_{31}Ga^{68}$	$_{29}Cu^{64} + _{2}He^{4} \rightarrow p + _{30}Zn^{67}$
$_{13}Al^{27}$	$_{11}Na^{23} + _{2}He^{4} \rightarrow p + _{12}Mg^{26}$
$_{30}Zn^{63}$	$_{28}Ni^{59} + _{2}He^{4} \rightarrow p + _{29}Cu^{62}$
$_{26}Fe^{56}$	$_{24}Cr^{52} + _{2}He^{4} \rightarrow p + _{29}Cu^{62}$

Энергия связи (отделения) протона в ядре [1]:

$$E_p = m_p + M(A-1, Z-1) - M(A,Z).$$

Т.о. $\varepsilon_n = \Delta W(A,Z) - \Delta W(A-1,Z)$;

$\varepsilon_p = \Delta W(A,Z) - \Delta W(A-1,Z-1)$.

Для всех стабильных ядер $\boldsymbol{\varepsilon_n}$ и $\boldsymbol{\varepsilon_p}$ положительны. Поэтому среди них не может существовать нейтронной и протонной радиоактивности. Она возникает в результате искусственной ядерной реакции. Расчет энергии отделения протона B_p представлен в таблице 4.

Таблица 4.

Элемент	ΔW, МэВ	ε_P , МэВ	B_p , МэВ	$B_к + B_p$,МэВ
$_{13}Al^{27}$	225	8,33	8,27	16,94
$_{26}Fe^{56}$	492	8,79	10,18	23,76
$_{14}Si^{28}$	237	8,45	11,59	20,8
$_{29}Cu^{64}$	559	8,74	7,2	21,7
$_{11}Na^{23}$	187	8,11	8,8	16,55
$_{28}Ni^{59}$	515	8,74	8,6	23
$_{24}Cr^{52}$	456	8,78	10,5	23,37

В табл. приведены данные по расчету ядер данных элементов не составного ядра. Энергия-возбуждения ядра при захвате α-частицы складывается из энергии связи и кинетической энергии (в с.ц.и.). Для того, чтобы ядерная реакция была эффективной, кинетическая энергия α-частицы должна быть сравнимой с высотой кулоновского барьера [$T_\alpha \approx (B_k)_\alpha$]. Поэтому энергия возбуждения ядра будет равна:

$$W = \varepsilon_\alpha + T_\alpha \approx \varepsilon_\alpha + (B_k)_\alpha.$$

Большая энергия возбуждения промежуточного ядра (W≈20 МэВ) достаточна для того, чтобы компенсировать не только энергии связи вылетающего нуклона ε_N, но и кулоновский барьер $(B_k)_p$ в случае вылета протона.

Действительно, т.к.

$\varepsilon_N \approx 8$ МэВ, то $T_N = W - \varepsilon_N = 20 - 8 = 12$ МэВ и

$$T_N > (B_k)_p \approx (B_k)_\alpha \approx 10 \text{ МэВ}.$$

В связи с этим при бомбардировке ядер α-частицами с энергией $T_\alpha \approx (B_k)_\alpha$ должны идти примерно с равной вероятностью реакции типа и (α,n) и (α,p).

Из приведенных данных табл. 4 видно, что наибольшей вероятностью реакция типа и (α,p), будет протекать при бомбардировке ядер $_{26}Fe^{56}$, $_{14}Si^{28}$, $_{29}Cu^{64}$, $_{28}Ni^{59}$ и $_{24}Cr^{52}$. Ядра тяжелых элементов, в связи с их большим кулоновским барьером в данной работе не оценивались.

При высоких энергиях протонов и альфа частиц возможны реакции типа (p,γ), (α,γ), (p,n) и (α,n). Данные реакции идут с достаточно большой вероятностью, так как для гамма-квантов и нейтронов не существует препятствий в виде кулоновского барьера. В табл. 5 приведены результаты расчета по энергии отделения протона в результате ядерной реакции типа (γ,p).

Таблица 5.

Ядерная реакция	ΔW, МэВ	ε_P, МэВ	B_p, МэВ
$_{13}Al^{27} \xrightarrow{\gamma} {}_1p^1 + {}_{12}Mg^{26}$	225	8,33	8,27
$_{26}Fe^{56} \xrightarrow{\gamma} {}_1p^1 + {}_{25}Mn^{55}$	492	8,79	10,18
$_{14}Si^{28} \xrightarrow{\gamma} {}_1p^1 + {}_{13}Al^{27}$	237	8,45	11,59
$_{29}Cu^{64} \xrightarrow{\gamma} {}_1p^1 + {}_{28}Ni^{63}$	559	8,74	7,2
$_{11}Na^{23} \xrightarrow{\gamma} {}_1p^1 + {}_{10}Ne^{22}$	187	8,11	8,8
$_{28}Ni^{59} \xrightarrow{\gamma} {}_1p^1 + {}_{27}Co^{58}$	515	8,74	8.6
$_{24}Cr^{52} \xrightarrow{\gamma} {}_1p^1 + {}_{23}V^{51}$	456	8,78	10,5

В работе [2] экспериментально исследовались реакции типа (p,γ) и (α,γ). Мишени различных кристаллических материалов подвергались бомбардировке протонами с энергией 20 МэВ и альфа-частицами с энергией 40 МэВ на циклотроне (ФЭИ г. Обнинск) и протонами 660 МэВ на синхроциклотроне (ОИЯИ г. Дубна). Исследовалось угловое распределение вторичного гамма- излучения и вероятность реакции типа (p,γ) и (α,γ).

В результате ядерных реакций типа (p,γ) и (α,γ) в узлах кристаллической решетки вероятность изменения химического знака узла решетки (а следовательно и атома) достаточно велика. Возникают дополнительные дефекты, что приводит к изменению характера движений дислокаций в кристаллической решетки и к изменению физико-механических свойств данного материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мухин.К.Н.* Экспериментальая ядерная физика. Т II. Физика атомного ядра. 5-ое изд. М: Энергоатомиздат. 1993. с. 200-241.

2. *Омаров С.С., Бегимов Т.Б., Калымбетова М.А.* Средняя энергии γ – квантов, инжектируемых при неупругом взаимодействии протонов и α -частиц в веществе. Труды международной научной конференции «Высокие технологии – залог устойчивого развития» 25-27 мая 2011 г. Алматы, КазНТУ, с.201-204.

Резюме

(α,p), (γ,p), (p,γ) және (α,γ) түрлеріндегі ядролық реакцияның кристалдық тордың түйініндегі химиялық таңбасының өзгеру ықтималдылығы қарастырылған. Зерттелетін материалдың физика-механикалық қасиетін өзгертетін және поликристалдағы дислокацияның қозғалысының сипаттамаларын өзгертетін қосымша ақаулар пайда болады.

Summary

The probabilities of changes in the chemical sign of crystal lattice unit by nuclear reactions such as (α, p), (γ, p), (p, γ) and (α, γ) were considered. There are additional defects that change the character of the motion of dislocations in a polycrystal and modify the physical and mechanical properties of the test material.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 09.11.12 г.*

• ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК:632.952:633.1

А.Ж. Амиркулова Г.В. Курбанова, О.А. Сапко, О.В.Чебоненко

ВЛИЯНИЕ ПЕСТИЦИДА (ФУНДАЗОЛ) НА КОМПОНЕНТЫ ПРООКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ НЕКОТОРЫХ ЗЛАКОВЫХ И БОБОВЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Любая из известных сегодня систем земледелия невозможна без химических средств защиты растений как фактора, определяющих высокие урожаи. Пестициды – это химические вещества, которые используются с целью защиты растений от вредителей и болезней. Фундазол (другие названия: бентал, агроцит, дезорал) – широко применяемый системный фунгицид класса бензимидазолов. Препарат используется для защиты более пятидесяти культур: зерновых, бобовых, овощных, плодово-ягодных, декоративных и лекарственных растений против мучнистой росы всех видов головни, корневых гнилей, ржавчины и пятнистости. Действующее начало препарата – беномил, класс бензимидазолов, механизм действия которого связан с торможением деления клеток патогена. Этот препарат малотоксичен для человека и животных (IV класс опасности).

Поскольку пестициды – вещества с высокой биологической активностью, способные циркулировать и накапливаться в почвах, водоемах, продуктах питания, что губительно отражается на окружающей среде и здоровье человека. В связи с этим, к пестицидам предъявляются все более жесткие требования безопасности в отношении нецелевых организмов, и в первую очередь растений, для защиты которых они предназначены. Использование в биотестировании высших растений по–прежнему остается традиционным направлением биологии, биохимии и экотоксикологии. Новыми стремительно развивающимися направлениями являются биохимические и молекулярные уровни индикации стрессовых воздействий.

Одним из ранних неспецифических ответов живых организмов, в том числе растений на абиотические стрессоры, является усиление процессов свободно – радикального окисления, «окислительный взрыв» приводящий к накоплению активных форм кислорода (АФК), активация перекисного окисления липидов (ПОЛ), деградация белков и других деструктивных процессов. В связи с этим, целью работы было изучение влияния системного фунгицида фундазола на компоненты прооксидантной системы: перекисное окисление липидов (ПОЛ) и накопление перекиси водорода (H_2O_2) - относительно стабильной молекулы, принимающей участие во внутри – и межклеточной сигнализации растительных клеток.

Объекты и методы исследования : Для изучения использовали пшеницу озимую (Tríticum L., сорт Богарная 56); ячмень (Hordeum vulgare L., сорт Байшешек); овес (Avena L., сорт Казахстанский); люцерна (Medicago L., сорт Семиреченская).

Семена растений промывали 15-20 мин в проточной воде и замачивали в ней на час. Затем семена подсушили на фильтровальной бумаге и обработали путем погружения на 1 мин в раствор фундазола. Для опыта использовали следующие концентрации фундазола: 2г/кг зерна (норма обработки, принятая в Казахстане); 4г/кг; 10г/кг; контроль – вода.

Высаживали семена в контейнеры с влажной подложкой. Полив производили через день. В 7-ми дневных проростках анализировали процесс ПОЛ и содержание H_2O_2. Определение H_2O_2 проводили по методу Gay [1]. Интенсивность ПОЛ анализировали по методу Жирова [2].

Результаты исследования: Проведенное исследование показало, что обработка семян фундазолом во всех испытанных концентрациях привела к увеличению уровня концентрации H_2O_2 в 1,5 – 2,3 раза (рис.1), в побегах пшеницы и овса в 1,4 раза и мало влияла на содержание H_2O_2 в кор-

нях пшеницы (увеличение 1,4 раза при использовании для протравки семян 10г/кг фундазола). В корнях овса доза фундазола 2 г/кг вызвала повышение концентрации H2O2 в 1,4 раза и снижение в 1,2 – 1,9 раза при использовании 4 и 10 г/кг. Влияние фундазола на проростки ячменя и люцерны было менее выраженным. В побегах наблюдали увеличение концентрации H2O2 на 10 – 40%, в корнях – на 20-60%.

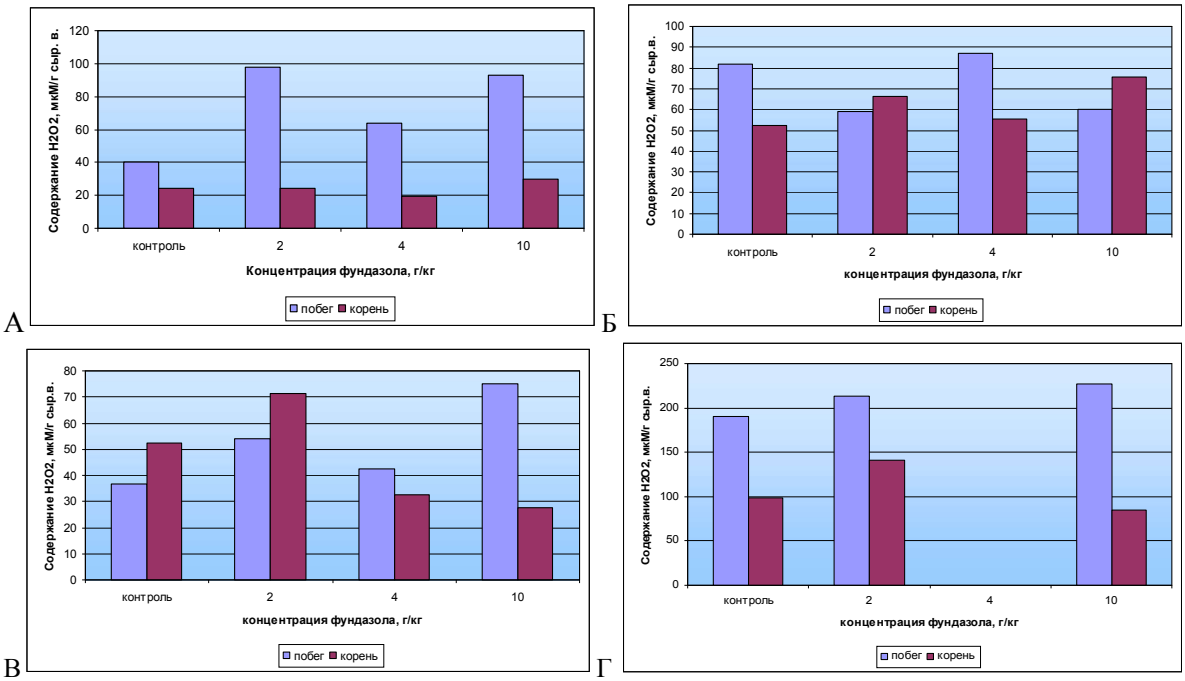


Рис. 1. Влияние фундазола на интенсивность H_2O_2 в 7-ми дневных проростках: А - пшеницы, Б - ячменя, В - овса, Г- люцерны.

Сравнение влияния фунгицида на различные виды растений показало, что в побегах пшеницы и ячменя фунгицид практически не изменил уровня ПОЛ относительно контроля, тогда как у овса он повысил его в концентрации 4 г/кг в 1,8 раз, у люцерны в концентрации 2 и 4 г/кг в 1,5 раза и в концентрации 10 г/кг в 2,3 раза (рис.2).

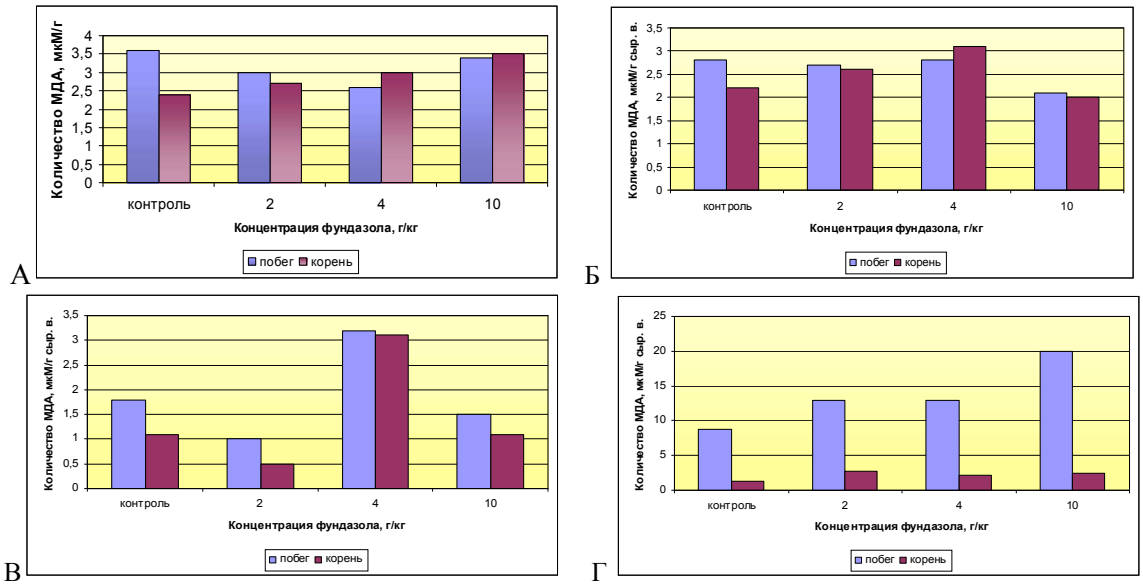


Рис. 2. Влияние фундазола на интенсивность ПОЛ в 7-ми дневных проростках: А - пшеницы, Б - ячменя, В - овса, Г- люцерны.

В корнях пшеницы интенсивность ПОЛ возрастала по мере увеличения концентрации фундазола в 1,2 -1,5 раза по сравнению с контролем, тогда как у ячменя и овса только концентрация 4 г/кг повысила уровень на 1,4 и 2,8 раза соответственно, а у люцерны все концентрации фунгицида увеличили интенсивность ПОЛ в 2 раза.

Таким образом, было установлено, что обработка семян пшеницы, ячменя, овса и люцерны влияет на прооксидантный статус 7-ми дневных проростков. Однако, даже при использовании 5-ти кратно превышенной нормативной дозы (10г/кг) это влияние не носит летального характера для растений, и, по-видимому, компенсируется активацией антиоксидантных механизмов, что требует дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Gay C., Collins J. and Gebicki J.M.* Hydroperoxide Assay with the Ferric – Xylenol Orange Complex// Analytical Biochemistry. 1999.V.273. P. 149-155.

2. *Жиров В.К., Мерзляк М.Н., Кузнецов Л.В.* Перекисное окисление мембранных липидов холодостойких растений при повреждении отрицательными температурами // Физиология растений. 1982. Т.29. С. 1045-1052.

3. *Колупаев Ю.Е.* Активные формы кислорода в растениях при действии стрессоров: образование и возможные функции // Вестник Харьковского национального аграрного университета. Сер. Биология. – 2007. – Вып. 3(12). – С. 6–26.

4. *Полесская О.Г.* Растительная клетка и активные формы кислорода. – М.: Изд-во КДУ, 2007. –140 с.

5. *Finkel T., Holbrook N.J.* Oxidants, oxidative stress and the biology of aging // Nature. – 2000. – Vol. 408. – P. 239–247.

6. *Heath R.L., Packer L.* Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation // Arch. Biochem. Biophys. – 1968. – Vol. 125(1). – P. 189–198.

7. *Kabala C., Singh B.R.* Fractionation and Mobility of Copper, Lead, and Zinc in Soil Profiles in the Vicinity of a Copper Smelter // J. Environ. Qual. – 2001. – № 30. – P. 485–492.

8. *Kumar G.N., Knowles N.R.* Changes in Lipid Peroxidation and Lipolytic and Free-Radical Scavenging Enzyme during Aging and Sprouting of Potato (Solanum tuberosum L.) Seed-Tubers // Plant Physiol. – 1993. – Vol. 102. – P. 115–124.

9. *Lichtentaller H.K., Welburn A.R.* Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents // Biochem. Soc. Trans. – 1983. – Vol. 11, № 6. – P. 591–592.

10. *Scandalios J.G.* The rise of ROS // Trends Biochem. Sci. – 2002. – Vol. 27. – P. 483–486.

Резюме

Дәнді және бұршақ тұқымдас ауылшаруашылық өсімдіктерінің 7 күндік өсінділерінің құрамындағы сутегі және сутегінің асқын тотығуының мөлшеріне 2-10 г/кг фунгицидтің әр түрлі дозаларының ықпалы зерттелген. Зерттеуге: бидай, арпа, сұлы, жоңышқа алынды.

Осылай, бидайдың, арпаның, сұлының, жоңышқаның тұқымдарының өңделуі 7 күндік өсімдіктердің прооксидантты мәртебесіне ықпал ететіндігі анықталды. Бірақ, (10г/кг) 5 еселі шектен шыққан нормативтік дозаларды қолданғанда өсімдіктер үшін тіршілігін аяқтайтын сипатына апармайды, және сол бойынша антиоксидантты тетіктердің активациясымен орны толтырылады, яғни бұл ары қарай зерттеулерді талап етеді.

Summary

The effect of different doses of fungicide 2 - 10 g / kg for peroxide content and lipid peroxidation in a 7-day-old seedlings of cereal and legume crops: wheat, barley, oats and alfalfa.

Thus, it was found that the treatment of seeds of wheat, barley, oats, alfalfa affects prooxidant status 7 day proroskov. However, even with a 5-fold excess of the regulatory dose (10g/kg), this effect is not lethal to plants, and apparently compensated by activation of antioxidant mechanisms, which requires further research.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 05.10.12 г.*

УДК 553.982.08

Е.И. Добрынин

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ И ТРАНСПОРТА РЕНИЯ В ВОДЯНОЙ И НЕФТЯНОЙ ФАЗАХ В ПОРИСТОЙ СРЕДЕ С ЦЕЛЬЮ УСТАНОВЛЕНИЯ ВОЗРАСТА НЕФТЯНОГО РЕЗЕРВУАРА

Целью изучения химических реакций и транспорта рения является использование прямого метода радиоактивной датировки месторождений углеводородов, используя изотопы рения и осмия. Рений - осмиевая датировка - одна из форм радиоизотопного датирования, использующая бета распад изотопа рения ^{187}Re в изотоп осмия ^{187}Os. Период полураспада рения в осмий происходит в течение 41,6 млрд. лет.

Рениум – осмиевая радиоизотопная датировка выполняется изохронным методом датирования и определяется следующим уравнением:

$$\left(\frac{^{187}Os}{^{188}Os}\right)_{present} = \left(\frac{^{187}Os}{^{188}Os}\right)_{initial} + \left(\frac{^{187}\mathrm{Re}}{^{188}Os}\right)\cdot\left(e^{\lambda t-1}\right) \quad (1)$$

где:

t – возраст образца,

λ – константа распада ^{187}Re,

$(e^{\lambda t}-1)$ - наклон кривой изохронна, который определяет возраст системы.

Достаточное количество рения и осмия находится в углеводородах, что позволяет рений осмиевому методу радиоизотопной датировки определить возраст, когда нефть наполнила резервуар. Таким образом, данный метод может быть широко распространен по всему миру для всех типов месторождений.

Данный метод датировки, базирующийся на неорганических элементах, особенно важен в сильно биодеградированных углеводородных скоплениях, где традиционные методы датировки, использующие биомаркеры, не могут быть применены. Таким образом, данный метод устойчив к биодеградациям, в отличие от традиционных методов датировки, базирующихся на биомаркерах, что позволяет определить возраст систем, в которых доселе этого невозможно было сделать, а также создать пространственно временное соотношение, тем самым иметь мощный инструмент поиска и разведки нефтяных месторождений.

Значительное содержание рения было обнаружено в отделенных асфальтовых компонентах, по сравнению с содержанием их в остальной нефти. Данная закономерность была характерна для всех образцов, которые содержали измеримое количество асфальтенов. Относительно всей нефти, более 90% рения присутствует в асфальтеновых фракциях.

Тем не менее, точная структура компонентов в нефти, содержащих рений и осмий неизвестна, что характерно также и для других металлов, из-за недостатка данных. Исключение лишь составляют никель и ванадий, последний известный как содержащийся в составе металлопорфиринового комплекса. Хотя асфальтовые компоненты обогащены металлами, металлопорфириновые комплексы не характерны как для металлов, так и для асфальтенов. Теоретические подсчеты предполагают, что рений может быть сформирован в порфириновые комплексы, а также существовать в органически обогащенных осадках.

Источником рения в нефти является перренат анион рения ReO_4, который растворен в пластовых водах в очень низком количестве порядка 0.004 ppb (триллионные доли). В нефтях же, среднее содержание рения колеблется в пределах 1-20 ppb. Соответственно градиент концентрации ReO_4 и скорость его переноса в нефть очень низкая. Таким образом, ставится вопрос о времени достижения натуральной концентрации рения в нефти, и если оно слишком велико с геологической точки зрения, то рений - осмиевый метод радиоактивной датировки не будет отражать время, когда начиналось наполнение резервуара нефтью.

Источником информации для анализа времени переноса рения в нефтяную фазу являются лабораторные эксперименты, которые воспроизводят состояние фаз, при котором происходит перенос рения в нефтяную фазу. Серия экспериментов была проведена в реакторе, где водяная фаза изначально была обогащена рением и стояла в контакте с нефтяной фазой. Была проведена серия эксперимен-

тов с различными изначальными концентрациями рения в водяной фазе и различными по длительности временами контакта. Все эксперименты однозначно показали абсорбцию рения нефтяной фазой. Предполагается, что рений транспортируется из водяной в нефтяную фазу с помощью диффузии, где далее в нефтяной фазе происходят химические реакции и рений абсорбируется углеводородами.

Для распространения результатов эксперимента в условия нефтяного резервуара нам необходимо создать математическую модель и провести ее адаптацию.

Для составления модели были приняты следующие допущения:

– В водяной фазе рений присутствует в виде перрената аниона ReO_4, который может диффундировать в нефть. Процесс поддержания баланса зарядов не моделируется, так как природа реакций неизвестна.

– В нефтяной фазе рений существует в двух формах: как анион ReO_4 и как рений, сцепленный со структурой нефти.

– Газовая фаза не может содержать рений, ни в какой форме.

Данную реакцию мы запишем как:

$\mathrm{Re}O_4 + F => P$,

где

(1) ReO_4 – перренат анион;

(2) F – свободный порфириновый комплекс в нефти, который может абсорбировать рений;

(3) P - порфириновый комплекс обогащенный рениумом;

Данная реакция является необратимой.

Конечная система уравнений, описывающая процессы транспортировки и реакции рения для условий эксперимента примет вид

$$\frac{\partial\left(\rho_w C_w^{(1)}\right)}{\partial t} + div\left(-\rho_w D_w^{(1)} grad C_w^{(1)}\right) = 0 \quad (2a)$$

$$\frac{\partial\left(\rho_o C_o^{(1)}\right)}{\partial t} + div\left(\rho_o D_o^{(1)} grad C_o^{(1)}\right) = -k_f C_o^{(1)} C_o^{(2)} \quad (2b)$$

$$\frac{\partial\left(\rho_o C_o^{(2)}\right)}{\partial t} + div\left(-\rho_o D_o^{(2)} grad C_o^{(2)}\right) = -k_f C_o^{(1)} C_o^{(2)}; \quad (2c)$$

$$\frac{\partial\left(\rho_o C_o^{(3)}\right)}{\partial t} + div\left(-\rho_o D_o^{(3)} grad C_o^{(3)}\right) = +k_f C_o^{(1)} C_o^{(2)}; \quad (2d)$$

где,

$C_j^{(i)}$-мольная доля компонента *i* в фазе *j*;

ρ_o и ρ_w - молярная плотность нефти и воды;

$D_j^{(i)}$-диффузия компонента *i* в фазе *j*

k_f - константа реакции

Для условий нефтяного резервуара, с учетом пористой среды и движущегося аквифера соответственно

$$\phi\frac{\partial\left(\rho_w C_w^{(1)}\right)}{\partial t} + div\left(-\rho_w \phi D_w^{(1)} grad C_w^{(1)}\right) + \vec{V}_w^{(1)}\frac{\partial\left(\rho_w C_w^{(1)}\right)}{\partial x} = 0; \quad (3a)$$

$$\phi\frac{\partial\left(\rho_o C_o^{(1)}\right)}{\partial t} + div\left(-\rho_o \phi D_o^{(1)} grad C_o^{(1)}\right) = -\phi k_f C_o^{(1)} C_o^{(2)}; \quad (3b)$$

$$\phi\frac{\partial\left(\rho_o C_o^{(2)}\right)}{\partial t} + div\left(-\rho_o \phi D_o^{(2)} grad C_o^{(2)}\right) = -\phi k_f C_o^{(1)} C_o^{(2)}; \quad (3c)$$

$$\phi\frac{\partial\left(\rho_o C_o^{(3)}\right)}{\partial t} + div\left(-\rho_o \phi D_o^{(3)} grad C_o^{(3)}\right) = +\phi k_f C_o^{(1)} C_o^{(2)}; \quad (3d)$$

где $\vec{V}_w^{(1)}$ - скорость фильтрации Дарси

φ-пористость

Модель была адаптирована к сериям экспериментов, что позволило нам определить коэффициенты диффузии, реакции и фактор вместимости для дальнейшего использования модели в масштабе геологического резервуара. Для данной цели мы использовали обезразмеренную систему уравнений реакции – диффузии – адвекции в пористой среде с пересчитанными коэффициентами для резервуарной температуры. Далее стоит задача смоделировать в масштабе целого месторождения различные случаи со стоячими и движущимися подстилающими водами, для определения объема воды, прошедшей через резервуар, для достижения естественно природной концентрации рения и времени ее достижения. Таким образом, проведено большое количество моделирования различных ситуаций. В данной статье, по причине ограничения количества страниц, показан лишь один случай.

Модель представляет собой антиклинальную геологическую структуру, созданную в профессиональном программном пакете GOCAD, для геологического 3D моделирования компании Paradigm.

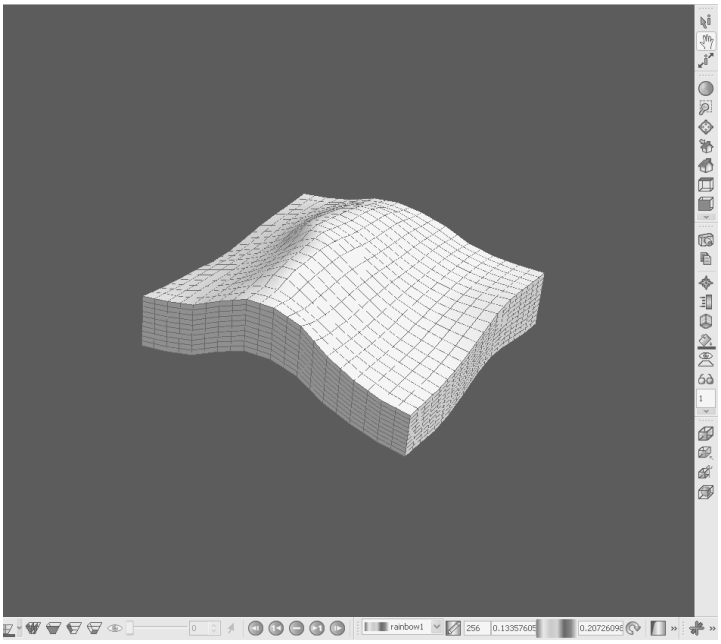


Рис. 1. Геологическая структура

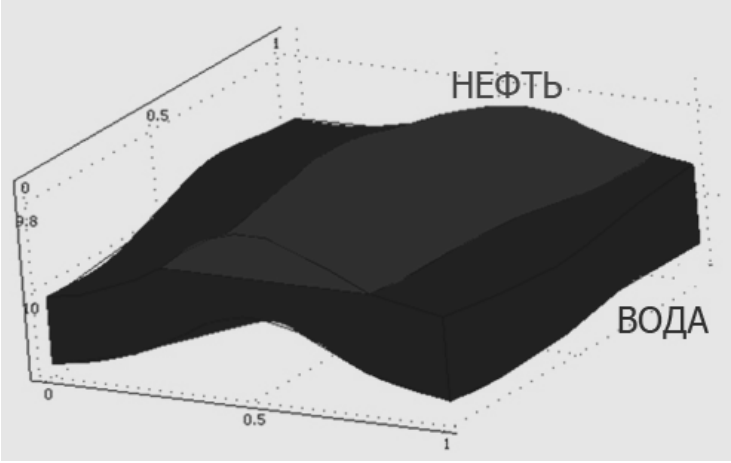


Рис. 2. Фазовое содержание нефти и воды

Таким образом, резервуар состоит из подстилающей воды и нефтяной шапки.

Для решения системы дифференциальных уравнений был использован численный метод, называемый метод конечных элементов, позволяющий решать системы дифференциальных уравнений в частных производных.

На рисунке 3 показаны разрезы с полем изменения по времени концентрации перрената аниона ReO_4 являющегося результатом решения вышеуказанных уравнений.

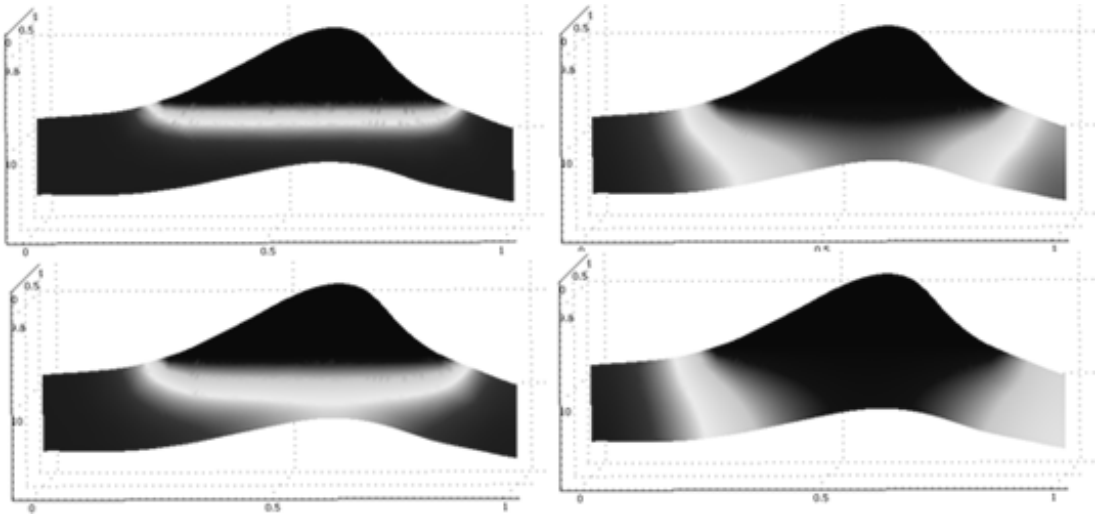


Рис. 3. Концентрация ReO_4 в воде

Вышеуказанная симуляционная модель показывает, что даже в случае не движущихся пластовых вод, полный обмен происходит всего лишь за 100000 лет, что ничтожно с геологической точки зрения. Моделирование же в условиях движущихся вод с различными скоростями показывает время наполнения рения нефтью в пределах 10000-15000 лет, что более характерно для реальных скоплений углеводородов. И однозначно доказывает то, что рений – осмиевый метод радиоизотопной датировки указывает на время, когда начиналось наполнение природных ловушек нефтью.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Селби Д. и др.* Прямое радиометрическое датирование углеводородных месторождений методом ений – осмиевых изотопов. Сайнс, 2005.

2. *Селби Д., Роберт А., Мартин Г.* Систематика рений – осмиевых элементов в сырой нефти. Сайнсдирект, 2007.

3. *Александр Дж., Селби Д. Марк Дж.* Осборн. Идентификация материнских пород месторождений атлантических берегов Великобритании и западных песков Канады с помощью платины, палладия, осмия и рения и возможность глобального применения данного метода. Сайнсдирект 2011.

4. *Дженифер Л., Вильям Р. Мартин, Кайлин М Карни.* Геохимический цикл рения. Химическая геология, 2011.

5. *Дебра Колонье, Джулиан Санчез, Грегори Равиза, Карл Турекаин и др.* Геохимический цикл рения: рекогносцировка. Земля и планетарные науки, 1993.

6. *Дебра Колонье, Джон Едмонд, Эд Бойль.* Рений в Черном море: сравнение с молибденом и ураном. Земля и планетарные науки, 2005.

7. *Йонглианг Ксионг.* Растворимость и видообразование рения в среде обедненной кислородом при средней температуре Черного Моря. Сайнсдирект, 2003.

8. *Р. Кара Гулбай.* Рений и молибден в четвертичных нефтяных глинах северо западной Анатолии, Турция. Эстонская академия публикаций, 2007.

9. *Лилль А., Стивен Т.* Петчь. Мобильность рения, элементов платиновой группы и органического углерода во время выветривания глинистых сланцев. Земля и планетарные науки, 2002.

10. *Т.П.Клемент, Ю.Сун, Б.С.Хукер и др.* Моделирование многоэлементных реакций и транспорта элементов в подземных водах. Спринг 1998.

11. *Софи Бадр, Кристиан Карла Гонзалес и др.* Размер молекул и вес асфальтенов и их фракционная растворимость из углей, сырых нефтей и битумов. Сайнсдирект, 2005.

12. *Давид Логан.* Моделирование транспортировки в гидрогеохимических системах. Спринджер, 2000.

13. *А.А. Палант, И.Д. Трошкина, А.М. Чекмарев.* Металлургия рения. Москва Наука 2007.

Резюме

Берілген жұмыстың мақсаты рений-осмийлі мерзімдеу тәсілінің қаншалықты қолданылымды екенін анықтау үшін ренийдің сулы фазадан мұнайлыға көшуін зерттеу болып табылады. Анализдің ақпарат көзі ренийдің мұнай фазасына көшу үдерісі жүретін, фазаның күйін қалпына келтіретін зертханалық эксперименттер болып табылады. Барлық тәжірибелер ренийдің мұнай фазасымен абсорбцияланғанын көрсетті. Ренийдің сулы фазадан мұнайлыға көшуі диффузия арқылы өтетіні болжалуда. Ал бұдан кейін, мұнайлы фазада химиялық реакциялар жүреді де рений көміртекпен абсорбцияланады. Осылайша, берілген жұмыстың мақсаты ренийдің көшу және абсорбциялану үдерістерін толықтай сипаттайтын, сонымен қатар осы модельді кен орын көлемінде қолдану үшін арналған сайма-сай математикалық модельді құру болып табылады.

Summary

The subject of this work is to study the rhenium transport from aqueous to oil phase to define the attainment of the natural rhenium concentration for the method of Rhenium-Osmium dating to be applied for reservoirs dating. The sources of information are the laboratory experiments that provide the condition at which Re is moving in to the oil. All experiments definitely show the Re absorption by oil phase. The supposition is that the Re is transported by diffusion from water phase to oil where some chemical reactions occur and Re is absorbed by hydrocarbons. The objective of the work is constructing a mathematical model which describes the process of Re transportation between phases and extend it to the reservoir scale simulation.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 03.10.12 г.*

С.К. Курбаниязов

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЦЕОЛИТОВ И ИХ МНОГООТРАСЛЕВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

После открытия в конце 50-х гг. каталитических свойств цеолитов начались интенсивные исследования их структуры, свойств и методов получения. В природе цеолиты образуются в результате гидротермального синтеза. Эффективных способов обогащения пород не существует, поэтому на практике используют только богатые залежи цеолитов.

Цеолиты природные ЦПС относятся к первой группе природных материалов по термо- и кислотоустойчивости (т.е. высокоустойчивы). Цеолиты обладают хорошими регенерационными способностями, выдерживают высокие температуры (до 600° С), устойчивы к воздействию агрессивных сред без видимых следов разрушения. Цеолиты признаны не токсичными, мутагенных действий не обнаружено, применение цеолитов ЦПС не имеет ограничений во всех областях хозяйства.

Химический состав цеолита ЦПС: $(Na, K_2)O \cdot Al_2O_3 \cdot 10SiO_2 \cdot 8H_2O$. Суммарная катионная емкость 87 мг-экв/100 г породы, ионообменная емкость — 2.5 мг-экв/г. Имеется адсорбционная способность к H_2O (воде), метанолу, CO_2 (углекислому газу), O_2 (кислороду), SO_2 (сернистому газу), H_2S (сероводороду), NH_3 (аммиаку), N_2 (азоту), крупным органическим молекулам (табл. 1).

Таблица 1. **Химический состав цеолита цпс**

SiO	69,0-74,0 %	CaO	1,7-3,3 %
TiO	0,08-0,16 %	MgO	0,4-1,7 %
Al2O3	11,4-14,0 %	K2O	4,0-5,5 %
Fe2O3	0,60-1,8 %	Na2O	0,4-0,9 %
MnO	0,02-0,05	H2O	до 10 %

В промышленных масштабах главным образом используют синтетические цеолиты. Хотя в настоящее время известно свыше 30 природных цеолитов, но только 8 из них (анальцим, шабазит, клиноптилолит, эрионит, феррьерит, ломонтит, морденит и филлипсит), встречающихся в основном в осадочных породах, могут иметь промышленное значение. Трудности связаны с разведкой, изучением и разработкой месторождений [1]. Вообще, во всем мире потенциальный запас пригодных для использования цеолитов достаточно велик (рис. 1).

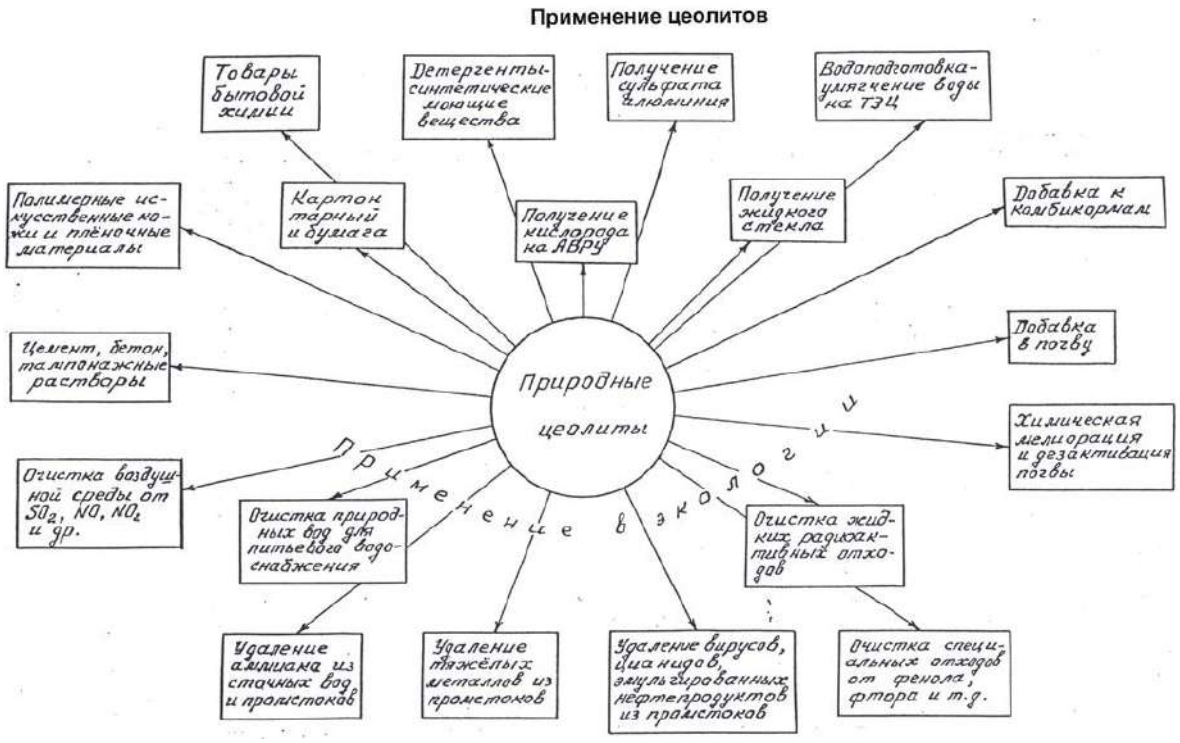


Рис. 1. Применение цеолитов в различных отраслях

Уровень современного промышленного производства синтетических цеолитов достигает нескольких сотен тысяч тонн в год и определяется главным образом, потребностями нефтехимической промышленности, где синтетические цеолиты некоторых структурных типов находят широкое применение в качестве катализаторов или их носителей. Также цеолиты широко применяются при сушке, очистке и разделении веществ, а также в качестве ионообменников. Эффективность от использования Цеолита прекрасно аэрирует почву, способствует развитию корневой системы, росту всего растения; удерживает в зоне корней достаточное количество воды – 40-70% от своего веса, работает как резервуар хранения для удобрений - нитрата, фосфатов, калия, питательных веществ, наиболее важных компонентов для здоровья растения и его роста. Цеолит захватывает удобрения в своей разветвленной структуре, пока корни растений не найдут их. Азот, задержанный в Цеолите, не растворим в воде и не вымывается дождем продолжительный период времени. Цеолит экономит удобрения. Меньше удобрений, особенно азотных, вымывается в грунтовые воды. Он на 20-40% улучшает усвоение удобрений. Без применения Цеолита около 35 % азота вымывается из зоны корней и попадает в грунтовые воды грунта и загрязняет ее нитратами и нитритами.

Использование Цеолита может дать положительные результаты почти во всех видах почв и по некоторым данным на 10-30% может увеличить урожайность многих сельскохозяйственных культур – картофеля, ячменя, озимой пшеницы, клевера, кукурузы и др. После внесения Цеолита, увеличенные урожаи могут наблюдаться 3-4 года и более. По данным некоторых исследователей даже по прошествию 7 лет после внесения цеолита в почву, его адсорбционные и катионно-обменные функции не менялись. В растениеводстве Цеолит чрезвычайно полезен из-за стимулирования урожайности сельскохозяйственных культур. При внесении Цеолита в субстраты в органические минеральные смеси земли, качество почвы по большинству своих показателей улучшится.

Результаты многочисленных исследований, проведенных более чем в 20 научно-исследовательских заведениях Украины, свидетельствуют, что внесение 4-10 т/га цеолита фракции 0-1 мм на фоне полного минерального и органического удобрения обеспечивает прирост урожая основных сельскохозяйственных культур, уменьшает расход азотных удобрений (табл. 2). Благодаря адсорбции газообразных и водо-растворимых соединений азота, повышает коэффициент их использования на 20-25%. Одновременно при внесении цеолита в супещаных грунтах увеличивается содержание обменного калия на 20-45%.

Таблица 2. **Эффективность применения цеолитов в качестве удобрения**

Культура	Доза т/га	Эффективность применения	
		Повышение урожайности	Прочие показатели
Зерновые культуры □ пшеница □ ячмень	4-10	10% 20%	Продолжительность действия – 4-5 лет, улучшение режима азотного питания, уменьшение содержания тяжелых металлов, радионуклидов.
Картофель	4-10	32%	Снижение содержания нитратов, тяжелых металлов, радионуклидов, уменьшение вымываемости азота в **5 раз.**

Эффективным использованием цеолита в корм сельскохозяйственной птице оказалось бесподобным. Использование природных цеолитов в птицеводстве началось с замены ими гравиевой крошки, традиционно применяемой в кормлении птицы в качестве физиолого-механического фактора. Однако, как оказалось, цеолитовая крошка способствует ускорению темпов роста цыплят-бройлеров в сравнении с обычным гравием. Сейчас уже приобретён большой опыт по применению цеолитов в кормлении птицы, о чём свидетельствует ряд методических и практических рекомендаций.

В дикой природе (установлено на основании исследований и наблюдений) куриные (глухари, рябчики), обитающие в районе месторождений цеолитов, при выборе гастролитов предпочитают именно этот минерал. Ведь кроме механических функций гастролиты участвуют и в химических процессах пищеварения.

На основе имеющихся данных можно говорить о том, что использование цеолитовых добавок в кормлении всех видов с.-х. птицы, в количествах от 3 до 6% от состава комбикорма способствует увеличению живой массы, снижает затраты кормов, протеина и обменной энергии на 1 кг прироста на 3-19%, а у взрослой птицы повышает инкубационные качества яиц и прочность скорлупы (табл. 3). Как и у жвачных и других видов животных, химический состав мяса тушек контрольной и опытных групп был практически одинаков.

Таблица 3. **Изменение живой массы подопытных цыплят**

Группы	В начале опыта	После 7 дней	В конце опыта
	Ср. живая масса одного цыплёнка	Ср. живая масса одного цыплёнка	Ср. живая масса одного цыплёнка
	г /%	г/ %	г /%
I	553,7 /100,0	681,3 /123,0	795,6 /147,7
II	540,7 /100,0	672,3 /124,0	778,0 /143,0
III	559,7 /100,0	684,3 /126,6	796,0 /143,0
IV	556,5 /100,0	680,7 /122,3	789,3 /141,2

Помимо использования цеолитов в качестве минеральной добавки в рационы сельскохозяйственных животных и птицы, а также использования в производстве комбикормов и премиксов, высокоэффективным является использование природных цеолитов в качестве минеральной гигиенической подстилки и дезодоранта животноводческих и птицеводческих помещений.

Природный Цеолит устраняет неприятный запах благодаря усиленной адсорбции и способности к ионному обмену. Кроме того, Цеолит хорошо адсорбирует воду и используется как отличный осушитель.

При нанесении Цеолита на пол птичников в количестве 150-200 г на $м^2$, неприятный запах исчезает в течение 15 мин. Систематическое нанесение такого количества Цеолита с интервалом 2-3 дня является достаточным для почти полного дезодорирования воздуха.

Добавление 200 г Цеолита к 1 кг куриного помета полностью уничтожает неприятный запах, время же, которое требуется для снижения влажности помета до 25% при высушивании на солнце, сокращается до двух дней, тогда как без использования цеолита на это уходит 4 дня.

Использование Цеолита обеспечивает получение помета с большим содержанием мелких частиц, что повышает его ценность при использовании в качестве удобрения.

Вместе с тем цеолиты сами по себе являются интересными объектами для научных исследований: они представляют собой пористые тела, характеризующиеся определенной структурой скелета и регулярной геометрией пор (внутрикристаллических полостей и каналов). Важной особенностью цеолитов является возможность варьирования химического состава кристаллов и геометрических параметров (формы и размеров) внутрикристаллических пор, т. е. возможность их структурного и химического модифицирования, что можно осуществлять либо варьируя условия прямого синтеза цеолитов, либо изменяя химический состав кристаллов цеолитов одного и того же структурного типа. Благодаря сравнительной легкости химического модифицирования цеолитов появляются широкие возможности для осуществления контролируемых изменений структуры и свойств кристаллов. Это обстоятельство делает цеолиты весьма удобными объектами для исследования адсорбционных равновесий, природы адсорбционных взаимодействий, механизма и кинетики каталитических реакций, молекулярно-ситовых эффектов, диффузии молекул в тонких порах контролируемых размеров.

При рассмотрении химических и каталитических свойств цеолитов часто достаточно феноменологического описания, однако по-настоящему понять эти явления можно, только детально изучив кристаллическую структуру цеолитов.

Из-за сложности физических свойств цеолитов им трудно дать точное определение. Так один из авторов [2] предлагает называть цеолитами “алюмосиликаты с каркасной структурой, в которой имеются полости, занятые большими ионами и молекулами воды, причем и те и другие характеризуются значительной подвижностью, что обеспечивает возможность ионного обмена и обратимой дегидратации”. Каркасная структура построена из соединенных вершинами тетраэдров, в которых малые атомы (называемые Т-атомами) лежат в центрах тетраэдров и атомы кислорода - в их вершинах. Положения Т в природных цеолитах заняты преимущественно атомами Al и Si, но в синтетических цеолитах их можно заменить на близкие по природе атомы Ga, Ge и P. Роль больших ионов в полостях природных цеолитов выполняют одно- и двухзарядные катионы Na, Ca, K, Mg и Ba, содержание которых зависит от геохимического состава среды минералообразования и распределения элементов между кристаллизующимися минералами. В лабораторных условиях в цеолит можно путем ионного обмена или прямым синтезом ввести широкий набор других катионов. Общая формула цеолита MpDq[Alp+2qSirO2p+4q+2r]ЧsH2O. Поскольку каждая вершина принадлежит двум тетраэдрам, атомов кислорода в каркасе должно быть вдвое больше, чем Т-атомов. Чтобы заряд компенсировался, число трехзарядных ионов Al должно быть равно сумме p (число однозарядных катионов) и 2q (удвоенное число двузарядных катоионов).

К тому же А.С.Шакора занимался исследованиями свойств цементно-цеолитовых, зольно-цеолитовых и цементно-зольно-цеолитовых композиций для использования их в строительных растворах, тяжелых и легких бетонах, ячеистых бетонах неавтоклавного твердения, а вскрышных цеолитизированных пород в производстве керамических изделий. В его экспериментальных работах породы измельчались в шаровой мельнице до тонкости помола, характеризующегося остатком на сите №008в количестве 15…20%. Затем составляли композиции с добавкой цеолитов от10 до 40; (от массы цемента и цементно-зольного вяжущего) с градацией через 5%.

В результате было установлено, что введение добавок цеолита 10…15% позволяет сократить расход цемента и использовать вяжущее оптимального соотношения в строительных растворах и тяжелых бетонах класса В 15…В10 [3-4]. Были изготовлены образцы из неавтоклавного газобетона марок Д500…Д700, в которых кремнеземистый компонент полностью заменен измельченным цеолитсодержащим туфом, а в качестве вяжущего были использованы цементно-зольные и цементно-зольно-цеолитовые композиции.

Из вскрышных цеолитсодержащих пород был получен кирпич марки 150 и керамзитовый гравий с насыпной плотностью 400…600 кг/м^3.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Рабо Дж.* Химия цеолитов и катализ на цеолитах. М. :Мир. 1980. Т1. 502с.

2. *Жданов С. П. , Хвощев С. С. , Самулевич Н. Н.* Синтетические цеолиты. М. :Химия. 1981. 264с.

3. *Сендеров Э. Э. , Хитаров Н. И.* Цеолиты, их синтез и условия образования в природе. М. :Наука. 1970. 395с.

4. *Неймарк И. Е.* Синтетические минеральные адсорбенты и носители катализаторов. Киев: Наук. думка. 1982. 216с.

Summary

In this article the main properties of a natural material of zeolite, and also its application in agriculture, medicine, the industry and other fields of activity are described.

МКТУ им. Ясави

Поступила 10.11.12 г.

УДК 546.86

Е.С. Бугенов, Р.Е. Нурлыбаев, Ж.К. Шайдарбекова, А.А. Мурзагулова

ЭЛЕКТРОЛИЗ СУРЬМЫ ИЗ ЩЕЛОЧНО-ГЛИЦЕРАТНЫХ РАСТВОРОВ

Электролиз – это окислительно-восстановительный процесс, который происходит на электродах во время прохождения электрического тока через расплав или раствор, а также ещё один способ получения чистых металлов и неметаллов. Кроме того, электролиз можно провести и в домашних условиях. Нужен источник тока, два электрода (какие электроды бывают и какой в каком случае брать – электролиз дальше) и, конечно, электролит. Электролит – это раствор, который проводит электрический ток.

Различают электролиз растворов и электролиз расплавов. Оба эти процесса существенно отличаются друг от друга. Отличие – в наличии растворителя. При электролизе растворов кроме ионов самого вещества в процессе участвуют ионы растворителя. При электролизе расплавов – только ионы самого вещества.

Для того, чтобы получить нужный продукт (газ, металл или неметалл), нужно правильно выбрать электрод и раствор электролита.

Электродами могут служить любые материалы, проводящие электрический ток. В основном применяют металлы и сплавы, из неметаллов электродами могут служить, например, графитовые стержни (или углерод). Реже в качестве электрода используют жидкости.

Электрод, заряженный положительно – анод. Электрод, заряженный отрицательно – катод. При электролизе происходит окисление анода (он растворяется) и восстановление катода. Именно поэтому анод следует брать таким, чтобы его растворение не повлияло на химический процесс, протекающий в растворе или расплаве. Такой анод называют инертным электродом. В качестве инертного анода можно взять графит (углерод) или платину.

В качестве катода можно взять металлическую пластину (она не будет растворяться). Подойдёт медь, латунь, углерод (или графит), цинк, железо, алюминий, нержавейка [1–2].

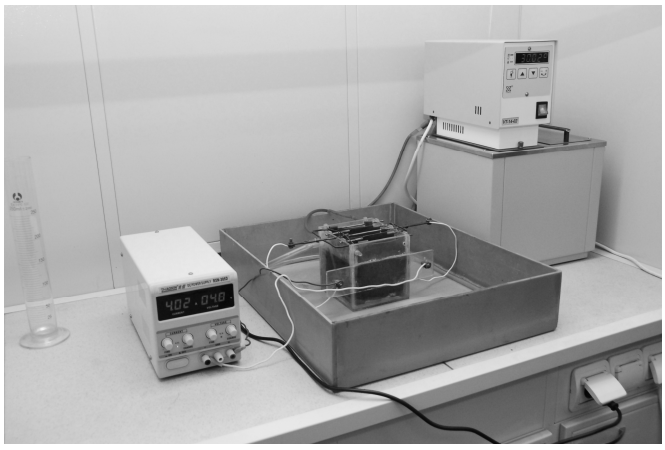


Рис. 1. Прибор для электролиза

Методика проведение опытов

Электролиз полученных растворов проводили при одинаковых катодных и анодных плотностях тока в пределах 300–1000 а/м^2, напряжение на ванне при этом колеблется от 3 до 7,0 В. Температуру электролита при этом следует держать в пределах 45–50 ^{0}С. Электроды железные, межэлектродное расстояние составляет 40–60 мм.

Установлено, что с увеличением плотности тока увеличивается дендритообразование структуры катодного осадка, что вызывает необходимость в увеличении межэлектродного расстояния. Выход сурьмы по току близок к теоретическому и находится в пределах 95–97 %. С увеличением плотности тока с 600 до 1000 а/м^2 выход по току снижается с 97 до 94 %, что можно объяснить за счет пе-

ренапряжения электродов с увеличением поляризации. Так что рекомендуется поддерживать плотность тока на аноде и катоде в пределах 600–700 а/м^2.

В процессе электролиза в электролите происходит накопление соды за счет карбонизации щелочи, что приводит к увеличению вязкости раствора и его сопротивления. Для очистки от соды растворы перед электролизом обрабатываются оксидом кальция. При этом регенерируется едкий натр, нужный для процесса выщелачивания триоксида сурьмы глицерином и для процесса электроосаждения сурьмы. Одновременно при этом происходит очистка электролита от мышьяка, олова, свинца и других тяжелых металлов по реакции:

$$2Na_3AsO_3 + 2CaO + 3H_2O \rightarrow Ca_3(AsO_4)_2 + 6NaOH \quad (1)$$

Установлено, что наиболее полно очистка от мышьяка протекает при t=80–90 ^{0}C и концентрации щелочи в растворе 30–50 г/л. С увеличением содержания щелочи или с понижением температуры ниже 70 ^{0}C степень очистки электролита от мышьяка снижается.

Предложенный метод получения чистой сурьмы является новым, высокоэффективным, но основным недостатком этого метода является дороговизна применяемого растворителя и невозможность выщелачивания высших оксидов (Sb_2O_4, Sb_2O_5), содержащихся в возгонах. Этими вопросами занимается коллектив под руководством профессора Бугенова Е.С [3].

В табл. 1 приведены данные балансовых опытов по электролитическому извлечению сурьмы из щелочно-глицератных растворов.

Таблица 1. **Баланс по компонентам при электролизе щелочно-глицератных растворов**

№ п/п	Наименование	Sb		Глицерин		Щелочь	
		г/л	г	г/л	г	г/л	г
З А Г Р У Ж Е Н О							
1	Раствор на начало электролиза V=100мл	80,5	8,05	188,0	18,8	40,0	4,0
П О Л У Ч Е Н О							
1	Раствор после электролиза V=100мл	30,0	3,0	137,5	13,75	8,5	0,85
2	Катодная сурьма	-	5,0	-	-	-	-
3	Невязка баланса	-	0,05	-	5,05	-	3,15
	ИТОГО	-	8,05	-	18,8	-	4,0

Глицерин и щелочь регенерируются в процессе электролиза и регенерации маточного раствора известью.

Показатели электролиза:

а) выход сурьмы по току $\eta = 98{,}4$ %

$$\eta = \frac{G_{практSb}}{G_{творSb}} 100, \quad (2)$$

$$\eta = \frac{5}{5{,}08} 100 = 98{,}4\%,$$

$$\text{I} = 1{,}68 \text{ а}, \; S_{катода} = 7 \cdot 4 = 28 \; см^2 = 0{,}0028 \; м^2,$$

$$G_{теор} = CI\tau, \quad (3)$$

$$G_{теор} = CI\tau = 1{,}514 \cdot 1{,}68 \cdot 2 = 5{,}08 \, г.$$

б) напряжение на ванне – 3,7 в;

в) температура электролита – 50 ^{0}C;
г) межэлектродное расстояние – 45 мм;
д) плотность тока – 600 а/м^2;

$$i = \frac{I}{S}, \tag{4}$$

$$i = \frac{1{,}68}{0{,}0028} = 600\,a/м^2.$$

е) продолжительность электролиза – 2 ч.

Разработан способ электролиза по извлечению сурьмы из глицератных растворов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Поинтелли Р., Тремолода Дж.* Исследование процесса электролиза сурьмы. Сб. переводных статей/ под ред. С.М.Мельникова, М.: Инлит, 1954.
2. *Полывянный И.Р., Милютина Н.А*. - «Научные труды ИМиО АН КазССР», Алма-Ата, изд-во АН КазССР, 1967. – т.21. С. 3-12.
3. *Бугенов Е.С., Герасимов И.К., Пономарев В.Д., Байбородов П.П.* Способ регенерации сульфидно-щелочного электролита

Резюме

Глицератты ерітінділерден сурьманы шығару бойынша электролиз әдісі жасалған. Электролиз шарты орнатылды. Электролиз шарттары: катод және анодтың тығыздығы 300–1000 а/м^2, ваннада 3-тен 4 в арлығындағы кернеуде толқиды, электролиттің температурасы 45–50 ^{0}C, электродтар темірден жасалған, электродтар арлығы 40–60 см құрайды, ток бойынша шығу 95–97 %.

Summary

The way of electrolysis to extract antimony glycerate solutions. Set, the electrolysis conditions. Electrolysis conditions: cathodic and anodic current densities in the range 300-1000 a/m^2, the voltage across the cell, with the same ranges from 3 to 4,0 in the temperature of the electrolyte 45-50 ^{0}C, iron electrodes, electrode spacing of 40-60 mm, the yield on the current 95–97%.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 05.10.12 г.*

УДК 530.145

М.С. Кушпанов, Р.М. Рахматуллаев, С.С. Мусатай

ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРЫ РАЗГРАНИЧЕНИЯ КВАНТОВОЙ И КЛАССИЧЕСКОЙ ОБЛАСТЕЙ ТЕПЛОЕМКОСТИ КРИСТАЛЛОВ

Тепловые колебания частиц, расположенных в узлах кристаллической решетки, являются источниками стоячих волн, частоты которых в замкнутом объеме тела принимают дискретный ряд значений. Число собственных колебаний приходящееся на интервал частот ω, ω+dω, может быть представлено в виде [1]

$$dz_\omega = \frac{2}{2} \cdot \frac{\omega^2 L^3}{\pi^2 \vartheta^2} \cdot d\omega \tag{1}$$

Если каждое из них имеет среднюю энергию

$$<\varepsilon> = \frac{\hbar\omega}{e^{\hbar\omega/\kappa T} - 1}, \tag{2}$$

то полная упругая энергия кристалла определиться как [2,3]:

$$E=\frac{3}{2}\cdot\frac{L^3\hbar}{\pi^2\vartheta^3}\int_0^{\omega_m}\frac{\omega^3 d\omega}{e^{\hbar\omega/kT}-1}, \quad (3)$$

где L^3- объем кристалла, ϑ – скорость упругих волн в нем, $\hbar$ - постоянная Планка, ω_m – максимальная частота колебаний, которая равна

$$\omega_m=\frac{\vartheta}{L}(6\pi^2N)^{\frac{1}{3}} \quad (4)$$

Для удобства вычисления интеграла в (3), введем обозначений x=$\hbar\omega/\kappa T$ и $x_m=\hbar\omega_m/kT_D$, формулу энергий тепловых колебаний представляют также в виде

$$E=9NKT\left(\frac{T}{T_D}\right)^3\int_0^{X_m}\frac{x^3dx}{e^x-1}, \quad (5)$$

где $x_m=T_D/T$, T_D - температура Дебая.

Однако и в такой форме записи вычисление интеграла затруднительно. Поэтому обычно рассматриваются предельные случаи, как kT<<$\omega\hbar$, так и kT>>$\omega\hbar$. При этом соответствующие вычисления приводят в первом случае к закону Дебая для теплоемкости, имеющему вид

$$C=\beta T^3, \quad (6)$$

во втором случае – к классическому закону Дюлонга-Пти:

$$C=3R, \quad (7)$$

где β - постоянная для каждого вещества, R – универсальная газовая постоянная.

В этой связи возникает необходимость оценки температуры или температурного интервала, разграничающего законы (6) и (7).

Для этого в первом приближении, с нашей точки зрения, может быть рассмотрено и условие, когда $\omega\hbar=kT$. Тогда выражение (3) приобратает форму

$$E=\frac{3}{2}\cdot\frac{L^3\hbar}{\pi^2\vartheta^3}\cdot\frac{1}{1.72}\int_0^{\omega_m}\omega^3 d\omega \quad (8)$$

откуда получаем следущее соотношение для полной энергии

$$E=\frac{3}{2}\cdot\frac{L^3\hbar}{\pi^2\vartheta^3}\cdot\frac{1}{1.72}\cdot\frac{\omega_m^4}{4} \quad (9)$$

исключение из (9) ϑ^3 согласно (4) и принятие во внимание дебаевскую температуру $T_D=\hbar\omega_m/k$ дает

$$E=3N_k\cdot 0.436T_D \quad (10)$$

А это указывает на то,что граничная температура T_{gp} может быть равной

$$T_{gp}=0.436\cdot T_D \quad (11)$$

В отличие от данных [5], где её предполагают равной примерно $\frac{1}{3}T_D$.

Из (11) получим

$$T_D/T=2.29, \quad (12)$$

числовые значение верхного предела интеграла I, присутствующеге в выражении (5), т.е.

$$I=\int_0^{2.29}\frac{x^3dx}{e^x-1}=1.343 \quad (13)$$

Следовательно, полная внутренняя энергия в данном случае представлен в виде

$$U_1=3\cdot N_k\cdot T_1\cdot 0.34 \quad (14)$$

Итак, при $\hbar\omega=kT$ упругая энергия кристалла составляет, как это видно из (14), примерно одну треть её классического значения, а разграничивающая температура может быть определена по формуле (11).

В качестве примера применимости последней к расчетным работам рассмотрим серебро, для которого $T_D=215\,K$. Согласно (11), получим $T_1=93{,}89\,K$. Результат хорошо согласуюшийся с данными графиков температурной зависимости теплоемкости серебра, приводимых в литературе.

Заметим, что T_1, найденная на основе соотношении (11), относится к числу промежуточных.

Температура T_2, с которой начинаются практически полный переход к классической теплоемкости и которую можно будет принять за верхнюю границу раздела, может быть установлена, с нашей точки зрения, исходя из той же формулы полной упругой энергии кристалла (5) при условии принятия верхнего предела инитеграла равным единице. Тогда

$$I_2 = \int_0^1 \frac{x^3\,dx}{e^x - 1} = 0.225 \qquad (15)$$

И полная внутренняя энергия окажется равной

$$U_2 - 3NkT_2 \cdot 0.60 \qquad (16)$$

Если теперь из (15) и (16) найти отношение U_2/U_1, то будем иметь

$$T_2 = 2.06.T_1 \qquad (17)$$

Для приведенного выше примера – серебра, это означает, что

$$T_2 = 193{,}41\ K \qquad (18)$$

Вычисленный результат (18) хорошо ложится на экспериментальную кривую зависимости теплоемкости от температуры, приведенной в [4].

Приведенные здесь числовыми значениями T_2 и T_1 свидетульствует о наличии значительного интервала между ними.

Если принять во внимание то, что предел применимости закона T^3 не больше 0.1 T_D, то для полного перехода к классическому закону теплоемкости твердых тел 3R необходим температурный интервал, ширина которого в сумме не меньше (0.1÷1.0) T_D, поскольку числовое значение T_2 практически такое же, как у T_2.

Следует отметить и то, что на протяжении всего этого интервала теплоемкость остается пропорциональной T^3, но с уменьшающимся по мере роста температуры, коэффициентом пропорциональности.

На этом основании выражение полной упругой энергии (5) может быть переписано в виде

$$E=3NkT\sigma. \qquad (16)$$

Где под σ подразумевается соотношение

$$\sigma=3\left(\frac{T}{T_D}\right)^3 \int_0^{x_m} \frac{x^3\,dx}{e^x - 1} \qquad (17)$$

Соответствующие результаты вычисления, свидетельствующие характер изменения как интеграла, так и коэффициента σ в целом, приведены в табл., где наблюдается стремление σ к единице, т.е. в конечном счете стремление Ек её классическому значению.

Результаты вычислений интеграла в (5) при различных T_D/T

T_D/T	10,00	3,33	2,00	1,43	1,11	0,90	0,77	0,67
I	6,43	3,01	1,77	0,55	0,29	0,17	0,11	0,08
$3(T/T_D)^3 \cdot I$	0,19	0,24	0,44	0,56	0,64	0,70	,074	0,77

Таким образом, приведенные здесь расчеты показывают, что: 1) за температуру, разграничивающую квантовую и классическую области теплоемкости твердых тел условно может быть принята T = 0.44 T_D, в то время как в [5] предполагается ее равенство одной треть температуры т.е. соответствующая температура должна быть порядка 0.33 T_D; 2) температуру, которая может служить границей раздела законов теплоемкостей Дебая и Дюлонга-Пти следует всеже считать условной, поскольку предел применимости первого располагается ниже 0.1 T_2, а второго выше $T>T_D$. И это дает основания утверждать, что между законами теплоемкости T^3 и 3R имеется температурный интервал, ширина которого, по крайней мере, не меньше (0.1÷1.0)T_D

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гольдин Л.Л., Новикова Г.И.* Введение в квантовую физику. М.: Наука, 1988, 328 с.
2. *Сивухин Д.В.* Атомная и ядерная физика. Ч.1, М.: Наука, 1986, 416 с.
3. *Кушпанов М.С., Рахматуллаев Р.М. , Байгисова К.Б.* О возможности внедрения идеи квантования энергии в курсе общей физики высшей школы. Вестник КазНТУ, 2010, №6, с. 172-179.

4. *Киттель Ч.* Статистическая термодинамика. М.: Наука, 1988, 336 с.
5. *Ансельм А.И.* Основы статистической физики и термодинамики. М.: Наука, 1973, 424 с.

Резюме

Мақалада кристалдардың бөлшектерінің жылулық тербеліс энергиясының шекті жағдайлары кванттық және классикалық көзқарастар негізінде қарастырылған. Бірінші жағдайда кристалдардың жылу сыйымдылығыдебай заңына алып келсе,екінші жағдайда Дюлонга-Пти заңына сәйкес келеді. Бұл заңдардың шегарасын анықтайтын температуралар аймағы өрнегі келтіріліп шығарылған.

Summary

In the work definite cases of thermal vibration energy of crystal particles from the point of view quantum and classic representations are considered. In the first case the thermal capacity of crystal leads to the Debay Law, in the second case to the Dulong-Petit Law. It was obtained the formula of temperature range, t.e. the interface of these laws.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 08.10.12 г.*

М.М. Дощанов, М.Т. Кусаинова

ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЗМОВ ОБРАЗОВАНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ ГАЗОВЫХ ГИДРАТОВ

Некоторым специалистам энергетических отраслей газовые гидраты известны по их способности создавать пробки, забивающие трубопроводы и НКТ. Однако для других специалистов гидраты являются потенциальным источником углеводородов, намного превосходящие по запасам традиционные источники природного газа. По мере того как лозунг «XXI век – век газа» проникает в общественное сознание, растет интерес и к такому нетрадиционному источнику газа, как залежи газогидратов.

При современном мировом уровне потребления энергии, основные энергоносители такие, как нефть и газ, по мнению одних ученых, хватит на 40 и 60-100 лет соответственно. Но нефть как энергоноситель не закончится в одночасье, закончатся запасы нефти, легкодоступные для добычи, легкие нефти. Поэтому актуален вопрос о поиске альтернативного топлива, которое динамично исследуется в настоящее время. Одним из видов такого топлива являются залежи газовых гидратов, которые представляют соединения –включения воды и углеводородных газов. Актуальность темы в том, что добыча труднодоступной нефти (тяжелые нефти, глубокозалегающие) со временем может быть экономически не рентабельна, а добыча газа из газогидратных залежей оказаться альтернативным доступным источником энергии.

Запасы газогидратов сосредоточены в различных акваториях мира, на больших глубинах, т.е. в достаточно сложных условиях. По различным оценкам, запасы углеводородов в гидратах составляют от 1800 трлн. до 7600000 трлн. м³.

В настоящее время хорошо известно, что в природных условиях газовые гидраты могут существовать в морских осадках континентальных окраин, в вечномерзлых отложениях арктических областей, в ледниках Антарктиды и Арктики. Природные гидраты метана представляют собой потенциальный источник энергии. Они имеют так же важное долгосрочное значение для стабильности морских окраин. Выбросы метана могут влиять на глобальное изменение климата. Несмотря на распространенность этих естественных систем, их термодинамика изучена недостаточно. Исследования ученных в этой области направлены на изучение влияния свойств пород (размер пор, минерология) на клатратные гидраты и обратного влияния, так как рост и разложение газовых гидратов могут менять свойства пород.

Существуют два основных вида газогидратных залежей: первичные и вторичные. Первичные - это те, в которых после их формирования не происходило цикличных фазовых переходов гидрат - свободный газ - вода - гидрат. Они обычно приурочены к акваториям, где донные температуры изменяются крайне медленно. Большинство первичных залежей формируется из растворенных в пластовой воде газов и располагается в придонных осадках, характеризующихся высокой пористостью, низкой температурой и малой прочностью вмещающих пород. Часто первичные залежи не имеют лито-

логических покрышек. Образующийся в порах гидрат является «цементом» и служит непроницаемой покрышкой, под которой идет накопление гидрата. В результате разложения гидрата вмещающие породы могут превращаться в полужидкую массу (со всеми вытекающими отсюда последствиями для инженерных объектов, расположенных в зоне гидратообразования).

Газогидрат в первичных залежах может находиться в диспергированном состоянии или в виде монолита. Первичные залежи занимают обычно большие площади независимо от наличия стратиграфических структур. На нижней границе образующейся первичной залежи нет больших емкостных изменений, пористость и проницаемость пород остается практически неизменной и достаточно высокой, что необходимо учитывать при выборе методов разработки.

Вторичные газогидратные залежи обычно находятся на материках. Они формируются из скоплений свободного газа, расположенных под непроницаемыми литологическими покрышками, при понижении температур в разрезе пород ниже равновесной для данного газа. За геологическое время температура в разрезе пород на материках неоднократно циклично изменялась, что приводило к цикличным фазовым переходам с образованием залежей газовых гидратов и свободного газа. В переходный период под газогидратной залежью может существовать залежь свободного газа или нефти. Именно к этой категории относится Мессояхское месторождение, которое находится в завершающей стадии разложения гидратов (за счет повышения температуры в разрезе пород). В результате неоднократных фазовых переходов на газоводяном контакте вторичных залежей имеет место значительная кольматация пор (закупоривание пор микрочастицами осадочных пород) с резким снижением проницаемости.

Скопления природных газогидратов на суше приурочены к охлажденным зонам осадочного чехла земной коры. В районах многолетней мерзлоты толща пород, в которой существуют газогидратные залежи, может достигать 400—800 м, а в некоторых случаях превышает 1000 м. В акваториях Мирового океана зона гидратообразования начинается от дна океана и обычно составляет несколько сот метров. Субмаринные залежи приурочены, главным образом, к глубоководному шельфу и океаническому склону при глубинах воды от 200 м — для условий приполярья, и от 500-700 м – для экваториальных регионов. Механизм формирования газогидратных залежей определяется многими факторами: термодинамическим режимом разреза пород в регионе, интенсивностью генерации и миграции углеводородов, составом газа, степенью газонасыщенности и минерализации пластовых вод, структурой пористой среды, литологической характеристикой разреза, геотермическим градиентом в зоне гидратообразования и в подстилающих породах, фазовым состоянием гидратообразователей и др.

Акустические свойства гидратсодержащих пород

Акустические измеренния являются основным источником информации, на основании которой проводят идентификацию и количественную оценку местонахождения гидратов в донных отложениях. Своременные технические средства позволяют изучить акустические и геотехнические свойства гидратсодержащих пород в донных условиях. Ультразвуковые установки способны обнаруживать изменение времени пробега волны в 0,01 мс через 0,5 м керна (т.е. акустическая скорость около 0,5 м/с). По измерению времени пробега волны могуть быть точно определены давление и температура диссоциации клатратов.

Исследования газовых гидратов в пористой среде

Для получения информации о поведении фаз в пористых средах исследователи в лабораторных условиях широко используют микромодели пористых сред. Тохиди с соавт. [2,3] показали потенциальные возможности использования микромоделей пористых сред для исследования проблем, имеющих особенно важное практическо значение: образование газовых гидратов и цементирующие свойства гидратов в пористой породе.

Механизмы образования газогидратов в породах.

Согласно термодинамическим расчетам, растворимость газа в воде уменьшается в присутствии газовых гидратов. Это означает, что клатраты потенуиально могут образовываться из растворенного газа в отсутсвии фазы свободного газа. При моделировании кристализации гидрата из раствора принимается как первичный механизм образования гидрата в двухфазной системе вода + гидрат в зоне стабильности гидратов в морских осадках. Этот процесс мог бы объяснить присутствие газогидратов в верхних горизонтах осадочной толщи, особенно на тех участках, где по данным BSR (псевдодонные отражения акустических волн, фиксирующие границу « гидрат- свободный газ») нет признаков наличия свободного газа, хотя гидраты имеются в рассеяном состоянии.

Очень низкая растворимость многих гидратообразующих газов в воде, особенно метана, привела некоторых авторов к мысли о том, что образование зародышей газогидратов непостредственно из раствора маловероятно. Действительно, процесс роста кристаллов из растворенного газа довольно трудно воспроизвести в лаборатории. Наиболее надежный метод для подтверждения этого процесса – визуальные исследования в микроскопическом масштабе.

Микроисследования, проведенные Тохиди с соавт. [2,3], представили визуальное доказательство роста кристаллогидратов непостредственно из раствора. Результаты этих и последующих исследований с использованием ряда систем, включающих метан, CO_2 смеси метана и CO_2, а так же природные газы, в определенной мере свидетельствуют о том, что рост кристалла гидрата из растворенного газа – первичный механизм образования гидрата даже в тех системах, где присутствует свободный газ.

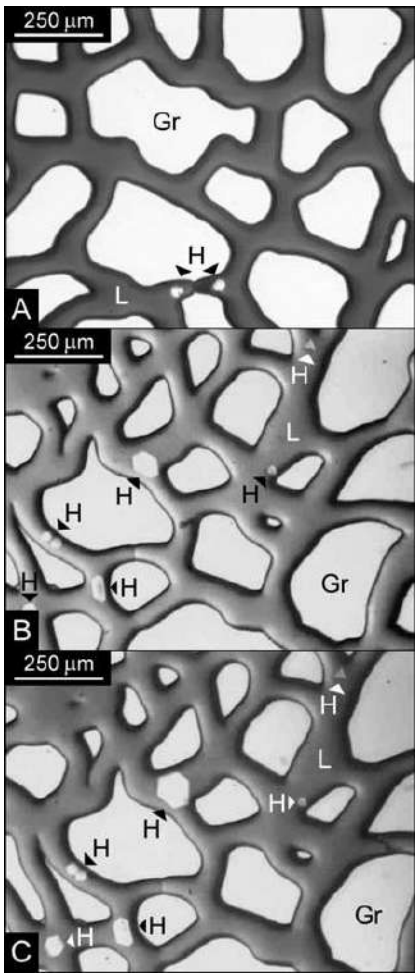


Рис.1. Результаты визуального наблюдения одновременного роста кристаллогидратов из растворенного и свободного газа (смесь 95% мол. CH_4 и 5 % CO_2)

На рис. 1 показано образование кристаллогидрата из смеси 95 мол. % CH_4 и 5 % CO_2 в среде, где присутствуют пузырьки свободного газа. В этом эксперименте наблюдался одновременный рост кристаллогидратов из свободного и растворенного газа. В таких системах газовые пузырьки растворяются одновременно с ростом гидрата из растворенного газа. Это вызывает диффузионные процессы, обеспечивающие рост газовых гидратов в подводных осадках. H – гидраты, сформированные из газа, L – жидкость, Gr – частицы породы (зерна). На верхнем рисунке – трансформация газовых пузырьков в клатраты H с начальным сохранением формы пузырьков. На среднем рисунке – появление темного цвета означает рост кристаллов газового гидрата из множества зародышей, когда образуется большое количество мелких кристаллов с высоким показателем преломления. На нижнем рисунке – клатраты агломерируются (возможно минимизируя поверхность для объемного взаимодействия), и вся масса становится полупрозрачной. Светопроницаемость, скорее всего, является результатом включений жидкости в породе в местах дефектов в растущей клатратной структуре. Далее пузырьки газа растворяются и исчезают, а рост кристаллогидратов из растворенного газа продолжается.

Гидраты как цементирующий агент в осадочных породах

Один из важных вопросов, связанных с наличием газовых гидратов в морских осадках, - возможность цементирования ими частиц породы. Газовые гидраты рассматриваются по отношению в матрице осадка в двух аспектах: их влияние на акустические свойства и прочность сцепления осадка. Для изучения этих вопросов важное значение имеет моделирование фазы газовых гидратов в порах осадков. В рамках такой же модели можно проводить изучние оползней. В зависимости от того, как рассматриваются гидратная фаза, прогнозы **прочности** сцепления осадка могут быть очень различными.

Принципиально возможны два механизма образования газового гидрата в поровом пространстве осадка (рис. 2). По первой схеме гидрат образуется на контактах зерен, которые являются самыми слабыми элементами структуры. В этом случае гидрат цементирует матрицу осадка подобно диагенетическому цементу. По второй схеме гидрат образуется в порах вне контактов между зернами, он слабо влияет или не влияет совсем на сцепление частиц породы и приводит к уменьшению пористости осадка. В зависимости от принятого механизма, модельные прогнозы для скоростей распространения волн в гидратсодержащих отложениях могут очень сильно различаться. Моделирование по первой схеме показывает возрастание скоростей поперечных и продольных сейсмических волн даже при малом содержании гидратов, так как цементация контактов существенно увеличивает модули упругости сухого грунта (Дворкин и Нур, 1993). При учете второго механизма образования гидратов было получено, что с уменьшением пористости осадка скорости сейсмических волн при ма-

лом гидратосодержании увеличивается незначительно (Экер и др., 1998; Хельгерунд и др., 1999; Экер и др., 2000; Ли и Коллет, 2001)

Из наблюдений на микромоделях поведения клатратов по отношению к зернам породы их цементации показали следующее. Во всех исследованных системах кристаллы гидратов преимущественно располагаются в центре пор. Поверхность кварца не стимулирует зародышеобразование, и не было получено видимых доказательств прикрепления клатратов к стенкам пор. Даже при высокой степени гидратонасыщения на стенках пор видна тонкая пленка жидкости, которая указывает, что вода в жидкой фазе остается на поверхности зерен.

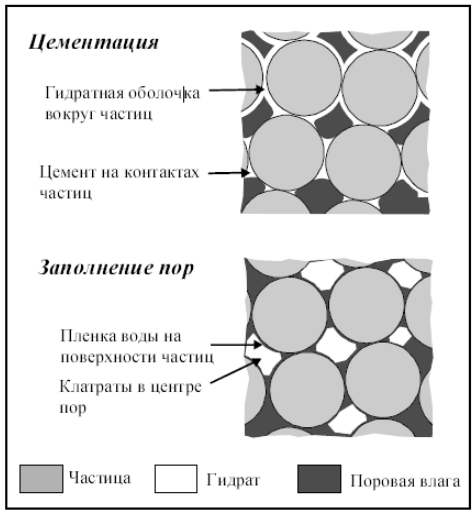


Рис.2. Возможные механизмы роста кристаллов клатратных гидратов в пористых средах

Эти наблюдения свидетельствуют о том, что возможна небольшая тенденция точечной цементизации зерен осадка при малом содержании гидратов. Действительно, как показывают результаты, кристаллогидраты представляют собой отдельную фазу, включенную в пору, что уменьшает пористость породы. Однако эти результаты получены только для синтетических поверхностей, свойства которых близки к кварцу. Поэтому полученные данные должны с осторожностью применяться к реальным грунтовым системам, которые содержат широкое разнообразие минералов с различными поверхностными свойствами. Интересным примером тому являются глинистые минералы, отрицательные поверхностные заряды на которых могут влиять на устойчивость клатратов из-за уменьшения термодинамической активности воды.

Для образования гидрата необходимыми условиями являются: наличие газа, воды, определенное давление и температура одновременно. Химические связи между молекулами отсутствуют. Молекулы воды объединены водородной связью, легко распадающиеся при понижении давления или повышения температуры. На рис. 3 дана диаграмма условий существования гидрата метана в координатах давление – температура. [4]

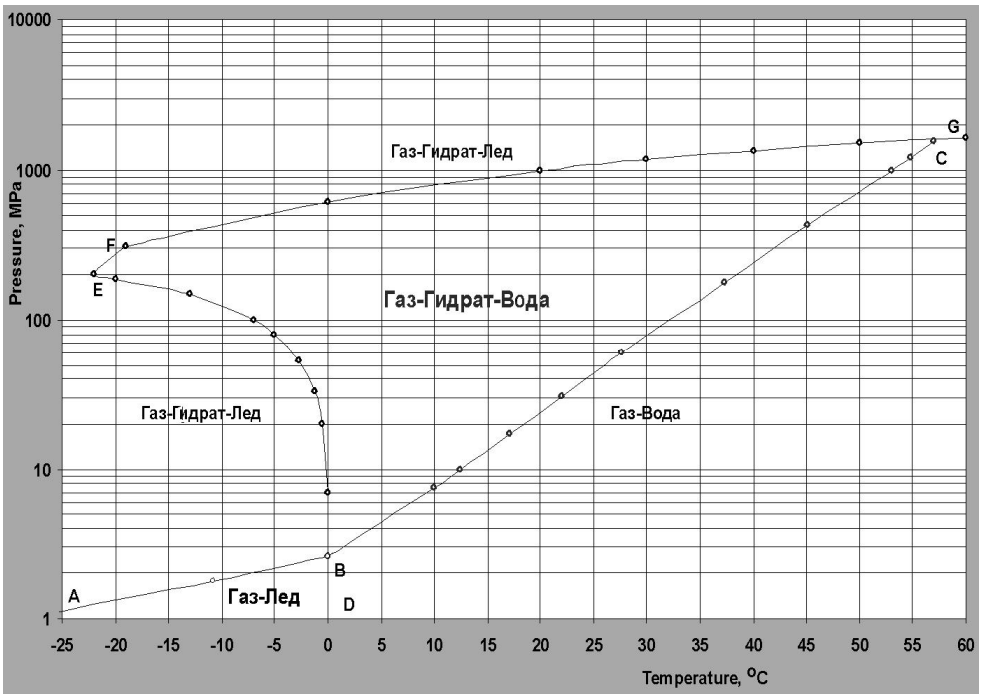


Рис.3. Существование системы CH_4 - вода в условиях образования гидратов

Заключение

К настоящему времени в мире выявлено около 200 газогидратных залежей. Потенциал энергии, сосредоточенный в природных газогидратах, может обеспечить мир экологически чистой энергией не менее, чем на 200 лет. Природные газогидраты более равномерно распределены на планете, чем источники нефти и газа. Для их освоения не потребуются сверхглубокие скважины, сложные и дорогостоящие системы транспортировки добываемой продукции.

Для разработки газогидратных залежей могут быть успешно использованы существующие технологии поиска и разведки, бурения и добычи углеводородных энергоресурсов при их незначительных усовершенствованиях.

Экономические показатели освоения газогидратных залежей могут быть даже более эффективными, чем в случае месторождений нефти и природного газа.

Разумеется, освоение залежей твердых газогидратов имеет свои особенности, которые требуют серьезного изучения. Одной из наиболее важных задач является создание высокоэффективных технологий перевода газа из твердого состояния в свободное непосредственно в пластах. Особенно серьезную проблему, связанную с разработкой газогидратных месторождений, составляет обеспечение региональной и глобальной экологической безопасности.

В целом природные газовые гидраты составляют весьма сложную многоаспектную проблему. Исследования в этой области необходимо координировать в мировом масштабе, что позволит исключить дублирование работ и потерю времени. Необходима организация единого координационного центра по исследованию газогидратов и созданию эффективных технологий из освоения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Российский хим. Журнал, 2003, т. XLVII, № 3.

2. *Tohidi B., Danesh A., Todd A.C.,* Chem Eng. (Gr. Brit.), 1997, v.642, p.. 32-37

3. *Tohidi B., Anderson R., Clennell B., Burgass R.W., Biderkab A.* – B. Geology, 2001, v.29, № 9, p. 867-870.

4. *Макогон Ю.Ф. Макогон,* Газогидраты. История изучения и перспективы освоения. Техасский университет, США, 2010.

5. *Басниев К.С., Кульчицкий В.В., Щебетов А.В., Нифантов А.В.* Способы разработки газогидратных месторождений. – Геология и разработка месторождений, журнал «Газовая промышленность», № 7, 2006.

6. *Гулиянц С.Т., Егорова Г.И., Аксентьев А.А.* Физико-химические особенности газовых гидратов. – Тюмень, ТюмГНГУ, 2010.

7. *Истомин В.А., Якушев В.С., Квон В.Г., Долгаев С.И.* Газогидратные технологии. – Ханты-Мансийск, 2009.

8. *Макогон Ю.Ф.* Природные газовые гидраты: распространение, модели образования, ресурсы. – Журн. Российского химического общества им. Д.И. Менделеева, № 3, 2003.

Резюме

Бұл макалада кеуекті ортадағы газды гидратты шоғырдың, гидратты тау жынысының акустикалық құрамы, жыныстағы газдыгидраттың құрылу механизмі,сонымен қатар гидраттың құрылымы шөгінді тау жыныстарының цементтеуші агент ретінде сипатталынып, жүргізілген әлемдік зерттеулердің нәтижелері қарастырылған. Еркін газдың жүйесінің болуымен қатар, Тохидидің жургізген микрозерттеулерінде келтірілген сипаттамасында белгілі бір жүйеде көрсетілгендей еріген газдан гидрат криталдарының өсуімен қатар- гидрат шөгінділерінің түзілудің алғашқы механизм жүйесі сипатталынған.

Summary

This article describes world researches that have studied deposits of gas hydrates in porous environment, acoustic properties of rocks that contain hydrates, the mechanism of formation of gas hydrates in rocks, properties of hydrate being as a cementing agent in sedimentary rock. In addition, the work provides description of micro researches made by Tohidi. These researches tell us that growth of crystal hydrate from dissolved gas – initial mechanism of formation of hydrate, even in the systems that contain free gas.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 03.10.12 г.*

Б.М. Искаков, Д.Д. Ким

РАСЧЕТ ЭНЕРГИИ МИГРАЦИИ ВАКАНСИИ МЕТОДОМ ПОГРУЖЕННОГО АТОМА В AL

Введение

Для понимания различных свойств и характеристик металлов необходимо уметь прогнозировать такие процессы, как поверхностной самодиффузии, катализа, роста пленки на поверхности, что в современной физике требует знания об энергетических характеристиках дефектов.

Частным случаем такого рода дефектов является образование вакансии в структуре рассматриваемого кристалла. Для выполнения поставленной задачи, а именно, расчета энергии миграции вакансии в Al раннее были применены два метода [1] и [2], полученные в них результаты для Al:

Таблица 1. **Значения энергий миграции вакансии, полученные по ранее примененным методикам**

Метод	Энергия миграции вакансии, эВ.
Парных потенциалов Морзе	1.17
Парных потенциалов Морзе, совмещенный с элементами метода погруженного атома	0.54

В то время как экспериментальные значения энергии миграции вакансии в Al варьируются в пределах от 0.58 до 0.66 эВ.

По причине такого расхождения в результатах, было предложено разработать методику применения метода погруженного атома для решения аналогичной задачи.

Основные положения МПА:

- каждый атом рассматривается как примесь в системе всех остальных атомов, кроме выделенного (центрального атома);
- полная электронная плотность в металле достаточно хорошо аппроксимируется линейной суперпозицией вкладов от отдельных атомов.

Представив это в виде формулы, покажем:

$$\mathbf{E}_N=\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=i_1}^{i_N}\phi_{ij}(r_{ij})+\sum_{i=1}^{N}F_i(\rho_i), \tag{1}$$

где $\phi_{ij}(r_{ij})$ - энергия парного взаимодействия i-го и j-го атомов на расстоянии r_{ij};

$i_1, i_2, \dots, i_N$ - атомы в окружении i-го атома;

F_i - фунцкия погружения, возникающая при погружении атома i в локальную область с электронной плотностью ρ_i.

Энергия парного взаимодействия i-го и j-го атомов выражается как:

$$\phi(r)=\frac{A\exp\left[-\propto\left(\frac{r}{r_e}-1\right)\right]}{1+\left(\frac{r}{r_e}-k\right)^{20}}-\frac{B\exp\left[-\beta\left(\frac{r}{r_e}-1\right)\right]}{1+\left(\frac{r}{r_e}-\lambda\right)^{20}}, \tag{2}$$

где r_e- постоянная кристаллической решетки, расстояние между двумя ближайшими атомами;

$A, B, \propto, \beta, k, \lambda$ - подгоночные параметры,

r – расстояние между i- и j- атомами.

Локальная электронная плотность ρ_i рассчитывается по формуле:

$$\rho_i = \sum_{j=i_1}^{i_N} f_j(r_{ij}), \tag{3}$$

где $f_j(r_{ij})$ - вклад в j-го атома в локальную электронную плотность атома i.

Функция электронной плотности:

$$f(r) = \frac{f_e \exp\left[-\beta\left(\frac{r}{r_e} - 1\right)\right]}{1 + \left(\frac{r}{r_e} - \lambda\right)^{20}}, \tag{4}$$

где f_e - дополнительный подгоночный параметр.

Для определения энергии функции погружения, удовлетворяющей различным условиям, функция погружения рассчитывается по разным формулам, в зависимости от электронной плотности:

$$F(\rho) - \sum_{i=0}^{3} F_{ni}\left(\frac{\rho}{\rho_n} - 1\right)^i, \qquad \rho < \rho_n, \rho_n - 0.85\rho_e \tag{5}$$

$$F(\rho) = \sum_{i-0}^{3} F_i \left(\frac{\rho}{\rho_e} - 1\right)^i, \qquad \rho_n \le \rho < \rho_o \tag{6}$$

$$F(\rho) - \sum_{i=0}^{3} F_i^{+}\left(\frac{\rho}{\rho_e} - 1\right)^i, \quad \rho_e \le \rho < \rho_0, \ \rho_0 - 1.15\rho_e \tag{7}$$

$$F(\rho) = F_e\left[1 - \ln\left(\frac{\rho}{\rho_s}\right)^{\eta}\right]\left(\frac{\rho}{\rho_s}\right)^{\eta}, \quad < \rho \tag{8}$$

где ρ - электронная плотность в окружении атома i;

ρ_e - электронная плотность в узле равновесной элементарной кристаллической решетки металла;

$\rho_n, F_{ni}, F_i^+, F_i^-, F_e, \eta$ - подгоночные параметры.

Проведем некоторые промежуточные расчеты для определения расстояний до каждого из атома кристалла:

$$r - \sqrt{m_i^2 + n_i^2 + l_i^2} - r_e M_i, \tag{9}$$

где r_e - длина ребра элементарной ячейки кубического кристалла (параметр решетки),

m_i, n_i, l_i - кристаллографические индексы положения i-го атома относительно центрального атома в решетке кристалла.

В нашем случае, кристалл имеет 30 конфигурационных сфер, состоит из 1060 атомов. Тогда i будет меняться от 1 до 30.

M_i изменяется скачком от одной группы атомов, окружающих центральный атом, к другой группе атомов. Так, для ГЦК - решетки первые 12 атомов, окружающих центральный атом, имеют одинаковый $M_i = M_1 = \frac{\sqrt{2}}{2}$. У следующих 6 атомов - $M_i = M_2 = 1$, затем у 24 атомов $M_3 = \sqrt{\frac{3}{2}}$ и т.д.

Тогда, например, формула (5) для первой конфигурационной сферы примет следующий вид:

$$f(r) - \frac{f_e \exp\left[-\beta\left(\frac{r_e M_i}{r_e} - 1\right)\right]}{1 + \left(\frac{r_e M_i}{r_e} - \lambda\right)^{20}} - \frac{f_e \exp\left[-\beta\left(\sqrt{\frac{1}{2}} - 1\right)\right]}{1 + \left(\sqrt{\frac{1}{2}} - \lambda\right)^{20}}$$

Подсчитав электронные плотности по формуле (3), видно, что нашему случаю удовлетворяет условие (5).

Производя расчеты для каждой из конфигурационных сфер, получим суммарную электронную плотность для центрального атома путем арифметической аппроксимации, получим:

$$\rho_i = 68.6407$$

Теперь, рассчитав величины функций энергий погружения для каждого из атомов (формула (5)), просуммировав, получим:

$$\sum_{i=1}^{N} F_i(\rho_i) = -0.0254\ эВ \tag{10}$$

Учитывая (9), (2) для первой конфигурационной сферы примет вид:

$$\phi(r) = \frac{A \exp\left[-\propto\left(\frac{r_e M_i}{r_e} - 1\right)\right]}{1 + \left(\frac{r_e M_i}{r_e} - \lambda\right)^{20}} - \frac{B \exp\left[-\beta\left(\frac{r_e M_i}{r_e} - 1\right)\right]}{1 + \left(\frac{r_e M_i}{r_e} - \lambda\right)^{20}}$$

$$= \frac{A \exp\left[-\propto\left(\sqrt{\frac{1}{2}} - 1\right)\right]}{1 + \left(\sqrt{\frac{1}{2}} - k\right)^{20}} - \frac{B \exp\left[-\beta\left(\sqrt{\frac{1}{2}} - 1\right)\right]}{1 + \left(\sqrt{\frac{1}{2}} - \lambda\right)^{20}}$$

Проделав аналогичный расчет для каждого из атомов кристалла, просуммируем полученные значения, получим:

$$\sum_{i=i_1}^{i_N} \phi_{ij}(r_{ij}) = 8.9965\ эВ \tag{11}$$

В конечном итоге, подставив (10) и (11) в (1), получим:

$$E_N = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=i_1}^{i_N} \phi_{ij}(r_{ij}) + \sum_{i=1}^{N} F_i(\rho_i) = \frac{1}{2}8.9965 - 0.0254 = 4.4728\ эВ \tag{12}$$

Теперь, чтобы рассчитать энергию образования вакансии, а замет и энергию миграции вакансии, изымем один атом из кристалла.

Чтобы понять, в какой именно из конфигурационных сфер образуется вакансия, необходимо провести некоторые расчеты. Поочередно изымая по одному атому из каждой конфигурационной сферы, подсчитаем полную энергию системы, построим график:

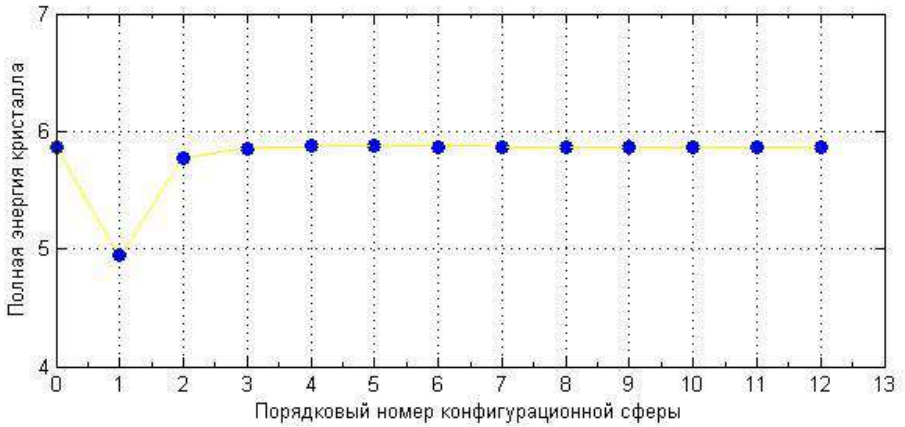


Рис. 1. Зависимость полной энергии кристалла от расположения вакансии в той или иной конфигурационной сфере

Из графика видно, что образование вакансии в первой конфигурационной сфере является наиболее энергетически выгодным, поэтому будем рассматривать именно этот случай.

Итак, суммарная электронная плотность (3) с одной вакансией в первой конфигурационной сфере окажется равной:

$$\rho'_i = 65.2586 \tag{13}$$

Суммарная функция энергии погружения:

$$\sum_{i=1}^{N} F_i'(\rho_i) = -0.0242 \ (эВ) \tag{14}$$

Суммарная энергия парного взаимодействия атомов:

$$\sum_{i=1}^{N} \phi_i'(r_{ij}) = 7.8391 \ эВ \tag{15}$$

Теперь, суммируя (14) и (15), получим полную энергию кристалла с одной вакансией в первой конфигурационной сфере:

$$E'_N = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} \phi_{ij}(r_{ij}) + \sum_{i=1}^{N} F_i(\rho_i) = \frac{1}{2}7.8391 - 0.0242 = 3.8954 \tag{16}$$

При этом, энергия образования вакансии есть ни что иное, как разница между (12) и (16):

$$E_m^f = E_N \quad E'_N = 0.5774 \tag{17}$$

Теперь в кристалле имеется вакансия. К месту этой вакансии начнем переход один из соседних атомов, заняв промежуточное положение, так называемую, седловую точку и чтобы понять какой именно атом начнет переход, внесем некоторые рассуждения.

Принимая во внимание структуру кристалла, возможны лишь два варианта перехода атома.

Вариант первый.
Переход осуществляется между атомами, лежащими на гранях элементарной ячейки.

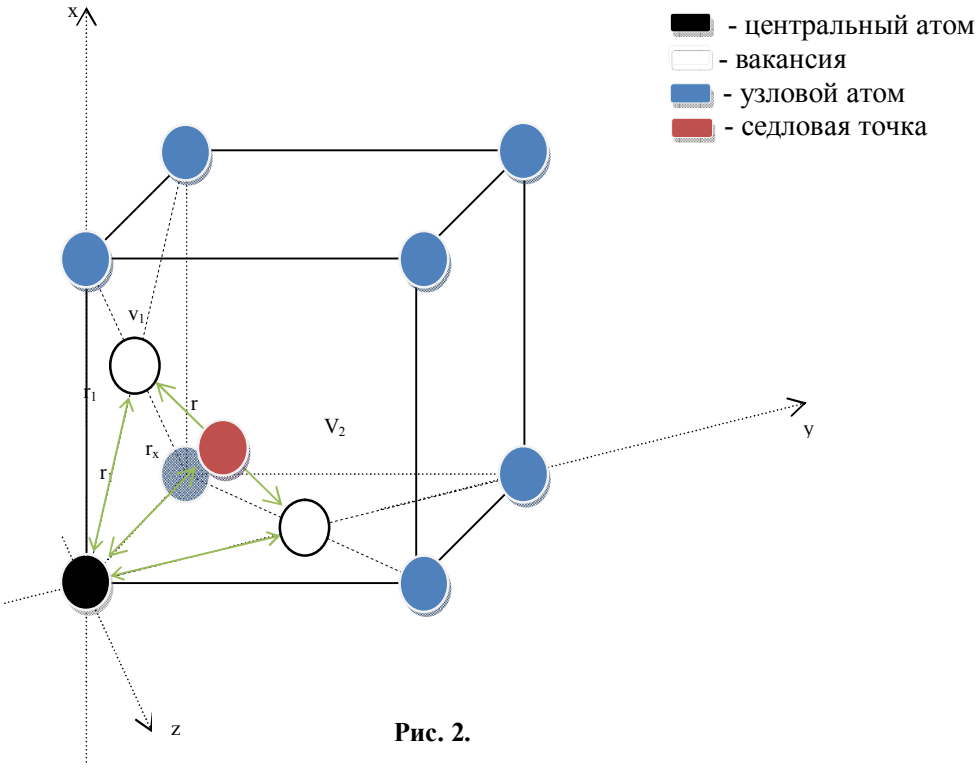


Рис. 2.

Расстояние от центрального атома до седловой точки можно вычислить через индексы Миллера:

$$V_1 = \left(0, \frac{1}{2}, 0\right);$$

$$V_2 = \left(\frac{1}{2}, 0, 0\right);$$

То расстояние между данными вакансиями будет равном:

$$r_2 = r_a \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 + 0^2} = \sqrt{\frac{1}{2}} r_a$$

Теперь можно вычислить искомое расстояние от центрального атома до седловой точки:

$$r_x = \sqrt{\frac{a^2}{2} - \frac{a^2}{8}} = \sqrt{\frac{3}{8}a^2} = \frac{a}{2}\sqrt{\frac{3}{2}}$$

Приняв во внимание структурные изменения кристалла, произведем подсчет полной энергии кристалла, суммарная электронная плотность станет равной:

$$\rho_i = 66.6004$$

Суммарная функция энергии погружения:

$$\sum_{i=1}^{N} F_i(\rho_i) = -0.0246 \text{ эВ} \tag{18}$$

Суммарная энергия парного взаимодействия атомов:

$$\sum_{i=i_1}^{N} \phi_{ij}(r_{ij}) - 9.3344 \tag{19}$$

После чего вычислим полную энергию кристалла с одной вакансией и атомом в седловой точке:

$$E'_{Ns} = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=i_1}^{N} \phi_{ij}(r_{ij}) + \sum_{i=1}^{N} F_i(\rho_i) = \frac{1}{2}9.3344 - 0.0246 = 4.6426 \tag{20}$$

Вариант второй.
Переход осуществляется между узловыми атомами.

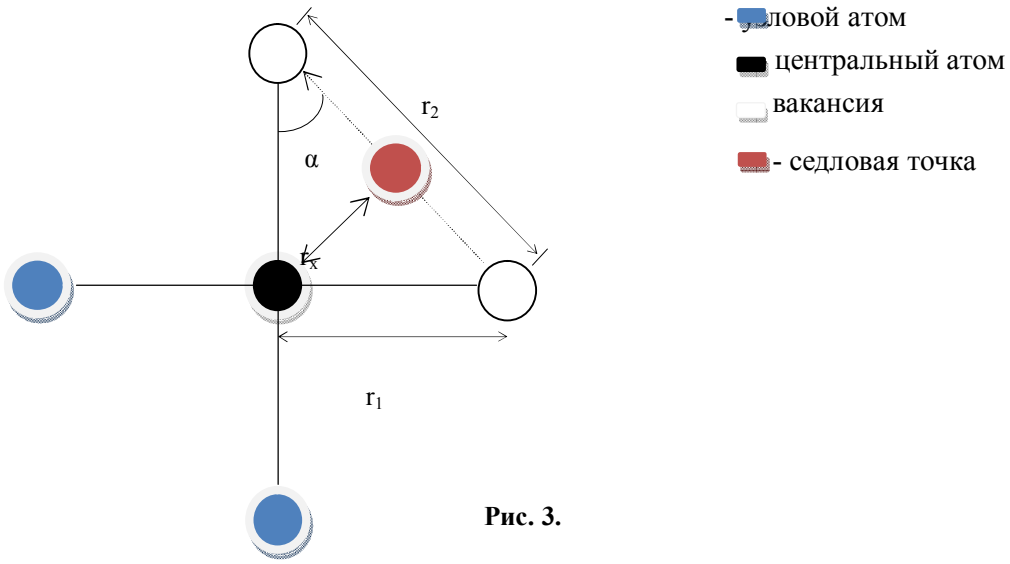


Рис. 3.

Здесь, при α=45°:

$$r_1 = M_1 r_s = \sqrt{\frac{1}{2}} r_s$$

$$r_2 = \sqrt{r_1^2 + r_1^2} = r_s$$

$$r_x = r_1 \sin \propto = \frac{1}{2} r_s$$

то суммарная электронная плотность станет равной:

$$\rho_i = 68.8980$$

Суммарная функция энергии погружения:

$$\sum_{i=1}^{N} F_i(\rho_i) = -0.0251 \text{ эВ} \tag{21}$$

Суммарная энергия парного взаимодействия атомов:

$$\sum_{i=i_N}^{i_N} \phi_{ij}(r_{ij}) = 13.1429 \text{ эВ} \tag{22}$$

А полная энергия кристалла в этом случае будет равной:

$$E'_{Nv} = -\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N}{}' \sum_{j=i_N}^{i_N}{}' \phi_{ij}(r_{ij}) + \sum_{i=1}^{N}{}' F_i(\rho_i) = \frac{1}{2}13.1429 - 0.0251 = 6.5463 \text{ эВ} \tag{23}$$

Сравнивая результаты, можно судить о том, что переход будет осуществляться по первой схеме (рисунок 2), так как он является более энергетически выгодным.

В итоге, можно подсчитать энергию миграции вакансии, как разницу между (20) и (16):

$$E_m^v = E'_{Ns} - E'_N = 4.6426 - 3.8954 = 0.7472 \text{ эВ} \tag{24}$$

Заключение

Сопоставляя полученное значение с экспериментальными данными:

Таблица 2. **Экспериментальные значения энергии миграции вакансии, полученные различными методами**

Сравнение рассчитанных значений E_m^v с известными литературными данными

Металл	Расчетные значения, полученные по предлагаемой схеме, E_m^v, эВ	Расчетные значения, E_m^v, эВ [Литература]	Экспериментальные значения, E_m^v, эВ [2]		
			Метод самодиффузии	Закалка	Закалка и облучение
Ag	0,65	0,88; 0,90 [2]; 1,03 [5]	—	0,66	0,67
Al	1,17	0,66 [5]; 0,775; 0,96 [2]	0,62	0,62 – 0,66	0,58 – 0,62
Au	0,59	0,965; 1,13 [2]; 1,71 [5]	0,85	0,83	0,77 – 0,85
Cu	1,19	0,77 – 1,00 [2]	0,77 – 0,88	0,71 – 1,08	0,67 – 0,72
Ni	1,07	1,04 – 1,25 [2]	—	1,27	—
Pb	0,41	0,44 – 0,61 [2]; 0,76 [5]	0,60	—	0,54
Pt	1,35	1,48; 2,25 [2]; 2,45 [5]	—	1,43	1,36 – 1,46

которые для Al варьируются в пределах от 0.58 до 0.66 эВ, можно увидеть, что примененная методика дает результат, который хорошо согласуется с экспериментальными данным, а значит, ее можно применять в дальнейших исследованиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Искаков Б.М.* Метод определения миграции вакансий в ГЦК – металлах. // Перспективные материалы. 2011. №6. с. 91-96.

2. *Искаков Б.М., Рахимбекова А.Е.* Метод вычисления энергии взаимодействия атомов в кубическом кристалле. //Вестник КазНТУ, 2012. № 2 (90). с. 1-5.

3. *Dow M.S.* Model of metallic cohesion: The embedded atom method // Phys.Rev., 1989, v.B 39, #11, 87441-7452.

4. *Foiles S.M., Baskes M.I., Dow M.S.* Embedded atom method functions for the fcc metals Cu,Ag,Au,Ni,Pd,Pt and their alloys // Phys.Rev., 1986, v.B33, #12, p.7983-7991.

5. *Dow M.S., Baskes M.I.* Embedded atom method: Derivation and application to impurities, surfaces and other defects in metals. // Phys.Rev., 1984, v.B 26, #12, p.6443-6453.

6. *XiaoWang Zhou1, Haydn N GWadley.* A charge transfer ionic–embedded atom method potential for the O–Al–Ni–Co–Fe system. // Phys. Rev., 2005, p.9.

7. *Rose Y.H., Smith Y.R., Guinea F., Ferrante Y.* Universal features of the equation of state of metals. // Phys. Rev., 1984, v.B 29, #6, p.2963-2969.

8. *Kohn W., Sham L.Y.* Self-consistent equations including exchange and correlation effects. // Phys. Rev., 1965, v. A 140, #4, p.1133-1138.

9. *Foiles S.M., Baskes M.I., Dow M.S.* Embedded atom method functions for the fcc metals Cu,Ag,Au,Ni,Pd,Pt and their alloys // Phys.Rev., 1986, v.B33, #12, p.7983-7991.

10. *Русина Г.Г., Берч А.В., Еремеев С.В., Склядова Н.Ю., Липрицкий А.Г., Чулков Е.В.* Колебательные состояния на вицинальных поверхностях Al, Ag, Cu. //ФТТ, 1996, т.38, №4, с.1120-1141.

Резюме

Жаңа тәсілдің мазмұны көрсетілген. Бұл тәсіл батырылған атом тәсілі деп аталады. Осы тәсіл арқылы алюминийдегі вакансиялардың орын ауыстыру энергиясы есептелген.

Summary

The new method called embedded atom method has been described. Using this method the vacancies migration energy has been calculated.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 15.10.12 г.*

УДК 621.039

М.М. Бектибаев, А.М. Интыкбаев, Ж.А. Алыбаев

УРАНДЫ ЭЛЮАТҚА ЖЕРАСТЫ ҰҢҒЫМАЛЫҚ ШАЙМАЛАУ КЕЗІНДЕГІ ҚАЙТЫМДЫ ЕРІТІНДІЛЕРДЕН СКАНДИЙДІ БӨЛІП ШЫҒАРУДЫ ЗЕРТТЕУ

Бұл мақалада сорбция, десорбция және тұндыру үрдісімен алу технологиясы көрсетіледі.

Сондай-ақ, мақалада Уранды элюатқа жерасты ұңғымалық шаймалау кезіндегі қайтымды ерітінділерден скандийді бөліп шығаруды зерттеу қарастырылған.

Қазіргі кезде Қазақстандағы уранды өндіру жерасты ұңғымалық шаймалау әдісі арқылы жүргізіледі, ол өзара бір-бірімен байланысты техникалық процестерден құралады: уранды өзіндік жерасты шаймалау, оны өнімдік ерітінділерінен сорбциялық жолмен алу, қаныққан иониттен уранды десорбциялау және химиялық концентрат түрінде тауарлық регенераттардан десорбцияланған уранды бөліп алу [1].

Өнімді ерітінділердің күрделі химиялық құрамы мен олардың құрамындағы уран мөлшері аз болуына байланысты, оларды өңдеудің ең тиімді әдіс ион алмасуға негізделген сорбциялық әдіс болып табылады, ол ион алмасуға негізделген. Әдебиеттердің мәліметі бойынша жерасты шаймалау кезінде сорбент ретінде құрамында фосфоры бар амфолитты АФИ-22 қолдану арқылы технологиялық ерітінділерді сорбциялау кезінде уранмен бірге скандии, темір, алюминий сорбцияланады [2].

Уранды сорбциялау қайтымды ерітінділерінде ураннан басқа бағалы металл скандий болғандықтан, шаймалау ерітінділерінде оның жиналуын болдырмау үшін оны бөліп шығару қажеттілігі туындайды [3].

Скандийдің селективті десорбциясын алу үшін, құрамында аниондары бар – элюент қолданылады. Олар скандиймен берік комплекс түзіп, АФИ-22-де сорбцияланады. Әдебиеттер талдауы бойынша, әр түрлі аниондар мен скандий комплексінің тұрақтылығы келесі қатармен өзгеретіндігін көрсетті [4]:

$Cl^- \sim NO_3^- < ScN^- < S_2O_3^{-2} \sim SO_4^{-2} < F^- < CO_3^{2} < PO_4^{-3}$ бұдан, тұрақты комплекстерге карбонат пен фосфат иондары жататыны анықталды.

Тәжірбие жүзінде АФИ-22-де жүретін скандий сорбциясын қарастыратын барлық технологиялық схемаларды десорбцияны карбонат ерітінділерімен жүргізіледі [3,5].

Десорбциялық қасиеті бойынша әр түрлі элюенттер қатарлармен орналасады [6]:

$Na_2CO_3 > NaHCO_3 > (NH_4)_2CO_3 > NH_4F > H_2SO_4 > Na_2S_2O_3$

Бұдан $NaHCO_3$ пен $(NH_4)_2CO_3$-нің Na_2CO_3-ден десорбциялық қабілеті аз ғана төмен екендігін байқауға болады. Na_2CO_3-ке қарағанда элюенит ретінде $NaHCO_3$ немесе $(NH_4)_2CO_3$ қолданған қолайлы, себебі скандийдің еру қасиеті $NaHCO_3$ пен $(NH_4)_2CO_3$ ерітінділерінде 10 есе жоғары. Сондықтан элюент ретінде аммоний карбонаты $(NH_4)_2CO_3$ алынады [6,7].

Сорбция аналығынан скандийді сорбциялық әдіспен шығару ЖШ-19 руднигінің зертханалық жағдайында жүргізілді. Диаметрі 30 мм мен биіктігі 600 мм болатын тік колоннаға 200 г АФИ-22 ионитін сепкен. Сосын төменнен жоғары қарай концентрациясы 1 М (98,07 г/дм^3), 1 айн/айн/сағ меншіктік жүктемеге сәйкес жылдамдығы, 0,36 дм^3/сағ 1,08дм^3 күкірт қышқылын колоннадан өткізу жолымен ионитті H^+ формасына ауыстырған, ары қарай дистилденген судың бір көлемімен (0,36дм^3), дәл сондай жылдамдықпен жуылды.

Тәжірибелерге құрамы келесі сорбция аналығын қолдандық мг/дм^3:

Sc^{+3} = 0,315; U^{+6} = 4,05; $F_{жалпы}$ = 894; AI^{+3} = 1052; SO_4^{-2} = 7445

Басқа компоненттерге талдау (АФИ-22-де сорбцияланбайтын) жүргізілмеді.

Сорбция аналығын төменнен жоғары қарай жүргізді тәжірибе кезіндегі ерітіндінің сүзілу жылдамдығы 2,5дм^3/сағ екендігі анықталды, бұл 7 айн/айн/сағ жүктемесіне тең.

Элюент концентрациясы (аммоний карбонаты) скандийдің ерігіштігі туралы мәліметтер негізінде 2 М-ға тең (192,2 г/дм^3) етіп таңдалды.

Сорбцияны үздіксіз түрде 6 тәулік бойы (144 сағат) көлемінде жүргіздік. Колонна арқылы жіберілген сорбция аналығы көлемі 2,5*144=360дм^3 құрайды: бұл кездегі өңделген сорбция аналығының құрамы, келесі мг/м^3 құрайды:

Sc^{+3} = 0,315; U^{+6} = 1,9; $F_{жалпы}$ = 877; AI^{+3} = 1041; SO_4^{-2} = 7416

Осылайша иониттегі сорбция дәрежесі құрайды:

Скандий үшін – (0,135 – 0,135)*100%/0,135 = 57,1%

Уран үшін – (4,05 – 1,9)*100%/4,05 = 53,1%

Алюминий үшін – (1052-1044)*100%/1052 = 0,76%

Темір үшін – (894 – 877)*100%/894 = 1,9%

Ионнитте сорбцияланған:

Скандий – (0,315 – 0,135)*360=64,8 мг, яғни қанығуы Sc=64.8/0,2=324 г/т;

Уран – (4,05 – 1,9)*360=774,0 мг, яғни қанығуы U=744/0,2=3870 г/т;

Алюминий – (1052 – 1044)*360=2880 мг, яғни қанығуы AI=2880/0,2=14400 г/т;

Темір – (894 – 877)*360=6120 мг, яғни қанығуы Fe=6120/0,2=30600 г/т.

Қанықкан ионит десорбция алдында бір көлемдік (0,36дм^3) дистилденген сумен 0,36дм^3/сағ жылдамдықпен жуылады. Десорбцияны 6 тәулік бойы (144 сағат) $(NH_4)_2CO_3$-ты элюенті қарсы бағытта (жоғарыдан төмен) 0,36дм^3/сағ жылдамдықпен жіберу арқылы жүргізіледі, бұл үлестік салмағы 1 айн/айн/сағ-қа сай келеді (себебі баяу десорбция кезінде аса жоғары концентрациялы ерітінділер пайда болады). Алынған элюат сүзіліп бастапқы сорбция аналығы сияқты сол компонент-ттерге талданған, келесі құрамға ие, мг/дм^3.

АФИ-22 шайырында скандий сорбциясын жүргізу нәтижесінде сорбция аналығының бастапқы ерітіндісімен салыстырғандағы ерітіндідегі скандий концентрациясы 50 есе жоғары.

Осылайша элюатқа шығарылады:

Скандий – 16,2*3,6=58,32 мг, яғни элюаттан Sc шығару мынаны құрайды 58,32*100%/64,8=90,0%;

Уран – 190*3,6=684 мг, яғни элюатқа U шығару мынаны құрайды 6844*100%/774=88,4%.

Темір мен алюминий тұнба түрінде алынады, ол дистилденген сумен жуылып, 105-110 ^{0}С-та кептіріледі. Құрғақ тұнба салмағы – 17,214 г құрайды. Күкірт қышқылмен өңдеуден кейінгі 5 М (490,4 г/дм^3) ерітінді Sc, Fe және AI-ге талданады, бұл кезде ерітінді көлемі – 0,10 дм^3 құрайды. Ерітіндідегі скандий концентрациясы – 7,2мг/дм^3, темір – 51400 мг/дм^3, алюминий – 24300 мг/дм^3 құрайды.

Сонымен, ерітінді мен тұнбадағы мөлшері:

Sc=7,2*0,10=0,72 мг, тұнбада 0,72*10/17214=42%;

Fe=51400*0,10=5140 мг, тұнбада 5140*100%/17214=29,9%;

AI=24300*0,10=2430 мг, тұнбада 2430*100%/17214=14,1%;

Сәйкесінше элюатқа бөліп алу кезінде темір 100-29,9=70,1%, алюминий 100-14,1=85,9% құрады.

Сонымен, десорбция кезіндегі элюатқа жалпы бөліп шығару құраған: Sc – 90,0%, U – 88,4%, Fe – 70,1%, AL – 85,9%.

Әдебиет мәліметтері бойынша, элюатты қосымша элементтерден тазалау мақсатында, скандий мен уран ерітіндіде карбонатты комплекстер түрінде болады, ал Fe^{+} мен AI^{+} иондары темір және алюминий гидроксидтері тұнбасы ретінде десорбатты сүзу арқылы жойылады. Ары қарай АФИ-22 амфолитінде скандийдің қайталама сорбциясын және аммоний карбонатты ерітіндісімен оның қайта десорбциясын өткізу қажет, бұл кездегі скандийге кедейленген аналық ерітінді негізгі уран өндірісіне қайтарылады.

Қорытынды:

1.Уран сорбциясының арқылы аналық ерітінділерінен скандийді бөліп шығаруды зертханалық зерттеу жүргізілген, оған АФИ-22 амфолитінде скандийді сорбциялау және аммоний карбонаты ерітіндісімен десорбциялау кіреді.

2.Аналық ерітінділерден скандийді бөліп алу дәрежесі 57,1%-ды құрайды, бұл бастапқы аналық ерітіндімен салыстырғанда 50 есе байытуға сәйкес келеді.

3.Аналық ерітіндіден скандийді толық бөліп алу және ураны шаймалау қайтымды ерітінділерінде жиналуын болдырмау үшін, міндетті түрде элюаттың қайта сорбциясы мен элюат десорбциясы жүргізілуі қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. *Бугенов Е.С., Василевский О.В.* Физико-химические основы и технология получения химических концентратов природного урана. Из-во КазНТУ, Алматы 2006, с 433

2. *Галкин Н.П., Судариков Б.Н., Верятин У.Д., Шишков Ю.Д., Моторов А.А.* Технология урана. – М.: Атомиздат, 1964. с. 205

3. *Загорадняя А.Н., Абишева З.С.* Извлечение скандия из сернокислотных растворов ПВ полиэлементных руд (ИмиО). Сб.докладов IV-й Международный конференции «Актуальные проблемы урановой промышленности», Алматы, 2006г. С 347-348.

4. *Комиссарова Л.Н.* Соединения редкоземельных элементов. Сульфаты, селенаты, теллураты, хроматы. М., 1986 г.

5. *Морозов Е.П. и др.* Поведение сопутствующих ценных компонентов при сернокислотном ПВ и гидрометаллургическом переделе на НГМК. Доклады координационного совета ВНИИХТ по подземному выщелачиванию, М., 1989 г. С 145-149.

6. *Комиссарова Л.Н*. Неорганическая и аналитическая химия скандия, М., 2001 г.

7. *Комиссарова Л.Н.* Соединения редкоземельных элементов. Карбонаты, оксалаты, нитраты, титанаты. М., 1984 г.

Резюме

Рассмотрены и проведены процессы сорбции, десорбции, а также заложена технология осадочного процесса. Проведены исследования по извлечению скандия из оборотных растворов подземного скважинного выщелачивания урана в элюат.

Summary

In the technology of reception chemically natural concentration of uranium, with use of processes of a concentrate is incorporated.

The paper also discussed a study on the extraction of scandium from the circulating fluids in-situ leaching of uranium in the eluate.

Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ

Түскен күні 10.11.12 г.

УДК 541. 135. 21:541.128.34

Р.И. Батькаев, В.К. Бишимбаев, Л.Р. Батькаева, Л.В. Дыгай, Е.Г. Евдокимова

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ ВОДНО-СОЛЕВЫХ РАСТВОРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Значительная часть земель сельскохозяйственного назначения в Республике Казахстан имеет низкое естественное плодородие и находится в зоне рискового земледелия. Только систематическое внесение удобрений, и в первую очередь минеральных, позволяет повысить продуктивность сельскохозяйственных угодий. Для реализации программ повышения плодородия почв необходимо использовать миллионы тонн фосфора в составе различных форм фосфорсодержащих удобрений. Единственным источником фосфатного сырья для получения фосфорсодержащих удобрений в Республике Казахстан являются фосфориты Каратау. В настоящее время ТОО «Казфосфат» является одним из основных производителей фосфорсодержащих удобрений, однако удобрения, производимые на пердприятии, в виду большой себестоимости не доходят до местного потребителя. Получение фосфорсодержащих удобрений известными способами, напрямую зависит от расстояния между производящим предприятием и основными потребителями.

В связи с этим вовлечение в производство минеральных удобрений новых источников фосфатного сырья, в том числе бедных по содержанию фосфора фосфоритов и бедных шламов, территориально приближенных к потребителю, является одной из важнейших задач химической промышленности.

На территории Южного Казахстана на бывших предприятиях ЧПО «Фосфор», Джамбульской области, ДПО «Химпром» и ТОО «Казфосфат» скопилось сотни тысяч тонн техногенных отходов, которые представляют собой базу для производства фосфорсодержащих удобрений [1].

Отсюда очевидна актуальность проблемы вовлечения фосфорсодержащего шлама в производстве фосфорных удобрений.

В Республике Казахстан, в основном, выпускают следующие виды минеральных фосфорсодержащие удобрений – простой и двойной суперфосфат, аммофос. Для производства двойного суперфосфата и аммофоса применяют преимущественно растворы экстракционной фосфорной кислоты, простого суперфосфата - растворы серной кислоты [2].

Предварительными исследованиями было выявлено, что максимальное разложение фосфорсодержащего шлама протекает при совместном использовании серной и фосфорной кислот. В жидкую фазу суперфосфатной массы частично переходят компоненты, содержащиеся в техногенных отходах. Примеси оказывают различное воздействие на растворимость и кристаллизацию фосфатов кальция, активность воды и водородных ионов жидкой фазы, ее вязкость и другие свойства реакционных масс, тем самым влияя на скорость и полноту взаимодействия реагентов. Наличие серной кислоты, связывающей часть кальция и малорастворимые соли, равнозначно увеличению нормы расхода фосфорной кислоты, т.е. должно способствовать ускорению растворения фосфатного минерала. Однако, осаждение указанных солей на зернах фосфата повышает вероятность образования труднопроницаемых плёнок, затрудняющих диффузию водородных ионов. В связи с этим влияние перечисленных примесей в зависимости от температурно-концентрационных условий разложения, состава кислот и структуры фосфорсодержащих шламов проявляются по-разному. Вопросы воздействия примесей на кислотное разложение различных фосфатов изучали многие авторы, и часто выводы, которые при этом сделаны, противоречивы [3].

Переработка на действующих предприятиях «бедных» шламов и фосфатного сырья с низким содержанием фосфорного ангидрида была экономически не выгодна, в связи с этим предпринимались попытки решить данную проблему применением известных технологических приемов. Это предопределило поиск и разработку эффективных способов переработки и утилизации «бедных» фосфорсодержащих шламов и фосфатного сырья. Радикальное решение данной проблемы возможно при разработке принципиально новых способов переработки «бедных» фосфорсодержащих шламов и фосфатного сырья при модернизации технологических схем.

Авторами рассмотрены варианты производства фосфорсодержащих удобрений из фосфорсодержащего шлама, посредством подбора растворов и соединений заменяющих неорганические кислоты необходимые для разложения фосфорсодержащих шламов. Для этих целей использовался рас-

твор, полученный путем электрохимической активации. Таким способом получают растворы, обладающие различными физико-химическими свойствами, путем обработки воды или растворов солей в камерах электрохимического реактора. Авторами получена предварительно активированная вода. Активированная вода – это обыкновенная вода, обработанная пульсирующим электрическим током постоянного направления. В активированной воде структурная сетка водородных связей разрыхляется, молекулы воды обретают дополнительные степени свободы, что позволяет использовать её как активный агент в различных производствах. При активации воды происходит разрушение кластерных структур, что способствует насыщению воды мономолекулами. Такая вода считается более активной по физико-химическим показателям. Продуктами электрохимических превращений являются растворы с повышенной реакционной способностью. Использование электроактивированных растворов в качестве заменителей неорганических кислот позволит уменьшить, либо исключить расход химических реагентов и одновременно увеличить эффективность процессов, для которых предназначены данные растворы. Использование электроактивированных растворов нашло свое применение в медицине, сельском хозяйстве, водоподготовке и других отраслях.

Применение электроактивированных растворов в производстве минеральных удобрений ранее не использовалось. При контакте такого раствора с другими химическими соединениями создается возможность получения так называемых технологически активированных растворов. Использование водно-солевых растворов полученных путем активации позволит без применения химических реагентов изменять кислотно-основные, окислительно-восстановительные и каталитические свойства водных растворов. Изменение свойств и состава растворов (химического состава, концентрации ионов водорода – pH, окислительно-востановительного потенциала (ОВП), микрокластерной структуры) происходит под действием электрического поля [4]. Ранее отмечалось, что в результате электрохимических превращений растворы солей переходят в активированное состояние и проявляют при этом в течение нескольких десятков часов повышенную реакционную способность. Бытовало мнение, что со временем активность водно-солевого раствора теряется. Релаксация в соответствии с классическим определением термодинамики – это постепенный переход системы (определенного объёма воды или водного раствора электролита) из неравновесного состояния, вызванного внешними воздействиям, в состояние термодинамического равновесия [4]. Релаксация – необратимый процесс и поэтому в сила закона возрастания энтропии, обязательно сопровождается переходом части внутренней энергии в тепло – диссипацией энергии. Как всякое неравновесное явление релаксация не определяется одними только термодинамическими характеристиками (например, давлением, температурой), а существенно зависит от микроскопических характеристик, в частности, от параметров, характеризующих взаимодействие между частицами.

Установление равновесия обычно происходит в два этапа. На первом этапе равновесие устанавливается лишь в отдельных микрообъемах воды или раствора. На втором этапе происходит медленные процессы релаксации, в результате которых физико-химические параметры достигают стационарных значений, определяемых условиями равновесия с окружающей средой. Скорость релаксации определяется временем, за которое изменяемая характеристика системы изменяется несколько раз по сравнению с начальным значением.

Авторами работ [5] представлены добавки, которые сохраняют реакционную способность неограниченное количество времени. Нами указывалось, что приготовленные водно-солевые растворы можно использовать как заменители серной кислоты. Известно, что тонна серной кислоты стоит 16-20 тыс т. Приготовленный нами раствор стоит 50-60 т за тонну. Нами проведены исследования по получению электроактивированных водно-солевых растворов в поточной камере, в которой получены анолит и католит. Католит получен с pH >9, а анолит с pH < 0,9. В таблице 1 представлены элементы полученные при анодной обработке воды.

При анодной электрохимической обработке кислотность увеличивается, ОВП возрастает за счет образования устойчивых и нестабильных кислот (серной, соляной, хлорноватистой, надсерных), а также пероксида водорода, пероксида сульфатов, пероксокарбонатов, кислородсодержащих соединений хлора и различных промежуточных соединений, возникающих в процессе самопроизвольного распада и взаимодействия названных веществ.

Таблица 1. **Результаты элементного анализа «солевого раствора» методом ИСП-МС (спектрометр Varian 820MS)** Раствор перед активацией составлял pH - 7,0

№ п/п	Элементы	мкг/дм^3
1	Бериллий	<0,2
2	Натрий	12700
3	Магний	13700
4	Алюминий	48
5	Фосфор	182
6	Сера	12200
7	Калий	2200
8	Кальций	26800
9	Хром	13800
10	Марганец	308
11	Железо	47000
12	Кобальт	25
13	Никель	7000
14	Медь	109
15	Цинк	1120
16	Селен	6,4
17	Барий	7,5
18	Свинец	7
19	Уран	7
20	pH	0,9
21	Э.Д.С.	280
22	Хлор – ион (результаты хим. анализа)	7,1

Также в результате анодной электрохимической обработки несколько уменьшается поверхностное натяжение, увеличивается электропроводность, увеличивается содержание растворенных хлора, кислорода, уменьшается концентрация водорода, азота, изменяется структура воды. При проведении экспериментов авторы повышали концентрацию доведением водно-солевых растворов до pH - 0,2, за счет добавления серной кислоты и хлорида натрия.

При этом использовался фосфорсодержащий шлам, химический состав которого составляет, масс. %: $P_2O_{5общ}$ –10,0; $P_2O_{5усв}$- 6,0; K – 4,18; Na – 0,31; H.O. – 50,26; Ca – 9,53; Mg – 2,04; S – 0,41; Al – 0,61; Fe – 0,56; C – 5,76; F – 0,45; As – 1,1; Σмет – 0,28.

Предварительно подготовленная навеска фосфорного шлама выщелачивалась активированной путем электролиза водой с добавлением 50%-ной кислоты с добавлением солей при соотношении Т:Ж 1:1-1,5. Процесс выщелачивания проводили в течение 2 ч при температуре 60ºС. Затем раствор отфильтровывали для отделения маточного раствора от кека. После фильтрации образовывалась экстракционная фосфорная кислота с пониженной концентрацией (плотность 1,2 г/см^3). Затем раствор упаривали до плотности 1,4 г/см^3. Полученная экстракционная фосфорная кислота в дальнейшем использовалась для разложения фосфорсодержащих шламов. Процесс разложения фосфорсодержащего шлама протекал в течение 2 ч при температуре 60ºС. После разложения раствор подавали на аммонизацию 25% аммиачной водой до pH 5-9, а затем отправили на сушку. Сушку проводили при температуре 90-95ºС. Просушенные гранулы поступали на прокалку при температуре 700-800ºС в течение 30 минут. После охлаждения гранул провели химический анализ по определению содержания $P_2O_{5\ общ,}$ $P_2O_{5\ усв}$ и N_2 [6-8]. Результаты экспериментов отражены в табл.1.

После охлаждения гранул проведен химический анализ на содержание $P_2O_{5\ общ,}$ $P_2O_{5\ усв,}$ и N_2 [6-8]. Результаты экспериментов отражены в табл. 2.

Таблица 2. **Разложение фосфорсодержащего шлама экстракционной фосфорной кислотой**

Сырье	Концентрация экстракционной фосфорной кислоты, %	$P_2O_{5общ}$, %	$P_2O_{5усв}$, %	Содержание N_2, %
Шлам	Соотношение шлам : экстракционная фосфорная кислота 1 : 1,5 (при вышеприведенных концентрациях, но предварительно упаренные)			
	на 30%	25,8	24,4	11,1
	на 50%	30,25	28,5	11,2
	на 70%	44,25	42,1	11,5

Как показали эксперименты, бедные шламы, содержащие $P_2O_{5общ}$ не более 10% в результате обработки экстракционной фосфорной кислотой, полученной в результате разложения фосфорсодержащего шлама активированной путем электролиза водой с добавлением 50%-ной серной кислоты и солей, позволили получить высококонцентрированные удобрения с содержанием $P_2O_{5усв}$ не менее 44,5%.

Из литературных источников известно, что добавление к простому суперфосфату 15-20% красного фосфора увеличило бы содержание P_2O_5 в туке до 50% [9-10]. Единственным недостатком тукосмешения является то, что при нормальной температуре технический красный фосфор медленно реагирует с парами воды и кислородом воздуха, образуя фосфин и смесь фосфорных кислот. Необходимы окислители красного фосфора [9-10], при использовании которых проходило бы ускоренное усвоение его растениями.

Предварительными исследованиями были проведены эксперименты по активации красного фосфора. Исследования, проведенные в нашей стране и за рубежом, показали, что элементарный красный фосфор с катализатором может быть с успехом использован в качестве высококонцентрированного медленно действующего удобрения. Из всех фосфорных удобрений он является наиболее концентрированным и обладает высоким коэффициентом использования. Высокая усвояемость красного фосфора в сочетании с такими его свойствами, как относительная инертность, дает возможность использования его, как в виде одностороннего удобрения, так и в виде компонента смешанных удобрений, выдвигают его на первое место среди перспективных фосфорных удобрений, которые будут производиться в ближайшие десятилетия.

Для получения комплексных удобрений авторами проведена работа по добавке к фосфорному шламу полимеризованного красного фосфора. Расход красного фосфора составлял 5-10 кг на тонну фосфорсодержащего шлама. Результаты экспериментов отражены в табл. 3.

Таблица 3. **Зависимость содержания P_2O_5 в готовом продукте при разложении фосфорсодержащего шлама полимеризованной водой (концентрированной) с добавкой $P_{кр}$**

№ п/п	Содержание $P_{кр}$ в смеси со шламом	Содержание P_2O_5 в готовом продукте			Расход NH_4OH, мл
		$P_2O_{5общ}$	$P_2O_{5в/р}$	$P_2O_{5л/р}$	
1	5	25,87	5,62	11,12	3,7
2	10	35,25	7,12	11,37	3,8
3	15	45,75	12,37	15,25	4,7
4	20	53,75	12,37	15,75	6,05
5	30	70,25	14,0	16,8	3,0

Предлагаемая технология получения удобрений имеет следующие преимущества в сравнении с известными технологиями:

- использование «бедных» фосфорсодержащих шламов и сырья в виде минеральных удобрений;
- тукосмешением можно достичь значительного увеличения $P_2O_{5общ.}$;
- позволяет получить, целый ряд удобрений, таких как простой суперфосфат, двойной суперфосфат, аммофос и комплексные удобрения с различным содержанием усвояемых форм P_2O_5;
- при электрообработке водных растворов хлористыми солями, содержащими соединения ряда химических элементов, следует принимать во внимание возможные дополнительные каналы их электроактивации;

- комбинированные способы и применение Ркр. позволяют снизить расходы по использованию как серной, так и фосфорной кислот в сравнении с существующими технологиями, путем замены их на активированные водно-солевые растворы;

- простота и возможность использования на предприятиях по переработке техногенных отходов производства фосфора.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Батькаев Р.И., Молдабеков Ш.М.* Проблемы техногенных ресурсов в производстве фосфора. //Наука и образование Южного Казахстана. – №5(40). – 2004. – С. 45-47.

2. *Позин М.Е.* Технология минеральных солей. Ч.II.-4-е изд. – Л.: Химия, 1974. – 1556 с.

3. *Шапкин М.А., Завертяева Т.И.* Двойной суперфосфат: Технология и применение. – Л.: Химия, 1987 – С. 49-101.

4. *Бахир В.М.* Теоретические аспекты электрохимической активации // Сб. науч.тр. по материалам Международного симпозиума: Электрохимическая активация в медицине, сельском хозяйстве, промышленности. – Всерос. Науч.-исслед. и испытат. Ин-т мед. Технике. – 1999. – С. 39-48.

5. Патент России №2234945 от 27.08.2007. Стабилизатор водного раствора и водосодержащего сырья с самопроизвольно изменяющимися окислительно-восстановительными свойствами.

6. *Бишимбаев В.К., Батькаев Р.И.* Комплексное использование техногенных отходов производства фосфора. – 2009. – №6.

7. *Бишимбаев В.К., Батькаев Р.И.* Исследование разложения фосфорсодержащего шлама различными добавками. – 2009. – №6.

8. *Бишимбаев В.К., Батькаев Р.И.* Исследование кинетики и механизма разложения фосфорсодержащего шлама различными кислотами. – 2009. – №6.

9.*Таланов Н.Д., Золотухина Т.Л., Водопьянова С.Н.* // Тр. НИУИФ. – 1975. – Вып.226. – С. 62.

10.*Таланов Н.Д., Соклаков А.И., Сперанская Г.В., Нечаева В.В.* // Тр. НИУИФ. – 1975. – Вып.226. – С.203.

Резюме

Сулы – тұз ерітінділерін электрохимиялық белсендіру ауыл шаруашылығына қажет тыңайтқыштарының көптеген түрлерін алуға мүмкіндік береді. Электрлі белсендірілген ерітінділерді бейорганикалық қышқылдардың орнына пайдалану химиялық реагенттердің шығынын азайтуға немесе толығымен жоюға және сонымен қатар бұл ерітінділерді пайдаланатын процесс тиімділігін жоғарылатуға мүмкіндік береді.

Summaru

Electrochemicalactivationofwater-saltsolutionsallowsobtaina number of fertilizers necessary for agriculture. Using of electrically-activated solutions in the quality of inorganic acid analog will allow reduce or exclude consumption of chemical reagents and at the same time increase efficiency of processes for which these solutions are intended.

ЮКГУ

Поступила 10.12.12 г.

УДК 532.5:628.16.06

Т.Г. Джунусов, К.Т. Оспанов

СПОСОБ РАСЧЕТА КОНЦЕНТРАЦИИ ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ В ТУРБУЛЕНТНОМ ПОТОКЕ РАДИАЛЬНОГО ОТСТОЙНИКА

Все более увеличивающиеся объемы хозяйственно-питьевого и производственного водопотребления и водоотведения оставляют актуальной задачей разработку наиболее точных методов гидравлического расчета распространения и осаждения взвешенных частиц (примесей) в различного рода сооружениях, и в первую очередь – в горизонтальных и радиальных отстойниках очистных сооружений.

С целью более полного учета неравномерности поля осредненных радиальных скоростей и турбулентности потока в гидравлическом расчете радиальных отстойников было предложено использо-

вать модель турбулентной диффузии с конечной скоростью разработанной профессором А.Д. Гиргидовым [1,3].

Полученную ранее систему дифференциальных уравнений турбулентной диффузии с конечной скоростью для потока в радиальных отстойниках [4] с числом возможных скоростей n=2 перепишем в следующей канонической форме:

$$\left.\begin{aligned}\frac{\partial \vartheta_1}{\partial r}+\frac{U_z''-w}{\overline{U}_r}\frac{\partial \vartheta_1}{\partial z}-\frac{\omega^{(L)}}{\overline{U}_r}\left(\vartheta_1-\vartheta_2\right)=0\\ \frac{\partial \vartheta_2}{\partial r}-\frac{U_z''+w}{\overline{U}_r}\frac{\partial \vartheta_2}{\partial z}+\frac{\omega^{(L)}}{\overline{U}_r}\left(\vartheta_1-\vartheta_2\right)=0\end{aligned}\right\} \quad (1)$$

где ϑ_1 и ϑ_2 - концентрация взвешенных частиц в любой точке радиального отстойника, имеющих соответственно 1-ю и 2-ю возможные скорости; $\overline{U}_r$ - осредненная во времени радиальная составляющая скорости; U_z'' - характерная величина вертикальной скорости (она обычно принимается равной стандарту вертикальной пульсационной скорости); w - гидравлическая крупность взвешенной частицы; $\omega^{(L)}$ - характерная лагранжева частота изменения взвешенной частицы своей возможной скорости с 1-й на 2-ю, и наоборот.

Система уравнений, как было отмечено в [1,2], относится к гиперболическому типу. Отметим также, что в зависимости от соотношений характерной величины вертикальной пульсационной скорости U_z'' и гидравлической крупности взвешенных частиц w, переменный по величине коэффициент при втором члене первого уравнения системы (1) принимает разные знаки.

а)

б)

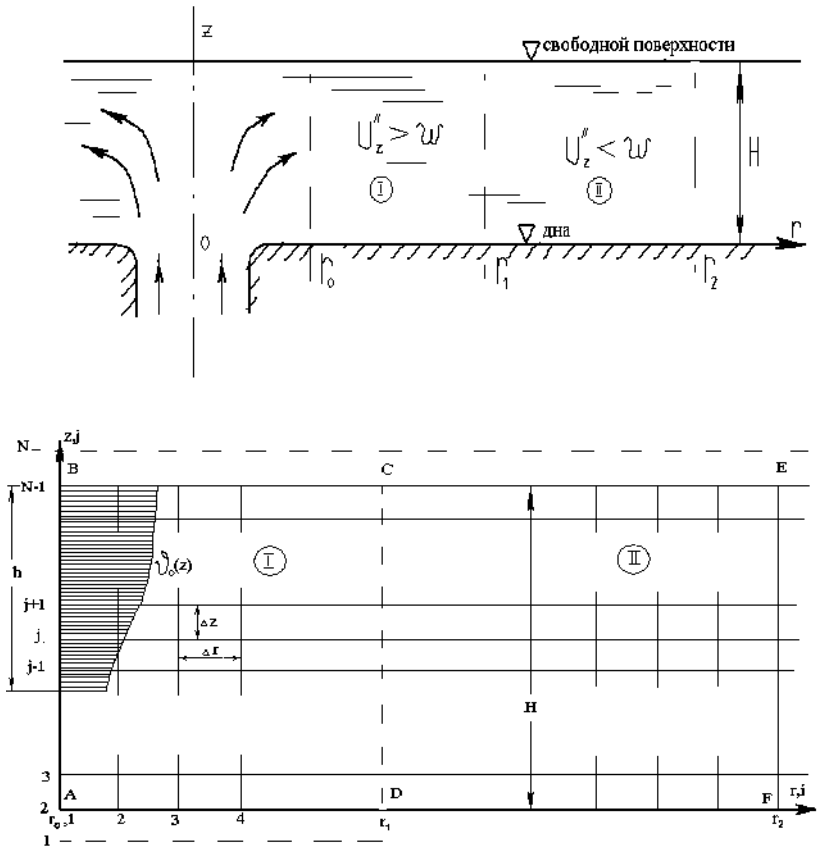


Рис 1. Разностная сетка расчетной области распространения и осаждения взвешенных частиц:
а) – расчетная область; б) – представление расчетной области разностной сеткой

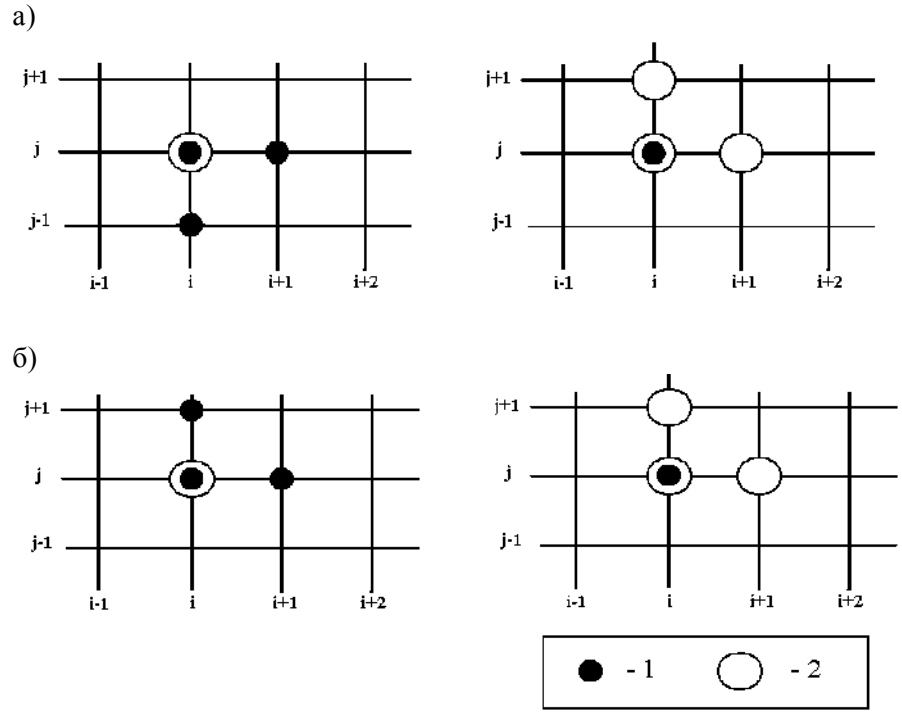


Рис 2. Явная схема расчета концентраций взвешенных частиц:
а) – схема расчета в области (I), где $U_z'' \rhd w$; б) – схема расчета в области (II), где $U_z'' \lhd w$

Рассмотрим численное решение системы уравнений диффузии с конечной скоростью (1) конечно-разностным методом в прямоугольнике $0 \le z \le H$, $r_0 \le r \le r_2$, который обозначим ABEF. Расположим координатные оси r , z так, как показано на рис. 1. Разобьем рассматриваемую область ABEF на прямоугольные сетки с постоянными размерами сторон сетки (постоянный шаг сетки) по вертикали Δz и по горизонтали Δr. Пронумеруем узлы по вертикали $j = 2,3,...,N-1$ и по горизонтали $j = 1,2,...,M$. Учитывая изменения знака переменного по величине коэффициента при втором члене первого уравнения системы (1) в соответствии с рекомендациями С.К. Годунова [2], записываются конечно-разностные аппроксимации этих уравнений.

Необходимо отметить, что конечно-разносные представления дифференциальных уравнений из системы (1) в областях I и II отличаются только для первого из них в силу обстоятельств, отмеченных выше. Алгебраические представления легко обосновать, если обратить внимание на изменение конфигурации схемы возможных скоростей, представленных на рис. 1 в точках потока A, B и C [4], в зависимости от соотношений характерной вертикальной пульсационной скорости к величине гидравлической крупности взвешенной частицы.

Система уравнений (1) решается по их конечно-разносным представлениям по явной схеме (рис. 2) при следующих граничных условиях.

На левой (вертикальной) границе рассматриваемого прямоугольника (т.е. в начальном створе) принимается, что здесь расположен линейный стационарный источник взвеси (по всей высоте H или на ее части) производительностью $Q_ч$ кг/с (рис. 1)

$$Q_ч = \int_0^H \vartheta_0(z)\overline{U}_r 2\pi r_0 dz \ , \qquad (2)$$

где $\vartheta_0(z)$ - закон изменения исходной концентрации взвешенных частиц подаваемых в радиальный отстойник.

Значения осредненной радиальной скорости, характерной вертикальной пульсационной скорости и характерной лагранжевой частоты вертикальной пульсации скорости в начальном створе считаются известными. А законы изменения этих частиц вдоль радиуса отстойника (т.е. по створам i на рис. 1) принимаются в соответствии с экспериментальными данными.

Поступление взвешенных частиц в поток через свободную поверхность BE и через дно AF невозможно. Считаем, что в области I осаждение взвешенных частиц на дно не происходит, так как здесь величины характерных вертикальных пульсационных скоростей больше гидравлической крупности частиц – осаждающиеся частицы вновь вовлекаются в поток вертикальными пульсационными скоростями. А в области II считаем, что достигшие дна (выпавшие на дно) взвешенные частицы «проходят сквозь дно», - т.е. имеется «поток взвеси сквозь дно» равный

$$\eta(r)=\vartheta_1(r,0)(U_z''-w)+\vartheta_2(r,0)(U_z''+w)\ , \tag{3}$$

или в сеточных обозначениях

$$\eta(i)=\vartheta_1(i,2)(U_z''(i)-w)+\vartheta_2(i,2)(U_z''(i)+w). \tag{4}$$

Исходя из отмеченного, на свободной поверхности и на дне ставим следующие граничные условия:

1) в области I: дно и свободная поверхность непроницаемы для взвешенных частиц

$$\frac{\partial\vartheta}{\partial z}=0 \quad \text{при} \quad z=0,H \tag{5}$$

2) в области II: через свободную поверхность поступления взвешенных частиц нет, то есть на участке свободной поверхности CE

$$\vartheta_1(r,H)=\vartheta_2(r,H)=0 \tag{6}$$

Из изложенного видно, что в области II, если известны значения концентраций взвешенных частиц ϑ_1 и ϑ_2 во всех точках сетки при некотором i то по конечно-разностным представлениям уравнений (1) можно рассчитать значения ϑ_1 и ϑ_2 для всех точек сетки с номером $[i+1,j]$, за исключением $\vartheta_1[i+1,N-1]$ и $\vartheta_2[i+1,N-1]$. Эти значения концентраций взвешенных частиц на свободной поверхности принимаются по граничному условию (6).

Также видно, что в области I, если известны значения концентраций взвешенных частиц ϑ_1 и ϑ_2 во всех точках сетки при некотором i, то можно рассчитать значения ϑ_1 и ϑ_2 для всех точек сетки с номером $[i+1,j]$, за исключением $\vartheta_1[i+1,2]$ и $\vartheta_2[i+1,N-1]$. Эти значения должны быть определены из граничных условий соответствующих (5).

Таким образом, для того, чтобы найти значения осредненной концентрации взвешенных частиц ϑ в любой точке необходимо лишь знать значения ϑ_1 и ϑ_2 в начальном створе.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гиргидов А.Д.* Турбулентная диффузия с конечной скоростью, - Изв. ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 1975, т.108, с. 40-47.

2. *Годунов С.К.* Уравнения математической физики. - М.: Наука, 1971, - 417с.

3. *Джунусов Т.Г.* Экспериментальное определение характеристик радиально растекающегося потока. Сборник научных трудов, «Труды ЛПИ», № 401, ЛПИ, 1984г., с.9-12.

Резюме

Шектелген жылдамдықты турбуленттік диффузия моделін радиал тұндырғыштың ағынындағы қалқыма заттардың таралуы және тұнбаға түсуін есептеу үшін қолдану қарастырылған. Аталған модельдің сандық жүзеге асырылуы келтірілген. Бұл сандық жүзеге асырылу анықталған шекті шарттарда берілген гидравликалық ірілікке ие қалқыма заттардың таралуы және тұнбаға түсу мәселелерін шешу мүмкіндіктерін береді.

Summary

Application of model of turbulent diffusion with final speed to calculation of dispersion and sedimentation of the weighed particles in radially spreading stream of a settler is considered. The numerical realization of the specified model giving possibilities of the solution of tasks of distribution and sedimentation of particles of the set hydraulic krupnost under characteristic boundary conditions is given.

КазГАСА
КазНТУ им. К.И. Сатпаева

Поступила 12.10.12 г.

УДК 539.3

Л.А. Алексеева, А.Н. Дадаева

НЕСТАЦИОНАРНЫЕ КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ ТЕРМОЭЛАСТОДИНАМИКИ

1. Определяющие соотношения. Линейная изотропная термоупругая среда характеризуется конечным числом термодинамических параметров: массовой плотностью ρ, упругими постоянными Ламе λ, μ и термоупругими константами γ, η и κ. В декартовой системе координат такая среда описывается системой уравнений [1,2]:

$$\sigma_{ij,j} - \rho\ddot{u}_i + F_i = 0,$$
$$\theta_{,jj} - \kappa^{-1}\dot{\theta} - \eta\dot{u}_{j,j} + F_{N+1} = 0, \quad j = 1,...,N \tag{1.1}$$

Здесь u_i - компоненты вектора смещений $u(x,t)$, $u_{i,j} = \partial u_i / \partial x_j = \partial_j u_i$; $\theta \equiv u_{N+1}$ - относительная температура $\left(\theta = T(x,t) - T(x,0)\right)$, T - абсолютная температура, F_i - компоненты массовой силы, $F_{N+1} = (\lambda_0 \kappa)^{-1} W$, W- количество выделенного тепла на единицу объема за единицу времени, λ_0 - коэффициент теплопроводности, σ_{ij} – тензор напряжений - связан с перемещениями законом Дюамеля-Неймана:

$$\sigma_{ij} = (\lambda u_{i,i} - \gamma\theta)\delta_{ij} + \mu(u_{i,j} + u_{j,i}) \tag{1.2}$$

При *N=2* рассматривается случай плоской деформации, при *N=3* - пространственный. Всюду по повторяющимся индексам проводится суммирование в указанных пределах изменения.

Подставляя (1.2) в (1.1), получим полную систему уравнений относительно *u:*

$$L_{ij}(\partial_x, \partial_t)u_j + F_i = 0$$

$$L_{ij} = (\lambda + \mu)\partial_i\partial_j + (\mu\Delta - \rho\partial_t\partial_t)\delta_{ij} - \gamma\delta_{j(N+1)}\partial_i, \quad i = \overline{1,N} \tag{1.3}$$

$$L_{(N+1)j} = (\Delta - \kappa^{-1}\partial_t)\delta_{j(N+1)} - \eta(1 - \delta_{j(N+1)})\partial_t\partial_j, \quad j = \overline{1,N+1}$$

Система смешанного гиперболо-параболического типа. Распространяющиеся в термоупругой среде волны могут быть ударными. Уравнение фронта волны *F* имеет вид:

$$det\left\{L_{ij}^2(\nu,\nu_t)\right\} = det\left\{L_{ij}^e(\nu,\nu_t)\right\}\sum_{i=1}^{N}\nu_i^2 = 0 \tag{1.4}$$

где L_{ij}^2 - главная часть оператора $L_{ij}(\partial_x, \partial_t)$, содержащая только старшие производные второго порядка, а L_{ij}^e является дифференциальным оператором уравнений движения соответствующего (λ,μ,ρ) упругого тела, $(\nu,\nu_t) = (\nu_1,...,\nu_N,\nu_t)$ - вектор нормали к F в $\Re^{N+1}$. Из (1.4) следует, что

$$\text{либо } \sum_{i=1}^{N} \nu_i^2 = 0, \quad \text{либо } det\left\{L_{ij}^e(\nu, \nu_t)\right\} = 0$$

Первое уравнение описывает характеристическую поверхность классического параболического уравнения, которая имеет вид $t = const$ и не определяет волновой фронт в $\Re^N$. Второе - описывает волновые фронты F_t, движущиеся в $\Re^N$ со скоростью

$$c = |\nu_t| / \sqrt{\sum_{i=1}^{N} \nu_i^2}, \qquad c = c_j \quad (j = 1,2), \tag{1.5}$$

где $c_1 = \sqrt{(\lambda + 2\mu)/\rho}$ - скорость объемных упругих волн, $c_2 = \sqrt{\mu/\rho}$ - скорость сдвиговых волн. Т.е. волновые фронты (*ударные волны*) в термоупругой среде движутся со скоростью упругих волн.

Вводится пространство финитных бесконечно дифференцируемых вектор-функций $\varphi(x,t) = \{\varphi_1(x,t), ..., \varphi_{N+1}(x,t)\} \in D_{N+1}(R^{N+1})$. Ему соответствует сопряженное пространство $D'_{N+1}(R^{N+1})$ - пространство обобщенных вектор-функций $\hat{f}(x,t) = \{\hat{f}_i(x,t), i = \overline{1, N+1}\}$ - линейных функционалов на $D_{N+1}(R^{N+1})$.

Для того, чтобы сохранялись условия сплошности среды и u было решением (1.1) в $D'_{N+1}(R^{N+1})$, должны выполняться следующие условия на скачки:

$$[u_j]_F = 0, \qquad [\theta]_F = 0$$

$$[\sigma_{ij}\nu_j - \rho\nu_t \dot{u}_i]_F = 0 \qquad [(\theta_{,j} - \eta\dot{u}_j)\nu_j - \kappa^{-1}\theta\nu_t]_F = 0, \; i, j = \overline{1, N}$$

С учетом (1.3) и равенства $n_j = \nu_j / \sqrt{\nu_k \nu_k}$ из них следуют законы сохранения на подвижных волновых фронтах F_t в R^N:

$$[u]_{F_t} = 0, \qquad [\theta]_{F_t} = 0, \tag{1.7}$$

$$[\sigma_{ij} n_j + \rho c \dot{u}_i]_{F_t} = 0, \tag{1.8}$$

$$[\theta_{,j} n_{,j}]_{F_t} = \eta [\dot{u}_j n_j]_{F_t} \tag{1.9}$$

здесь *n* - *волновой вектор* - единичный вектор, перпендикулярный F_t, направленный в сторону распространения волны. Равенство (1.7) является условием сохранения сплошности среды, (1.8) совпадает с известным законом сохранения импульса на фронтах ударных волн в упругих средах [4]. Из (1.7) и (1.9) следует, что на волновых фронтах температура непрерывна, но ее градиент терпит скачок, пропорциональный скачку нормальной составляющей к фронту скорости смещений среды.

Будем называть решение уравнений (1.1), удовлетворяющее на волновых фронтах условиям (1.7)-(1.9), *классическим*.

2. Постановка краевых задач. **Пусть среда занимает область S^-, ограниченную замкнутой поверхностью Ляпунова *S* с внешней нормалью *n*. Рассмотрим следующие краевые задачи с начальными условиями:**

$$u_i(x,0) = u_i^0(x), \; \theta(x,0) = \theta^0(x), \; x \in (S^- + S); \quad \dot{u}_i(x,0) = \dot{u}_i^0(x), \; x \in S^- \tag{2.1}$$

$$u^0 \in C(S + S^-), \dot{u}^0 \in C(S + S^-).$$

Задача 1. На границе ($x \in S$) известны действующие нагрузка и тепловой поток:

$$\sigma_{ij}(x,t)n_j(x) = q_i^S(x,t), \quad \frac{\partial\theta(x,t)}{\partial n} = \theta^S(x,t), \tag{2.2}$$

$g_i^S \in C'(S\times[0,\infty)), \theta^S \in C(S\times[0,\infty))$

Задача 2. Для $x \in S$ заданы перемещения и температура

$$u_i(x,t) = u_i^S(x,t), \quad u_i^S(x,0) = u_i^0(x); \ \theta(x,t) = \theta^S(x,t), \quad \theta^S(x,0) = \theta^0(x) \tag{2.3}$$

$$u_i^S \in C(S\times[0,\infty)), \theta^S \in C(S\times[0,\infty))$$

Задача 3. Для $x \in S$ заданы перемещения и тепловой поток

$$u_i(x,t) = u_i^S(x,t), \quad u_i^S(x,0) = u_i^0(x); \quad \frac{\partial\theta(x,t)}{\partial n} = q^S(x,t) \ . \tag{2.4}$$

$$u_i^S \in C(S\times[0,\infty)), g^S \in C'(S\times[0,\infty))$$

Задача 4. Для $x \in S$ заданы нагрузки и температура

$$\sigma_{ij}(x,t)n_j(x) = q_i^S(x,t); \quad \theta(x,t) = \theta^S(x,t), \quad \theta^S(x,0) = \theta^0(x) \tag{2.5}$$

$$g_i^S \in C'(S\times[0,\infty)), \theta^S \in C(S\times[0,\infty))$$

Здесь *C(...)* - класс непрерывных на указанном множестве функций, *C'(...)*- кусочно-непрерывные ограниченные функции.

На фронтах решений удовлетворяются условия непрерывности (1.7)-(1.9). Требуется построить определяющие соотношения и ГИУ для поставленных задач.

Далее, для удобства выкладок, нам удобно представить σ_{ij} в виде-

$$\sigma_{ij} = C_{ij}^{kl} u_{k,l} - \gamma\delta_{ij}\theta \tag{2.6}$$

где C_{ij}^{kl} - тензор упругих констант, вообще говоря, анизотропной термоупругой среды удовлетворяет условиям симметрии

$$C_{ij}^{kl} = C_{ji}^{kl} = C_{ij}^{lk} = C_{kl}^{ij} \tag{2.7}$$

В изотропном случае он имеет вид:

$$C_{ij}^{kl} = \lambda\delta_{ij}\delta_{kl} + \mu\left(\delta_{ik}\delta_{jl} + \delta_{il}\delta_{jk}\right)$$

3. Метод граничных интегральных уравнений в краевых задачах несвязанной термоэластодинамики. Когда в уравнении для температурного поля (1.1) можно пренебречь скоростью объемной деформации среды, краевая задача распадается на две: определение температурного поля, после чего становится возможным определение поля перемещений и напряжений.

Данная модель хорошо описывает термонапряженное состояние среды под действием тепловых источников, как объемных, так и поверхностных, но, в отличие от модели связанной термоэластодинамики, непригодна для определения температуры среды при действии объемных и поверхностных нагрузок.

В работах [6] для решения краевых задач несвязанной термоэдастодинамики нами разработан МГИУ и на его основе программный комплекс для решения внешних краевых задач. При решении этих задач мы строили ГИУ в пространстве преобразований Лапласа по времени. Одна из основных проблем метода ГИУ в пространстве преобразования Лапласа, которая достаточно хорошо известна, - неустойчивость численных процедур обращения трансформант решений с ростом времени t, что не позволяет в расчетах численными методами строить асимптотики решений при больших временах. Кроме того, в силу разной скорости распространения упругих деформаций в массиве и теплового нагревания среды, появляется существенная разность между аргументами ядер в ГИУ для трансформант температуры $\overline{\theta}(x,p)$ и перемещений $\overline{u}(x,p)$, что приводит к значительным трудностям при решении ГИУ для разных значений параметра преобразования Лапласа *p*. Так, если последовательность параметров $\{p_k\}$ удобна для решения ГИУ температурного поля и восстановления его оригина-

ла, то эта последовательность не подходит для решения ГИУ напряжений и наоборот. Причина этого заключается в поведении функции Макдональда $K_n(z)$, которые имеют сингулярность при $z=0$ и убывают экспоненциально при росте z, поэтому решение ГИУ для малых и больших аргументов ядер, которые содержат эти функции, неустойчиво. При численном обращении трансформант выбор последовательности $\{p_k\}$ является сложной задачей. Другая сложность для решения внешних краевых задач, является неограниченность области интегрирования и необходимость вычисления сингулярных объемных интегралов для неограниченной области при некоторой последовательности значений преобразований Лапласа при определении трансформант напряженного состояния. При численной реализации ГИУ для внешних задач на первом этапе алгоритма необходимо дискретизировать неограниченную внешнюю область. Точка коллокации при этом может оказать в любой из дискретизированной области и в этом случае резко усложняется сам вычислительный процесс.

Для того чтобы избежать эти проблемы здесь разрабатывается МГИУ в исходном пространстве $R^2 \times t$.

Уравнения состояния термоупругой среды:

$$\sigma_{ij,j} - \rho\ddot{u}_i + F_i = 0, \quad j = 1,...,N$$
$$\theta_{,jj} - \kappa^{-1}\dot{\theta} + Q = 0, \tag{3.1}$$

Эти уравнения, краевые и начальные условия позволяют вначале определить температуру среды, потом ее НДС.

Определение температурного поля. Для определения температуры среды используем функцию Грина уравнения теплопроводности, соответствующую $Q = \delta(x)\delta(t)$ [6]:

$$4\pi U(x,t) = \frac{H(t)}{k^3 t}\exp(-\|x\|^2 / 4k^2 t) \tag{3.2}$$

Используя свойства свертки фундаментальных решений [3], температуру $\theta(x,t)$ можно представить в виде:

$$H_S^-(x)H(t)\theta(x,t) = \int_S dS(y)\int_0^t \frac{\partial U(x-y,\tau)}{\partial n(y)}\theta(y,t-\tau)d\tau -$$
$$-\int_S dS(y)\int_0^t q(y,t-\tau)U(x-y,\tau)d\tau + \int_{S^-} dV(y)\int_0^t Q(y,t-\tau)U(x-y,\tau)d\tau \tag{3.3}$$

Формула позволяет по заданным значениям температуры и теплового потока на границе определять температурное поле внутри области. Для $x \in S$, $t>0$ эта же формула дает ГИУ для определения температуры на границе. После определения температуры $\theta(x,t)$ на границе можно определить температуру во внешней области. Доказательство справедливости этой формулы для граничных точек можно провести в исходном пространстве. Однако она непосредственно следует из ГИУ для трансформанты температуры [5,6] и имеет, с учетом (5.2), следующий вид:

$$2\pi\,\theta(x,t) = \int_S r\frac{\partial r}{\partial n(y)}dS(y)\int_0^t \frac{\exp(-r^2/4k^2\tau)}{2k^5\tau^2}\theta(y,t-\tau)d\tau -$$
$$-\int_S dS(y)\int_0^t \frac{\exp(-r^2/4k^2\tau)\,q(y,t-\tau)}{k^3\tau}d\tau + 4\pi\int_{S^-} dV(y)\int_0^t Q(y,t-\tau)\frac{\exp(-r^2/4k^2\tau)}{k^3\tau}d\tau \tag{3.4}$$

Здесь $r = \|x-y\|$, $r_{,j} = \partial r/\partial y$. После решения этого уравнения на границе восстанавливается температура в любой точке области.

Определение поля перемещений. Для определения перемещений используем тензор Грина $U_{ij}(x,t)$ уравнений эластодинамики, который построен в [4] и выражается формулой:

$$2\pi U_{ij}(x,t) = (2r_{,i}\, r_{,j} - \delta_{ij})\frac{t^2}{r^2}\left(\frac{c_1 H(c_1 t - r)}{\sqrt{c_1^2 t^2 - r^2}} - \frac{c_2 H(c_2 t - r)}{\sqrt{c_2^2 t^2 - r^2}}\right) +$$

$$+\left((\delta_{ij} - r_{,i}\, r_{,j})\frac{H(c_1 t - r)}{c_1\sqrt{c_1^2 t^2 - r^2}} + r_{,i}\, r_{,j}\,\frac{H(c_2 t - r)}{c_2\sqrt{c_2^2 t^2 - r^2}}\right) \qquad (3.5)$$

Здесь $r = \|x\|$, $r_{,j}=x_j/r$. Исследование асимптотических свойств этого тензора показало, что он имеет слабую особенность на волновых фронтах $r = c_i t$, не имеет сингулярностей при фиксированном $t>0$, $r\to 0$, и асимптотически эквивалентен $1/t$ при $t\to 0$.

Введем также следующие фундаментальные тензоры:

$$\Sigma_{ij}^k(x,t) = \lambda U_{m,m}^k\,\delta_{ij} + \mu(U_{i,j}^k + U_{j,i}^k),$$
$$\Gamma_i^k(x,t,n) = \Sigma_{ij}^k n_j, \quad T_i^k(x,t,n) = -\Gamma_k^i(x,t,n) \qquad (3.6)$$

Значение знака свертки (*) над переменной t означает, что эта свертка берется только по этой переменной. Если такой символ отсутствует, то свертка берется по (x,t).

В работах [4,5] на основе этих тензоров построен динамический аналог формулы Кирхгофа-Сомильяны для определения перемещений упругой среды, который позволяет по граничным значениям перемещений и нагрузок определять перемещения в среде. Особенностью ее интегрального представления является регуляризация подынтегральных функций на фронтах. Однако ее можно представить в более удобном виде. Введем первообразные по t тензоры:

$$V_i^k(x,t) = U_i^k(x,t) \underset{t}{*} H(t), \quad W_i^k(x,t,n) = T_i^k(x,t,n) \underset{t}{*} H(t)$$

Особенности тензора V_j^k исследованы в [4]. Первообразная V_j^k имеет логарифмическую сингулярность при $r = 0$ и конечные разрывы на фронтах:

$$2\pi V_j^i(x,t) = \delta_{ij}\sum_{k=1}^{2}\frac{H(c_k t - r)}{2c_k^2}\ln\left(\frac{c_k t + \sqrt{c_k^2 t^2 - r^2}}{r}\right) -$$

$$-\frac{(2r_{,i}\, r_{,j} - \delta_{ij})}{r^2}\sum_{k=1}^{2}(-1)^k H(c_k t - r)\frac{t}{c_k}\sqrt{c_k^2 t^2 - r^2}$$

Тензор W_j^i можно представить в виде:

$$W_j^i = T_j^{is} + W_j^{id}$$

Здесь $T_j^{iS}(x,n)$ - тензор Грина статических уравнений Ламе [4]. Асимптотические свойства этого тензора хорошо изучены. В частности $T_j^{iS}(x,n)$ имеет сильную особенность при $x=0$: $T_j^{iS}(x,n) \sim K_{ij}/\|x\|, \|x\| \to 0$, где K_{ij} - ограничены, и удовлетворяет формуле Гаусса

$$V.P.\int_S T_j^{iS}(x - y, n(y))dS(y) = H_S^-(x)\,\delta_j^i.$$

Интеграл сингулярный только для граничных точек.

Динамическая часть тензора $W_j^{id}(x,t,n)$ имеет слабую особенность на волновых фронтах. Используя эти тензора и свойства свертки тензора Грина, формулу для определения перемещений можно представить в виде:

$$H_S^-(x)H(t)u_i(x,t) = U_j^i * G_j + \int_S dS(y)\int_0^t U_j^i(x-y,\tau)p_j(y,\tau)d\tau + \\ + \int_S dS(y)\int_0^t W_j^{id}(x-y,\tau,n(y))\dot{u}_j(y,t-\tau)d\tau + V.P.\int_S T_j^{iS}(x-y,n(y))u_j(y,t)dS(y) \quad (3.7)$$

Для $x \in S$ уравнение (3.7) является ГИУ для определения перемещений $u_i(x,t)$. Здесь все интегралы, кроме последнего, являются регулярными. Последний интеграл является сингулярным и существует в смысле главного значения.

Решая уравнения (3.4) для $x \in S$ последовательно по шагу времени t получаем температуру на границе области. Затем определяется $\theta(x,t)$ во внешней области $S_1^-(x,t)$ для $\forall x \in S$ и перемещения $u(x,t)$ определяются из уравнения (3.7) на S. После этих вычислений можно определить напряженно-деформируемое состояние среды в любой точке, используя уравнения (3.2**),** (3.4).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Новацкий В.* Динамические задачи термоупругости. М., 1970 - 256 с.

2. *Купрадзе В.Д., Гегелиа Т.Г., Башелейшвили М.О., Бурчуладзе Т.В.* Трехмерные задачи математической теории упругости и термоупругости.М.1976.664с.

3. *Владимиров В.С.* Уравнения математической физики. М.1981. 512 с.

4. Айталиев Ш.М., Алексеева Л.А., Дильдабаев Ш.М., Жанбырбаев Н.Б. Метод граничных интегральных уравнений в задачах динамики упругих многосвязных тел. Алма-Ата:Наука, 1992. 280с.

5. *Alexeyeva L.A., Dildabayev Sh.A., Zakiryanova G.K., Zhanbyrbaev A.B.* Boundary Integral Equations Method in two-and three-dimensional problems of elastodynamics // Computational mechanics. – 1996. – Vol.18 . – PP. 147–157.

6. *Алексеева Л.А., Дадаева А.Н., Жанбырбаев.* Метод граничных интегральных уравнений в краевых задачах несвязанной термоэластодинамики //Прикладная математика и механика. 1999. Т.63 . №5. с.853-859

Резюме

Осы мақалада әр тұрлі бастапқы шеттік термосерпімділік есептер қаралады.

Қоршаған ортаның жылуын анықтау үшін жылу өткізгіштік теңдеуінің грин функциясы пайдаланылған. Алынған шекаралық инетгралдық теңдеуді уақыт t бойынша тізбектеп шеше отырып, шекарадағы жылуды табамыз, содан соң сыртқы (ішкі) аймақта табамыз.

Эластодинамика теңдеуінің Грин тензорын $\vartheta_{ij}(x,t)$ пайдаланып, $U_i(x,t)\,(i=1,2)$ қозғалыс өрісін анықтау үшін сингулярлық шекаралық интегралдық теңдеу алынған.

Summary

In this paper consider nonstationary boundary initial problems of thermoelastodynamics. The boundary integral method (BIM) was constructed for solving a transient value problem of uncoupled thermoelastodynamics on the theory of generalized functions obtain boundary integral equations (BIE) for the determine temperature field with Green's function. Numerical solving BIE step by step on the time gives the temperature at a boundary. Then defined temperature inside (onside) medium. For determining of a displacement was used fundamental Green's tensor for elastodynamics and obtain singular BIE.

Институт математики МОН РК
КазНТУ им. К.И. Сатпаева

Поступила 08.11.12 г.

А.О. Султанбекова, М.Б. Джумагалиева

РАЗВИТИЕ IP - ТЕЛЕФОНИИ В КАЗАХСТАНЕ

На сегодняшний день телекоммуникационная сеть г.Алматы - это самая крупная сеть в Казахстане.

Она в 3 - 4 раза превышает размеры телекоммуникационных сетей других филиалов ОАО «Казахтелеком». Сеть города Алматы организована по принципу районирования. Она состоит из четырех узловых районов, ориентировочно разделенных по сторонам света. Позднее был также организован узел, включающий в себя только электронные станции, но он уже шел как наложенная сеть. Вот почему на всех узлах встречается пятый и девятый индексы. Для замены аналоговых станций и создания цифровой сети, с учетом сложившейся ситуации было решено, что АТС просто заменят аналоговые, районирование будет сохранено созданием дополнительных колец SDH уровня STM-4. Связывать три кольца будет главное кольцо SDH уровня STM-16.

На пересечениях колец SDH уровня STM-4 и главного кольца было решено установить по две транзитных станции для увеличения надежности. Станции внутри колец SDH уровня STM-4 будут связываться по принципу каждая с каждой. Связь станции одного кольца со станцией другого кольца будет осуществляться через две транзитные согласно схеме организации связи.

В данный момент на городской телефонной сети города Алматы работают аналоговые АТС типа - АТСДШ, АТСК, АТСКУ и электронные АТС типа - S-12, DTS, DMS, DX.

Исходя из этого, общая монтированная емкость АТС электронных систем составляет - 160576 номеров (38,2 процента от емкости сети). Монтированная емкость аналоговой сети составляет 260375 номеров, или 61,8 процента от монтированной емкости. Сеть города Алматы построена по принципу «районированная с узлами входящего сообщения» с четырьмя узловыми районами: УВСК-2/21, УВСК-3/32, УВСК-4/42, УВСК-6/63. Внутри каждого узлового района станции соединяются по принципу «каждая с каждой».

Существующие станции города работают по следующей схеме организации связи:

– к АТС второго узлового района - через УВСК-2/21 для всех станций;

– к АТС четвертого узлового района - через УВСК-4/42 для всех станций;

– к АТС третьего и шестого узловых районов - через УВСК-3/32, УВСК6/63 - для координатных и электронных АТС, и УВСШ-3/39, 6/62 - для АТС декадно-шаговой системы.

Выход станций аналоговой сети к станциям цифровой сети осуществляется: станции третьего и шестого узловых районов, за исключением:

– АТС-35/36, 64/65, 68 выходят через ОПТС-3

– АТСК-35/36 - через ОПС-51 (находятся в одном здании);

– АТСК-64/65 - через ОПС-53/34 (находятся в одном здании);

станции второго и четвертого узловых районов и АТСК-68 через ОПТС-4.

Для пятого и девятого узловых районов организован единый транзитный электронный узел ТС-5,9. В г. Алматы функционируют АМТСЭ и МЦК на базе оборудования 5ESS. Междугородная и международная связь со станциями города осуществляется по заказно-соединительным и междугородным линиям (ЗСЛ, СЛМ) по транспортной сети SDH.

На сети организованы узлы входящего междугородного сообщения (УВСМ).

Транспортная сеть города большей частью, построена на оптических кабелях, которые уплотняются цифровыми системами передач, синхронной цифровой иерархии (SDH). Немалое значение имеет более высокое качество передачи, обеспечиваемое синхронными сетями. Более высокая пропускная способность дает возможность более эффективно передавать видеосигналы и высокоскоростные данные. Мультиплексоры ввода-выделения могут устанавливаться в петле обслуживания бизнес - структур для сбора и организации корпоративного абонентского трафика. Такие мультиплексоры можно реконфигурировать из центрального пункта управления для предоставления абонентам необходимой ширины полосы в любое время.

Надежность оборудования SDH в сочетании с такими факторами как самовосстанавливающие кольцевые сети обеспечивает столь высоко ценимую непрерывную связь.

Во-первых, сеть города Алматы морально устарела, она не может в полной мере удовлетворить растущей потребности населения, такие как интернет, передача данных, видео конференции. Первый этап модернизации сети города Алматы целесообразно начать с замены АТС декадно-шагового типа и постепенной замены координатных АТС. В настоящее время уже осуществляется этап «Модернизации и расширение телекоммуникационной сети города Алматы ».

Необходимость замены АТС-62/69 заключается в следующем. Во-вторых - АТС-62/69 является станцией декадно-шаговой системы. Декадно-шаговые АТС морально и технически устарели. Эксплуатация АТС ДШ предполагает большой штат технического персонала для устранения возникших повреждений и ремонта оборудования, так как существенными недостатками автоматических станций этого типа является наличие в искателях подвижных, трущихся частей и ударных усилий, что приводит к сравнительно быстрому нарушению регулировок, износу и поломке деталей. В эксплуатации АТС ДШ свыше половины всех повреждений составляют механические повреждения.

Для автоматических телефонных станций этого типа серьезным недостатком является наличие шумов в разговорном тракте. Основной причиной этого является скачкообразное изменение сопротивления контакта в разговорной цепи при вибрации щеток под влиянием ударных усилий от соседних работающих искателей, вследствие чего возникают большие уровни импульсных шумов. В результате снижается разборчивость телефонной передачи.

В АТС применяются индивидуальные управляющие устройства, непосредственное управление и прямой способ установления соединений. Применение индивидуальных управляющих устройств неэкономично, поскольку они оказываются занятыми не только на время установления соединения, но и в течение всего разговора. Основными недостатками электромеханических элементов являются недостаточная скорость работы, недостаточная надежность работы, большие эксплуатационные расходы, трудоемкость производства искателей, реле, соединителей, большие габаритные размеры и масса.

Система EWSD фирмы Siemens это мощная и гибкая цифровая электронная коммутационная система для сетей связи общего пользования.

Коммутационная система EWSD-это уникальная система на все случаи применения с точки зрения размеров телефонных станций, их производительность, диапазона предоставляемых услуг и окружающей сеть среды. Она в равной мере может использоваться как небольшая сельская телефонная станция минимальной емкости, так и большая местная или транзитная станция максимальной емкости. Архитектура EWSD модульная во всех отношениях. Одним из факторов, способствующих ее гибкости, является использование распределенных процессоров с функциями локального управления. Координационный процессор занимается общими функциями.

На основе EWSD возможна реализация сети интегрального обслуживания ISDN, которая надежно и экономично в соответствии с потребностями пользователя позволяет одновременно осуществлять коммутацию и передачу телефонных вызовов, данных, текстов и изображений.

Рассмотрев три наиболее передовые системы коммутации, мы убедились, что каждая из них может быть использована для реконструкции ГТС г. Алматы. Проведем их краткий сравнительный анализ для выбора одной из них.

При создании связи в Казахстане необходимо учитывать имеющееся электронное оборудование. Так как станции EWSD на сети республики не используются, поэтому установка этой станции нецелесообразна.

Кроме того, станции 5ESS и EWSD имеют иерархическое управление, а взаимосвязь между управляющими устройствами (УУ) осуществляется с помощью общей шины. Управляющие устройства поочередно (с разделением во времени) используют ее для передачи необходимой информации. В любой момент по общей шине информация может передаваться только между одной парой УУ. Использование общей шины приводит к снижению живучести системы, так как пропускная способность общей шины ограничена.

В коммутационной системе S-12 этой проблемы не существует, так как в ней полностью децентрализованное управление и коммуникация между УУ отдельных терминальных модулей осуществляется по цифровому коммутационному полю в виде стандартных сообщений. Для данного обмена сообщениями могут использоваться все пути внутри цифрового коммутационного поля. Благодаря этому нет нужды в использовании комплексной шинной системы, так как цифровое коммутационное поле станции S-12 легко перестраивается и в случае расширения коммутационной системы не требуется его реконфигурации.

Эти два фактора являются признаками самого перспективного направления в развитии цифровых систем коммутации.

С учетом вышесказанного можно сделать вывод о целесообразности замены АТС ДШ-62,69 именно на систему S-12, имеющую решающие преимущества перед другими перспективными системами коммутации.

Общегосударственная коммутируемая телефонная сеть страны не может успешно развиваться без существенного повышения надежности оборудования коммутируемых узлов и станций, каналов и трактов сети. При существующем уровне надежности и организации эксплуатационно-технического обслуживания оборудования связи, поставленная задача потребовала бы дополнительного привлечения трудовых ресурсов. Ожидается, что повышение надежности оборудования сети значительно повысит использование основных фондов в хозяйстве связи и косвенно окажет влияние на ускорение оборачиваемости оборотных средств, сокращение излишних запасов материалов и оборудования, уменьшение потерь на предприятиях-потребителях услуг связи, а также улучшит качество обслуживания вызовов на сети.

Под надежностью коммутационного узла, станции, пучка каналов следует понимать их свойство выполнять свои функции по установлению соединений между абонентами коммутируемой телефонной сети и удержанию соединений на время передачи информации (разговора), сохранения во времени значения показателей качества обслуживания вызовов и параметров тракта передачи в установленных пределах. Критерием отказа направления связи или пучка каналов является превышение потерями вызовов, измеренными за небольшой промежуток времени t, определенного порога.

Критерием отказа элементов тракта передачи узла, станции или отдельного канала является снижение отношения сигнал/шум ниже допустимого предела.

Современные сложные технические системы, к числу которых относятся многие системы, характеризуются многофункциональностью, многоканальностью и т.п. Поэтому традиционно использовавшиеся показатели надежности, основанные на понятии полного отказа такой системы (наработка на отказ, коэффициент готовности и т.д.), оказываются малопригодными, а то и вовсе лишены практического смысла. Это связано с тем, что отказы отдельных элементов приводят, как правило, не только к полному выходу системы из строя, а к некоторому снижению эффективности ее функционирования.

Показатель надежности подобных систем должен отражать влияние отказов отдельных элементов системы на техническую эффективность ее применения по назначению, под которой понимают свойство системы создавать некоторый полезный результат (выходной эффект) в течении некоторого периода эксплуатации в определенных условиях. Одним из таких показателей является коэффициент сохранения эффективности (КСЭ).

КСЭ - отношение показателя эффективности системы, рассчитанного с учетом возможности отказов ее элементов, к номинальному значению этого показателя, рассчитанному при условии полной работоспособности. Это означает, что в соответствии с задачами системы должен быть выбран показатель эффективности, т.е. мера качества выполнения системой своих функций.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аваков Р.А., Шилов О.С.* Основы автоматической коммутации Москва: Радиосвязь и связь.1981.

2. *Гольдштейен А.В.* Э(Ре)волюция комутационой техники // «Вестник связи», - № 11 - 2002. С. 48-52

3. *Томский В.С.* Новые подходы к проектированию телекоммуникационных сетей //«Электросвязь», - № 5 - 2000. С.20-22.

4. *Маркин Н.П.* Принципы построения цифровых коммутационных полей АТС/МТУ СИ. - М., 1992.

5. *Барамысова Г.А.* Методические указания к экономической части дипломного проекта для специальности.2305.всех форм обучения.- Алматы, АИЭС, 1990.

6. *Баклашов Н.И., Китаева Н.Ж.* Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды. - Москва: Радио и связь, 1989.

7. *Савин А.Ф.* Эволюция оборудования доступа от модемов к мультисервисной платформе. // «Вестник связи», - № 9 - 2002. С. 43-49.

Резюме

Бүгінгі күнде коммутациялық техниканың озақтығы қарапайым сөздің және жеделхаттың шегінен шықты. Қазіргі таңда тұтынушылар интернет, электрондық пошта, бейне конференция жәнеде тағы басқа осы күнде электрондық және есептеуші техниканың дамуына байланысты бұл прогрессті автоматты коммутациялық техникаға еңгізуді талап етуде. Бұндай автоматты коммутациялық жүйелерге квазиэлектрондық және электрондық автоматты бекттер жәнеде бұған бөлінген қаржы белгілі есптеушілерден болінсе.

Summary

For today progress of switching technics fell outside the limits a normal voice transmission or the telegram. Today the client demands from the local operator such services as the Internet, email, video conference and it is not all spectrum of requests of customers and it is connected to modern achievements and rapid development of electronic and computer techniques, that demands creation and implementation qualitative new systems of automatic switching. The quasi-electronic, electronic unmanned stations and units, in which the management system is constructed on the basis of usage of computing facilities concern to such systems.

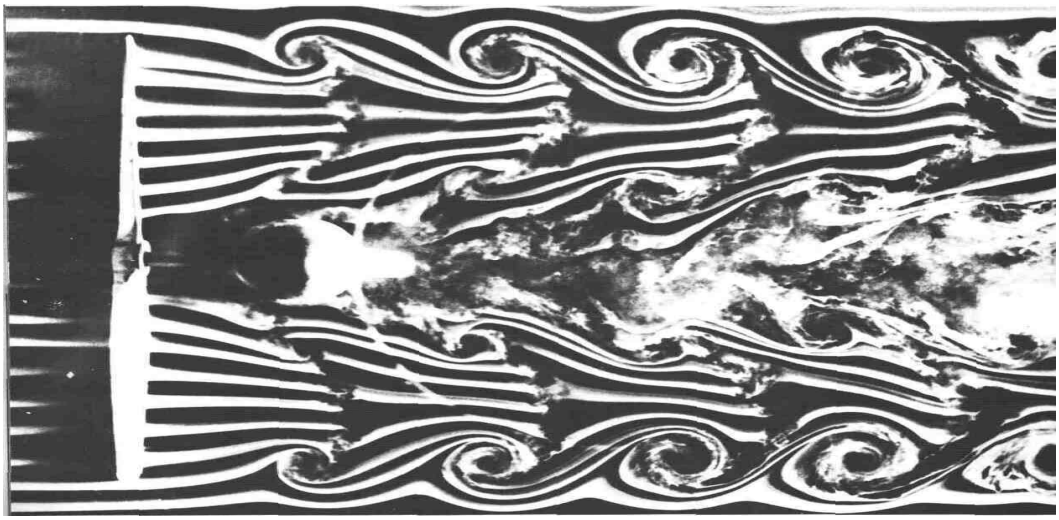
University of International Business *Поступила 25.10.11 г.*

УДК 532.517.4.

А.Ж. Тұрмұхамбетов

Гидродинамикалық турбуленттіліктің кеңістіктік масштабтары

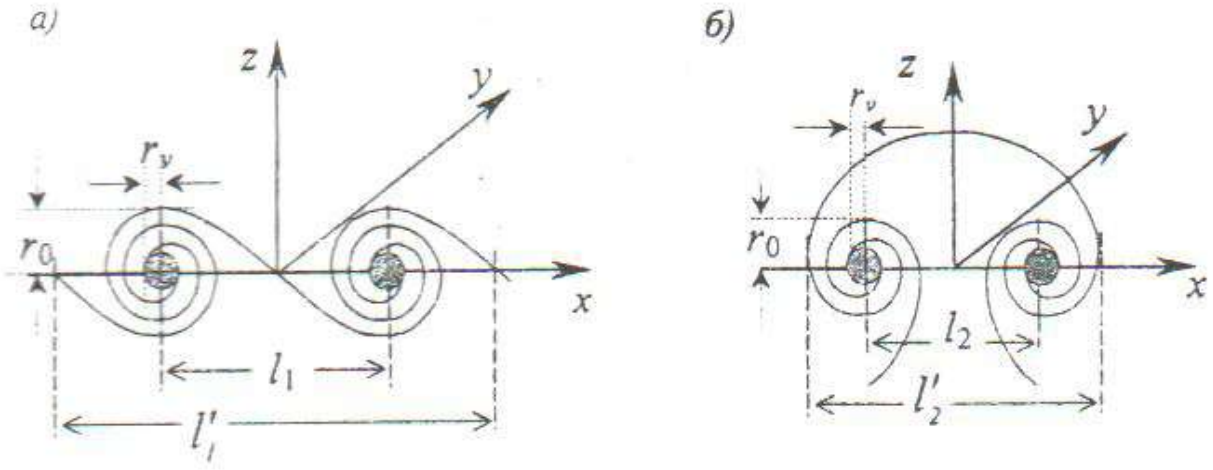
Классикалық физиканың әлі толық шешілмеген бірден бір маңызды мәселесі – турбуленттілік болып отыр. Расында, турбуленттілік макроскопиялық жүйелердегі қозғалыстың ең бір қызық және күрделі түрі. Алғаш рет сұйықтықтардың құбырдағы қозғалысын зерттеу барысында байқалған, турбуленттіліктің бір ерекше сипаттамасы бар: ол – құйындар. Яғни, турбуленттілікті құрылымдық элементтері бір жаққа бағытталып немесе қарсы бағытталып айналған құйындардың өзара әрекеттерінің нәтижесі деп айтуға болады. Осындай құйындардың табиғатта кездесетінін көптеген арнаулы тәжірибелер дәлелдейді. Мысал ретінде айналған винттен кейінгі ағындағы құйындар бейнесін келтіріп отырмыз (1-сурет). Бір жаққа бағытталған құйындардың өзара әрекеті араласу қабатында, ағыншаның еркін шекаралық бетінде, ал қарсы бағытта айналған құйындардың өзара әрекеті денеден кейінгі ағында, шекаралық қабатта кездеседі. Шекаралық шарттардың әсері



1-сурет. Айналған винттен кейінгі ағындағы құйындар бейнесі [1]

әлсірейтін орныққан турбуленттік ағыста құйындық кластерлердің екі түрі де жақын ықтималдылықпен байқалады. Айта кету керек, турбуленттілік күнделікті өмірде жиі кездесуіне байланысты оған ғалымдардың назары тым ерте (1883 жылы, О.Рейнольдс) ауғанмен, әлі де болса құбылыс ретінде оның қалыптасқан анықтамасы жоқ. Жылына турбуленттілікке мыңнан аса ғылыми басылымдар арналса да, оның қасиеттері толық жүйеге келтірілмеген. Яғни, әр зерттеуші өз көзқарасына байланысты турбуленттіліктің кейбір жеке дара қасиеттеріне көңіл бөледі. Дегенмен, белгілі басылымдарды сараптауға қарағанда турбуленттіліктің жиірек айтылатын қасиеттерінің қатарына макроскопиялық масштабтары, тепе-теңдік еместігі, еркіндік дәрежелерінің көп болуы, құрылымының күрделігі, кездейсоқтығы, диффузияға бейімділігі, тұтастығы жатады. Сонымен, қорыта келе турбылентті орта тепе-теңдік еместік, стохастикалық, квазистационарлық, қауымдастық, өзіндік ұйымдасу, иерархиялық және диссипативтік қасиеттерімен сипатталады деуге болады. Міне, осындай жан-жақты көзқарастар, алуан пікірлер болуына қарамастан, көптеген тәжрибе нәтижелері негізінде турбуленттіліктің ерекше бір қасиеті бар. Ол – құрылымдылық. Осыған байланысты, біздің ойымызша, турбуленттіліктің кез келген зерттеуінде назар азды-көпті міндетті түрде оның құрылымына бөлінуі керек. Осы жұмыста сондай бір зерттеулердің нәтижесі келтіріліп отыр.

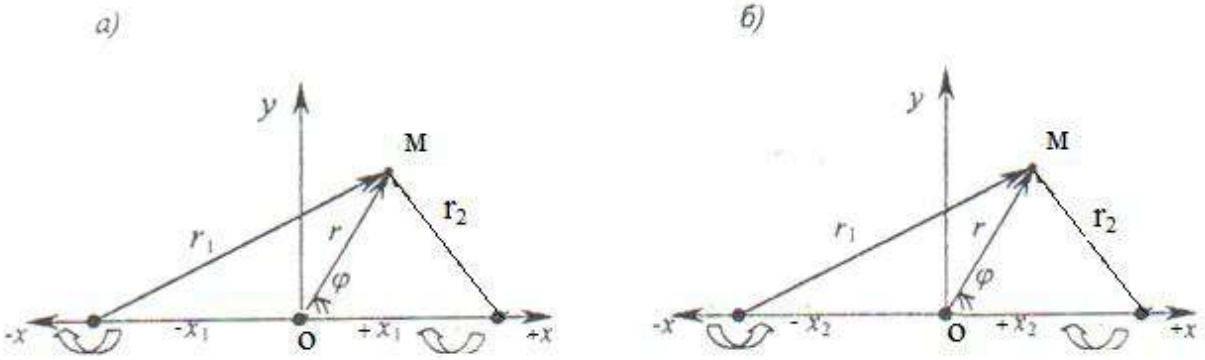
Теориялық зерттеу үшін 2-суретте құйындық кластерлердің екі түрінің сұлбалары көрсетілген. Құйындық элементтердің өзара әрекетін сипаттау үшін мынадай масштабтар енгізілді: r_0 - құйын ядросының радиусы (квазиқатты айналу аумағы). r_ν - тұтқырлықтың (ν-кинематикалық тұтқырлық коэффициенті) тежелу әсеріне байланысты қарсы бағытталған қозғалыс байқалмайтын диссипативтік қозғалыс аймағының радиусы. l_1, l_2 - бір бағытта және қарсы бағытта айналатын өзара әсерлесетін құйындардың орталарының ара қашықтығы. l'_1, l'_2 - құйындық кластерлердің локализациялау аймақтарының өлшемдері.



2-сурет. Құйынды кластерлердің сұлбалары. а) элементтері бір бағытта айналған;
б) элементтері қарама-қарсы бағытта айналған

Турбуленттіліктің дамуын құйын элементтері арасындағы өзара әрекеті арқылы қарастыруда, жалпы ол элементтердің де құрылымдылығын ескеру қажет. Бірақ, зерттеу барысы түсінікті және дәлелді болу үшін, ұсынылып отырған жұмыста бірінші жуықтау ретінде құрылымсыз элементтердің өзара әрекеті қарастырлып отыр.

Есепті біршама жеңілдету үшін, құйындық кластерлердің центрлерін салыстырмалы қозғалмайтын санақ жүйесінде орналастырсақ, екі құйындардың арасындағы динамикалық өзара әрекет есептелгенмен, олардың бірі-бірінің өрісіне орын ауысуы, яғни, кинематикалық әрекет қарастырылмайды. Осындай есеп моделінің сұлбасы 3-суретте беріліп отыр.



3-сурет. Құйындардың өзара әрекеттерінің сұлбалары. а) бір бағытта айналулар, б) қарама-қарсы бағыттағы айналулар

Радиусы r_0 , Ω_0 бұрыштық жылдамдықпен айналған құйындардың центрлері x өсінің бойында ($-x_1, x_1$), ($-x_2, x_2$) нүктелерінде орналасқан. X_1 , X_2 мәндер құйындардың өзара әрекеттерінің (өзіндік құйындалу) нәтижесі болады және құйындар кластерлерінің пайда болу динамикасынан анықталады. Ары қарай тәжірибе жүзінде дәлелденген [2] квази екі өлшемді құйындық пәкет моделі негізінде қарастырылған біртекті турбуленттілкті зерттеу нәтижелерін қолданайық [3]. Бұл нәтижелерге қарағанда ішкі құрылымды ескермеуге болатын қозғалыс аймақтарында біртекті, изотропты турбулентті орталарда пайда болатын қарапайым құйындық кластерлердің құйындалуының орташа мәнін бұрыштық жылдамдық арқылы есептеуге болады:

$$(rot\vec{v}(r,\varphi)) = 2\Omega(r), \tag{1}$$

мұндағы, $\vec{v}$ – жылдамдық векторы; r, φ - полярлық координаталар. Осы тұжырымдаманы құйындық кластерлердің локализациялануының минималды кеңістіктік масштабын анықтайтын физикалық шарт деп қабылдайық. Енді қос құйындардың берілген физикалық шарттарды қанағаттандыратын когеренттік күйлеріне сәйкес x_1, x_2 мәндерді сұйықтық қозғалысының барлық аумағында іздеуге болады.

Құйындардың ішкі құрылымын ескермесек, орташа құйындалудың таралуы Томсон теоремасының көмегімен Ω_0 арқылы өрнектеледі:

$$\Omega(r) = \frac{\Omega_0 r_0^2}{r^2}. \tag{2}$$

Әсерлесетін екі құйын жүйесіндегі «М» нүктесіндегі қорытқы орташа құйындалудың скаляр шамасын келесі өрнекпен есептейміз:

$$\Omega_j(r) = \Omega_0 r_0^2 \left(\frac{1}{r_2^2} \pm \frac{1}{r_1^2}\right), \qquad j = 1,2. \tag{3}$$

бұл жердегі Ω_1, Ω_2 және $\ll +\gg, \ll -\gg$ таңбалары қос құйындардың элементтерінің (j=1) бір бағытта және (j=2) қарсы бағытта айналуларына сәйкес. 3-суреттегі x_1 және x_2 – ні r, және φ арқылы өрнектеп, косинустар теоремасын қолданып, мынадай нәтиже аламыз:

$$r_1^2 = x_j^2 + r^2 + 2x_j r\cos\varphi, r_2^2 = x_j^2 + r^2 - 2x_j r\cos\varphi, \tag{4}$$

$$\Omega_1(r,\varphi)=\frac{2\Omega_0 r_0^2\left(r^2+x_1^2\right)}{f_1(r,\varphi)}, \quad (5)$$

$$\Omega_2(r,\varphi)=\frac{4\Omega_0 r_0^2 x_2 r\cos\varphi}{f_2(r,\varphi)}, \quad (6)$$

мұндағы

$$f_j(r,\varphi)=\left(r^2+x_j^2\right)^2-4x_j^2r^2\cos^2\varphi; \qquad j=1,2.$$

Сонымен, x_1 және x_2 масштабтарын анықтау үшін біз екі шарт тұжырымдадық: а) минимал масштабтары x_1 және x_2 болатын экстремалды когерентті күйлердің жүзеге асуы туралы; б) орташа құйындалу үшін Томсон теоремасының орындалуы;

Байланысқан құйындардың энергиясы жеке құйындар энергияларының аддитивтік қосындысынан аз болады, яғни, қарастырылып отырған жағдайда энергия инвариант бола алмайды. Себебі құйындар кластерге өткенде энергия диссипациясы байқалады. Сол сияқты құйынды қозғалыстың импульсі де сақталмайды. Ортаның турбуленттілігін сақтап тұру үшін сырттан келген қосымша энергия ағыны болуы керек.

Әр таңбалы құйындалған орта үшін мәнімен анықталатын құйындалудың квадраты, яғни, энстрофия инварианттық шама бола алады. Энстрофия мен турбуленттік құйындар энергиясының диссипациясы арасындағы байланыс [4] те мына түрде берілген:

$$\varepsilon=(d(v^{\uparrow}2/2))/dt=\nu|rotv^{\rightarrow}|^{\uparrow}2 .$$

Бұл шартты біз қарастырып отырған есеп үшін былай жазуға болады:

$$r.\nu|rotv^{\rightarrow}|^{\uparrow}2=const ,$$

немесе құйындалудың орташа мәні ұғымын (1) қолдансақ,

$$r\Omega^2(r)=const.$$

Осы сақталу заңынан және жоғарыда тұжырымдалған екі шартты қолдана отырып, екі түрлі құйындар кластерлері үшін $\Omega_1(x_1)$ және $\Omega_2(x_2)$ ні табамыз.

$$\Omega_1(x_1)=\frac{c_1}{\sqrt{x_1}}; \qquad \Omega_2(x_2)=\frac{c_2}{\sqrt{x_2}}, \quad (7)$$

мұндағы - интегралдау тұрақтылары.

3-суретке қарағанда x_1 және x_2 масштабтары $\varphi=0$ бағыты үшін анықталған, олай болса, (4-7) формулаларына сәйкес төмендегі нәтижелерді аламыз:

$$c_1=2\Omega_0 r_0^{\frac{1}{2}}; \quad c_2=4\Omega_0 r_0^{\frac{1}{2}},$$

$$\left((x_1)^2+1\right)^2-4(x_1)^2-\left((x_1)^2+1\right)(x_1)^{\frac{1}{2}}=0; \quad (x_1)=\frac{x_1}{r_0}$$

$$\left((x_2)^2+1\right)^2-4(x_2)^2-(x_2)^{\frac{3}{2}}=0; \quad (x_2)=\frac{x_2}{r_0}, \quad (8)$$

мұндағы 1, 2 индекстер кластерлердегі құйындардың бір бағытта және қарсы бағытта айналуларына сәйкес; тұрақтылары $r = r_0$ мәні үшін анықталған. (8) теңдеулерді сандық әдіспен шеше отырып, $x_1 = 1.86r_0$ және $x_2 = 1.54r_0$ мәндері табылды. Алынған нәтижелерді тексеру үшін жүргізілген 1-сурет сияқты көптеген белгілі тәжірибелік бейнелерді [1] өңдеп, есептеу олардың теориялық сан мәндермен біршама үйлесімдігін байқатады. Бұл үйлесімдік ұсынылып отырған теориялық модельдің дұрыстығын дәлелдейді. Алынған нәтижелер тек өзара әрекеттескен құйындар центрлерінің орындарын анықтап қана қоймайды: олардың мағынасы тереңірек болады. Яғни, турбуленттілік теориясында ауысу қашықтығы (перемежаемость) – динамикалық сипаттамалардың (жылдамдық, қысым және т.б) кішкентай масштабты лүпілдерінің алма-кезек ауысулары - деп аталатын шаманың маңызы зор: міне, сол шаманы ұсынылып отрған әдіспен табылған құйындар центрлері арасындағы қашықтық арқылы анықтауға толық мүмкіндік бар.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. *Ван-Дайк.* Альбом течений жидкости и газа. - М.: Мир, 1986. – 181с.
2. *Кузьмин Г.А.* Статистическая механика завихренности в двумерной когерентной структуре. // Структурная турбулентность. Под ред. М.А. Гольдштина. –Новосибирск: 1982.- С. 113-121.
3. *Жаңабаев З.Ж.* Лагранжево описание однородной турбулентности // ЖЭТФ. -1992. –Т.102, Вып 6 (12). – С.1825-1837.
4. *Монин А.С., Яглом А.М.* Статистическая гидромеханика.-М.: Наука, 1965.-4.1.-640с.,4.2.-1967.-720с.

Резюме

Турбулентность рассмотрена на основе ее свойства – структурности. Исследования проведены с применением кластерной модели, возникающей в результате взаимодействия двух вихрей. Вид и размеры образований зависят от относительных направлений вращения вихрей. В результате определены универсальные пространственные масштабы для двух типов взаимодействия вихрей. Найденные численные значения масштабов подтверждаются с известными визуальными картинами реальных течений.

Summary

Turbulence is considered on the basis of its structure property. The study was carried out using the cluster model, arising from the interaction of two vortexes. The type and sizes of formation depend on the relative directions of vortexes rotation. As a result of theoretical study the universal space scales for two types of interaction of vortexes are identified. The obtained numerical values of the scale are found with well-known visual images of real trends.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева *Поступила 08.11.12 г.*

УДК 532.543.541

Е.А.Нысанов, С.Д. Куракбаева, Р.Е. Нысанов

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ИДЕАЛЬНЫХ ДВУХФАЗНЫХ СРЕД В КАНАЛАХ ПОСТОЯННОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ

Рассмотрим случай установившегося одномерного течения. При этом считаем, что обе фазы несжимаемы и массовой силой можно пренебречь. Тогда, согласно «взаимопроникающей» модели двухфазных сред, уравнения движения для рассматриваемого случая имеют вид [1-3]:

$$\begin{cases} \rho_1 u_1 \dfrac{du_1}{dx} = -f_1 \dfrac{dp}{dx} + k(u_2 - u_1), \\ \rho_2 u_2 \dfrac{du_2}{dx} = -f_2 \dfrac{dp}{dx} + k(u_1 - u_2), \end{cases} \quad (1)$$

где ρ_n - приведенная плотность n-й фазы (n=1,2);

u_n - продольная составляющая скорости n-й фазы;

f_n - концентрация (объемное содержание) n-й фазы;

P – гидродинамическое давление;

k – коэффициент взаимодействия между фазами.

Уравнений неразрывности в силу постоянства расхода фаз имеют вид:

$$\begin{cases} \dfrac{d}{dx}(\rho_1 u_1 \omega) = 0, \\ \dfrac{d}{dx}(\rho_2 u_2 \omega) = 0, \end{cases} \tag{2}$$

где ω - площадь живого сечения канала [4,5]. Приведенные плотности ρ_1, ρ_2 связаны с истинными плотностями ρ_{1i}, ρ_{2i} следующими зависимостями[6]:

$\rho_1 = \rho_{1i} \cdot f_1$, $\rho_2 = \rho_{2i} \cdot f_2$.

Систему (1), (2) можно написать в следующем виде:

$$\begin{cases} \rho_{1i} u_1 \dfrac{du_1}{dx} = -\dfrac{dp}{dx} + \dfrac{k}{f_1}(u_2 - u_1), \\ \rho_{2i} u_2 \dfrac{du_2}{dx} = -\dfrac{dp}{dx} + \dfrac{k}{f_2}(u_1 - u_2), \\ f_1 u_1 \omega = \dfrac{c_1}{\rho_{1i}}, \\ f_2 u_2 \omega = \dfrac{c_2}{\rho_{2i}}, \\ f_1 + f_2 = 1, \end{cases} \tag{3}$$

где c_1,c_2 - постоянные, произведение приведенных плотностей, скоростей соответствующих фаз и площади живого сечения канала во входном створе, то есть $c_1 = \rho_{10} u_{10} \omega$, $c_2 = \rho_{20} u_{20} \omega$.

Вычитая из первого уравнения системы (3) второе уравнение, имеем

$$\rho_{1i} u_1 \frac{du_1}{dx} - \rho_{2i} u_2 \frac{du_2}{dx} = \frac{k}{f_1 f_2}(u_2 - u_1). \tag{4}$$

Из последних трех уравнений системы (3) находим:

$$\begin{cases} f_1 = \dfrac{f_{10}\,u_{10}}{u_1}, \\ f_2 = \dfrac{u_1 - f_{10}u_{10}}{u_1}, \\ u_2 = \dfrac{f_{20}u_{20}u_1}{u_1 - f_{10}u_{10}}. \end{cases} \qquad (5)$$

После подстановки (5) в уравнение (4) и несложных преобразований получаем дифференциальное уравнение относительно u_1 :

$$\frac{du_1}{dx} = \frac{ku_1^2(f_{10}u_{10} + f_{20}u_{20} - u_1)(u_1 - f_{10}u_{10})}{f_{10}u_{10}(\rho_{1i}(u_1 - f_{10}u_{10})^3 + \rho_{2i}f_{20}^2u_{20}^2f_{10}u_{10})},$$

которое решается с начальным условием $u_1 = u_{10}$. Далее из (5) находим f_1, f_2 и u_2 .

Расчеты проводились в среде Mathcad [7-10] при следующих исходных данных:

ρ_{1i} =100 *кг·с²/м⁴* , ρ_{2i} =350 *кг·с²/м⁴*, k =200 *кг·с/м⁴*, $f_{10} = 0{,}8$, $f_{20} = 0{,}2$, u_{10} =0,8 *м/с*, $u_{20} = 0{,}5$ *м/с*.

Полученные результаты представлены в виде графиков.

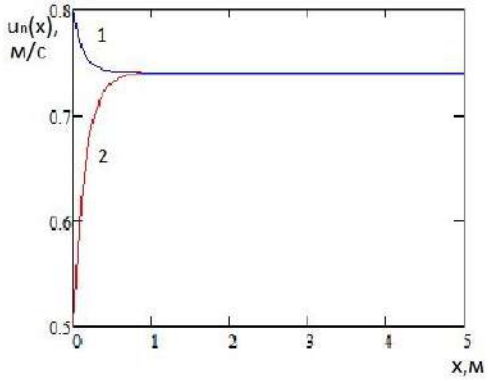


Рис.1. Изменение скорости вдоль течения.
1-скорость первой фазы; 2- скорость второй фазы.

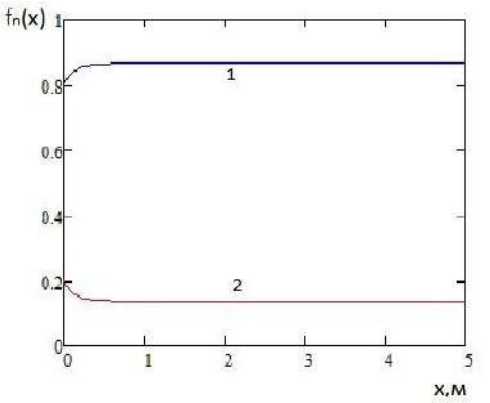


Рис.2. Изменение концентрации вдоль течения.
1- концентрация первой фазы; 2- концентрация второй фазы.

Анализируя их, можно сделать следующие выводы: при движении двухфазной среды скорости обеих фаз по мере удаления от начала движения стремятся к одному и тому же постоянному числу. При этом скорость фазы с большей начальной скоростью всегда больше этого числа, а скорость фазы с меньшей начальной скоростью всегда меньше. Скорость фазы с большой плотностью стремится вышеуказанному постоянному числу медленней, чем скорость фазы с меньшей плотностью (рис.1). Концентраций фаз при этом стремятся к различным постоянным числам (рис.).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Нигматулин Р.И.* Динамика многофазных сред. Часть 1,2. – М.: Наука,1987. - 464 с.

2. *Файзуллаев Д.Ф., Умаров А.И., Шакиров А.А.* Гидродинамика одно – и двухфазных сред и её приложения. – Ташкент: Фан, 1980. – 164с.

3. *Умаров А.И., Ахмедов Ш.Х.* Двумерные задачи гидродинамики многофазных сред. – Ташкент: ФАН, 1989. - 96 с.

4. *Чугаев Р.Р.* Гидравлика. – М.: Энергия, 1975. - 599 с.

5. *Кременецкий Н.Н., Штеренлихт Д.В., Алышев В.М., Яковлева Л.В.* Гидравлика. – М.: Энергия, 1975. - 416 с.

6. *Баринов В.А., Бутакова Н.Н.* Распространение волн по свободной поверхности слоя двухфазной среды с неоднородной концентрацией дисперсной фазы.// Прикладная механика техническая физика, 2004, т.45, №4, с.26-33.

7. *Дьяконов В.П.* Энциклопедия Mathcad 2001*i* и Mathcad 11. – М.: СОЛОН –Пресс, 2004. - 831 с.

8. *Охорзин В.А.* Компьютерное моделирование в системе Mathcad. - М.: Финансы и статистика, 2006. - 144с.

9. *Доев В.С., Доронин Ф.А.* Сборник заданий по теоретической механике на базе Mathcad. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2010.

10. *Макаров Е.* Инженерные расчеты в MathCAD. - СПб.: Питер, 2003. – 384с.

Резюме

Жұмыста екі фазалы жабысқақсыз ортаның тұрақталған бір өлшемді ағысы қаралған.Фазалардың жылдамдықтары мен концентрациялары анықталған. Алынған нәтижелер графиктер түрінде берілген. Екі фазаның да жылдамдығы ағыс басынан алшақтаған сайын бір тұрақты санға ұмтылады. Фазалардың концентрациялары болса түрлі тұрақты сандарға ұмтылады.

Summary

The one-dimensional steady flow of an ideal biphasic medium is considered in this work. Speed and concentration of phases are defined. The received results are presented in the form of graphs. Speed of both phases in process of removal from the beginning of flow tend to the same constant number. Concentrations in this phase tend to different constants.

ЮКГУ им. М. Ауезова *Поступила 10.11.12 г.*

УДК 681.51

М.А. Бейсенби, Ж.Ж. Ермекбаева

ПОСТРОЕНИЕ ФУНКЦИИ ЛЯПУНОВА В ИССЛЕДОВАНИИ РОБАСТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ

Для современных задач управления характерны все возрастающая сложность объектов управления, требующие устойчивость и качества управляемых процессов в условиях многочисленных ограничений и неполной информаций.

Важной задачей является проблема анализа изменения поведения систем управления при больших конечных изменениях параметров и синтеза законов управления, обеспечивающих в некотором смысле наилучшую защиту от большой неопределенности в знании свойств объекта.

Под робастностью понимают способность сохранять работоспособность системы в условиях параметрической или непараметрической неопределенности [1,2] в описании объектов управления. В общей постановке исследования системы на робастную устойчивость состоит в указании ограничений на изменение параметров системы управления, при которых сохраняется устойчивость.

Проблеме исследования робастной устойчивости систем управления посвящены работы [3,4] и др. В них в основном решаются задачи исследования робастной устойчивости линейных непрерывных и дискретных систем управления по характеристическому полиному, по частотной характеристике и по матричному уравнению Ляпунова.

Исследования динамики различных процессов и управления ими наиболее удобными оказываются модели, основанные на наблюдении входных и выходных сигналов объекта и представлении его поведения в пространстве состояний.

В работе предлагается подход к построению функций Ляпунова, основанные на геометрической интерпретации теорем прямого метода Ляпунова [5] и градиентности динамических систем по отношению некоторой потенциальной функций заданные в пространстве состояний динамических систем.

Математическая модель

Пусть система управления задана линейным уравнением

$$\dot{x} = Ax + Bu, x \in R^n, u \in R^m \tag{1}$$

$$y = Cx, y \in R^l$$

Регулятор описывается уравнением

$$u = -Kx \tag{2}$$

или

$$u_i = -k_{i1}x_1 - k_{i2}x_2 - \ldots - k_{in}x_n, i = 1,2,\ldots,m$$

Описание параметров: Матрицы $A \in R^{n\times n}$, $B \in R^{n\times m}$, $C \in R^{l\times n}$, $K \in R^{m\times n}$ соответственно матрицы объекта, управления, выхода и коэффициентов управления системы, $x(t) \in R^n$-вектор состояния системы, $u(t) \in R^m$- вектор управления, $y(t) \in R^l$ - вектора выхода системы.

Уравнение (1) в развернутой форме можем представить

$$\begin{aligned}
\dot{x}_1 &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n + b_{11}u_1 + b_{12}u_2 + \ldots + b_{1m}u_m \\
\dot{x}_2 &= a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n + b_{21}u_1 + b_{22}u_2 + \ldots + b_{2m}u_m \\
&\ldots \qquad\qquad\qquad\qquad \ldots \\
\dot{x}_n &= a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \ldots + a_{nn}x_n + b_{n1}u_1 + b_{n2}u_2 + \ldots + b_{nm}u_m
\end{aligned} \tag{3}$$

Обозначим $G = A - BK$ матрицу замкнутой системы и систему (3) в матрично-векторной форме можем записать $\dot{x} = G\,x$, $x(t) \in R^n$, $g_{ij} = a_{ij} - \sum_{k=1}^{m} b_{ik}k_{kj}$

Отсюда уравнение (3) можем записать в виде

$$\begin{cases}
\dot{x}_1 = \left(a_{11} - \sum_{k=1}^{m} b_{1k}k_{k1}\right)x_1 + \left(a_{12} - \sum_{k=1}^{m} b_{1k}k_{k2}\right)x_2 + \ldots + \left(a_{1n} - \sum_{k=1}^{m} b_{1k}k_{kn}\right)x_n \\
\dot{x}_2 = \left(a_{21} - \sum_{k=1}^{m} b_{2k}k_{k1}\right)x_1 + \left(a_{22} - \sum_{k=1}^{m} b_{2k}k_{k2}\right)x_2 + \ldots + \left(a_{2n} - \sum_{k=1}^{m} b_{2k}k_{kn}\right)x_n \\
\qquad\qquad\qquad\qquad \ldots \\
\dot{x}_n = \left(a_{n1} - \sum_{k=1}^{m} b_{nk}k_{k1}\right)x_1 + \left(a_{n2} - \sum_{k=1}^{m} b_{nk}k_{k2}\right)x_2 + \ldots + \left(a_{nn} - \sum_{k=1}^{m} b_{nk}k_{kn}\right)x_n
\end{cases} \tag{4}$$

Геометрическая интерпретация функции Ляпунова

В качестве инструмента исследования в прямом методе Ляпунова используются некоторые специальные функции, называемые функциями Ляпунова и базируются на двух теоремах А.М.Ляпунова.

Теоремы Ляпунова имеют простое геометрическое истолкование. Это истолкование не только выясняет основное содержание теорем, но она может быть использована для решения задачи построения функций Ляпунова.

Допустим, что существует положительно определенная функция $V(x_1,x_2,...,x_n)$ для которой $(dV/dt<0)$ и рассмотрим какую-нибудь интегральную кривую уравнений (3), выходящую в начальный момент времени из какой-нибудь точки окрестности начала координат. Если dV/dt есть функция отрицательно-определенная $(dV/dt<0)$, то каждая интегральная кривая, выходящая из достаточно малой окрестности начало координат, будет непременно пересекать каждую из поверхностей $V(x_1(t),x_2(t),..,x_n(t))=C, C=const$ снаружи во внутрь, так как функция $V(x_1(t),x_2(t),..,x_n(t))=C$ должна непрерывно убывать.

Но в таком случае интегральные кривые должна неограниченно приближаться к началу координат, т.е. невозмущенное движение устойчиво асимптотически [2]. Таким образом, с точки зрения геометрической интерпретации второй метод Ляпунова, исследования устойчивости сводится к построению семейства замкнутых поверхностей, окружающих начало координат и обладающих тем свойствам, что интегральные кривые могут пересекать каждую из этих поверхностей, то этим самым будет установлена устойчивость невозмущенного движения [2].

Рассмотрим выражения $dV(x)/dt<0$ означает, что $\frac{dV(x)}{dt}=\frac{\partial V(x)}{\partial x}\frac{dx}{dt}=|grad\,V(x)|\left|\frac{dx}{dt}\right|\cos\alpha<0$, т.е. скалярное произведение вектора градиента функций Ляпунова $grad\,V(x)$ на вектор скорости dx/dt для асимптотической устойчивой системы должен быть меньше нуля. Это условие будет выполняться приусловий угол α между вектором градиента от функций Ляпунова $grad\,V(x)$ и векторам скорости dx/dt образует тупой угол $90^0<\alpha\le 180^0$.

Вектор градиента от функций Ляпунова всегда направленаот начала координат в сторону наибольшего роста функций Ляпунова.Также следует учесть что, приисследований устойчивости [1] началу координат соответствует стационарные состояний системы или заданные движения системы. Уравнения состояния (1) или (4) составляется в отклонениях относительно Δx от стационарного состояния $X_s\,(x=\Delta x=X(t)-X_s(t))$.

Поэтому левая часть уравнений (1) или (4) ,dx/dt выражает вектора скорости изменения отклонений и можем предположить, что вектор скорости отклонений направлен в устойчивой системе к началу координат.

Таким образом, можем предположить, что вектор скорости изменения отклонений направлена в сторону начало координат, а вектор градиента от компонентов функций Ляпунова направлены в противоположную сторону, но по модулю они равны. Тогда если функция Ляпунова $V(x)$ задается в виде вектор функций $V(V_1(x),V_2(x),...,V_n(x))$, а градиент от вектор-функций Ляпунова можем представить в форме $\partial V/\partial x=-dx/dt=-(A-BK)x$.

Компонентов вектора градиента от потенциальной функций $V(x_1,...,x_n)$ заданные в форме вектор-функций Ляпунова с компонентами $(V_1(x_1,x_2,...,x_n),V_2(x_1,x_2,...,x_n),...,V_n(x_1,x_2,...,x_n))$ представим в виде:

$$\begin{cases} -\dfrac{dx_1}{dt} = \dfrac{\partial V_1(x)}{\partial x_1} + \dfrac{\partial V_1(x)}{\partial x_2} + ... + \dfrac{\partial V_1(x)}{\partial x_n} \\ -\dfrac{dx_2}{dt} = \dfrac{\partial V_2(x)}{\partial x_1} + \dfrac{\partial V_2(x)}{\partial x_2} + ... + \dfrac{\partial V_2(x)}{\partial x_n} \\ \cdots \\ -\dfrac{dx_n}{dt} = \dfrac{\partial V_n(x)}{\partial x_1} + \dfrac{\partial V_n(x)}{\partial x_2} + ... + \dfrac{\partial V_n(x)}{\partial x_n} \end{cases} \quad (5)$$

В эту систему подставляя значения компонентов вектора скорости получим

$$\begin{cases} \dfrac{\partial V_1(x)}{\partial x_1} + \dfrac{\partial V_1(x)}{\partial x_2} + ,...,+ \dfrac{\partial V_1(x)}{\partial x_n} = -\left(a_{11} - \sum_{k=1}^{m} b_{1k}k_{k1}\right)x_1 - \left(a_{12} - \sum_{k=1}^{m} b_{1k}k_{k2}\right)x_2 - ,...,-\left(a_{1n} - \sum_{k=1}^{m} b_{1k}k_{kn}\right)x_n, \\ \dfrac{\partial V_2(x)}{\partial x_1} + \dfrac{\partial V_2(x)}{\partial x_2} + ,...,+ \dfrac{\partial V_2(x)}{\partial x_n} = -\left(a_{21} - \sum_{k=1}^{m} b_{2k}k_{k1}\right)x_1 - \left(a_{22} - \sum_{k=1}^{m} b_{2k}k_{k2}\right)x_2 - ,...,-\left(a_{2n} - \sum_{k=1}^{m} b_{2k}k_{kn}\right)x_n \\ \cdots \\ \dfrac{\partial V_n(x)}{\partial x_1} + \dfrac{\partial V_n(x)}{\partial x_2} + ,...,+ \dfrac{\partial V_n(x)}{\partial x_n} = -\left(a_{n1} - \sum_{k=1}^{m} b_{nk}k_{k1}\right)x_1 - \left(a_{n2} - \sum_{k=1}^{m} b_{nk}k_{k2}\right)x_2 - ,...,-\left(a_{nn} - \sum_{k=1}^{m} b_{nk}k_{kn}\right)x_n \end{cases} \quad (6)$$

Отсюда можно найти компоненты вектора градиента для составляющих вектор функций $\left(V_1(x_1, x_2, ..., x_n), V_2(x_1, x_2, ..., x_n), ..., V_n(x_1, x_2, ..., x_n)\right)$:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial V_1(x)}{\partial x_1} = -\left(a_{11} - \sum_{k=1}^{m} b_{1k}k_{k1}\right)x_1, \dfrac{\partial V_1(x)}{\partial x_2} = -\left(a_{12} - \sum_{k=1}^{m} b_{1k}k_{k2}\right)x_2, ..., \dfrac{\partial V_1(x)}{\partial x_n} = -\left(a_{1n} - \sum_{k=1}^{m} b_{1k}k_{kn}\right)x_n \\ \dfrac{\partial V_2(x)}{\partial x_1} = -\left(a_{21} - \sum_{k=1}^{m} b_{2k}k_{k1}\right)x_1, \dfrac{\partial V_2(x)}{\partial x_2} = -\left(a_{22} - \sum_{k=1}^{m} b_{2k}k_{k2}\right)x_2, ..., \dfrac{\partial V_2(x)}{\partial x_n} = -\left(a_{2n} - \sum_{k=1}^{m} b_{2k}k_{kn}\right)x_n \\ \cdots \\ \dfrac{\partial V_n(x)}{\partial x_1} = -\left(a_{n1} - \sum_{k=1}^{m} b_{nk}k_{k1}\right)x_1, \dfrac{\partial V_n(x)}{\partial x_2} = -\left(a_{n2} - \sum_{k=1}^{m} b_{nk}k_{k2}\right)x_2, ..., \dfrac{\partial V_n(x)}{\partial x_n} = -\left(a_{nn} - \sum_{k=1}^{m} b_{nk}k_{kn}\right)x_n \end{cases} \quad (7)$$

Полная производная по времени от компонентов вектор-функции Ляпунова $V_i(x)$ с учетом уравнением движения (1) и (4) определяется

$$\frac{dV_i(x)}{dt} = -\left[\left(a_{i1} - \sum_{k=1}^{m} b_{ik}k_{k1}\right)x_1 + \left(a_{i2} - \sum_{k=1}^{m} b_{ik}k_{k2}\right)x_2 + ,,,+\left(a_{in} - \sum_{k=1}^{m} b_{ik}k_{kn}\right)x_n\right]^2, i = 1,2,...,n \quad (8)$$

Из выражений (8) следует что полная производная по времени всех компонент вектор-функций Ляпунова $V_i(x)$ при выполнений исходных предположений вытекающие из геометрических интерпретации теоремы А.М.Ляпунова, будет знакоотрицательной функцией, т.е. будет всегда выполняться условия асимптотической устойчивости системы (4).

Теперь по компонентам вектора градиента будем восстанавливать компонентов вектор функций Ляпунова:

$$V_i(x_1, x_2, ..., x_n) = -\left(a_{i1} - \sum_{k=1}^{m} b_{ik}k_{k1}\right)x_1^2 - \left(a_{i2} - \sum_{k=1}^{m} b_{ik}k_{k2}\right)x_2^2 - ,...,-\left(a_{in} - \sum_{k=1}^{m} b_{ik}k_{kn}\right)x_n^2, i = 1,2,...,n$$

Положительная определенность всех компонент вектор-функции Ляпунова будет выражаться

$$-\left(a_{ij} - \sum_{k=1}^{m} b_{ik}k_{kj}\right) > 0, i = 1,2,..., n, j = 1,2,.., n \quad (9)$$

Это условие характеризуетсверхустойчивость транспонированной матрицы замкнутой системы[4].

Радиус робастности

Рассмотрим робастную устойчивость компонент вектор-функций Ляпунова. Далее преобразуем условие робастной устойчивости по компонентам вектор-функции Ляпунова. Для этого можем обратиться к параметрическим семействам коэффициентов компонент вектор-функций Ляпунова, таким как интервальное семейство, задаваемое в виде [4]: $d_{ij} = d_{ij}^0 + \Delta_{ij}, |\Delta_{ij}| \le \gamma\, m_{ij}, i, j = 1,2,...,n$, где номинальные коэффициенты $d_{ij}^0 = -\left(a_{ij}^0 - \sum_{k=1}^{m} b_{ik}^0 k_{ij}^0\right)$ соответствует положительно определенной функций Ляпунова, т.е. $\sigma(D_0) = \min_i \min_j -\left(a_{ij}^0 - \sum_{k=1}^{m} b_{ik}^0 k_{kj}^0\right) > 0$

Потребуем, чтобы условие положительности коэффициентов сохранялось для всех функций семейства:

$$-\left(a_{ij}^0 - \sum_{k=1}^{m} b_{ik}^0 k_{kj}^0\right) + \Delta_{ij} > 0, i = 1,2,...,n; j = 1,2,...,n$$

Ясно, что это неравенство будет выполнено для всех допустимых Δ_{ij} тогда и только тогда, когда

$$-\left(a_{ij}^0 - \sum_{k=1}^{m} b_{ik}^0 k_{kj}^0\right) + \gamma\, m_{ij} > 0, i = 1,2,...,n; j = 1,2,...,n$$

т.е при

$$\gamma < \gamma^* = \min_i \min_j \frac{-\left(a_{ij}^0 - \sum_{k=1}^{m} b_{ik}^0 k_{kj}^0\right)}{m_{ij}} \tag{10}$$

В частности, если $m_{ij} = 1$ (масштабы всех коэффициентов члена функций Ляпунова одинаковы), то

$$\gamma^* = \sigma(D_0) \tag{11}$$

Таким образом, радиус устойчивости интервального семейства положительно определенных функций равен наименьшему значению коэффициентов вектор функций Ляпунова.

В качестве примера исследуем систему, заданную в пространстве состояний.

Пусть *n=2, m=1*, т.е.

$$\dot{x} = Ax + Bu,\ A = \begin{Vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{Vmatrix},\quad B = b = \begin{Vmatrix} b_1 \\ b_2 \end{Vmatrix},\ u = -Kx,\quad K = k = \begin{Vmatrix} k_1 & k_2 \end{Vmatrix}$$

$$\dot{x}_1 = (a_{11} - b_1 k_1)x_1 - (a_{12} - b_1 k_2)x_2$$
$$\dot{x}_2 = (a_{21} - b_2 k_1)x_1 - (a_{22} - b_2 k_2)x_2 .$$

Тогда

$$G = A + BK = \begin{Vmatrix} a_{11} - b_1 k_1 - (a_{12} - b_1 k_2) \\ a_{21} - b_2 k_1 - (a_{22} - b_2 k_2) \end{Vmatrix}$$

Для того чтобы характеристическое уравнение имело корни с отрицательными вещественными частями, необходимо, чтобы выполнялись неравенства [4].

$$\begin{cases} a_{22} - b_2k_2 - a_{11} + b_1k_1 > 0 \\ (a_{12} - b_1k_2)(a_{21} - b_2k_1) - (a_{11} - b_1k_1)(a_{22} - b_2k_2) > 0 \end{cases}$$

Исследуем устойчивость системы используя идею метода функций Ляпунова. Находим компонентов вектора градиента для компонентов вектор-функций $V_1(x_1, x_2)$ и $V_2(x_1, x_2)$:

$$\frac{\partial V_1(x_1, x_2)}{\partial x_1} = -(a_{11} - b_1k_1)x_1, \frac{\partial V_1(x_1, x_2)}{\partial x_2} = +(a_{12} - b_1k_2)x_2$$
$$\frac{\partial V_2(x_1, x_2)}{\partial x_1} = -(a_{21} - b_2k_1)x_1, \frac{\partial V_2(x_1, x_2)}{\partial x_2} = +(a_{22} - b_2k_2)x_2$$

Находим полную производную по времени от функций Ляпунова по формуле (8):

$$\frac{dV(x_1, x_2)}{dt} = -\left[(a_{11} - b_1k_1)x_1 + (a_{12} - b_1k_2)x_2\right]^2 - \left[(a_{21} - b_2k_2)x_1 + (a_{22} - b_2k_2)x_2\right]^2 < 0$$

Следующим этапом найдем вектор функций Ляпунова

$$V_1(x_1, x_2) = -\frac{1}{2}(a_{11} - b_1k_1)x_1^2 + \frac{1}{2}(a_{12} - b_1k_2)_2^2 \quad V_2(x_1, x_2) = -\frac{1}{2}(a_{21} - b_2k_1)x_1^2 + \frac{1}{2}(a_{22} - b_2k_2)x_2^2$$

Условия устойчивости системы получим в виде:

$$-(a_{11} - b_1k_1) > 0,\ (a_{12} - b_1k_2) > 0,\ -(a_{21} - b_2k_1) > 0,\ (a_{22} - b_2k_2) > 0$$

и $\quad -(a_{11} - b_1k_1) > (a_{21} - b_2k_1), (a_{22} - b_2k_2) > -(a_{12} - b_1k_2)$

Отсюда можем получить систему неравенств

$$a_{22} - b_2k_2 - a_{11} + b_1k_1 > 0$$
$$(a_{12} - b_1k_2)(a_{21} - b_2k_1) - (a_{11} - b_1k_1)(a_{22} - b_2k_2) > 0$$

Таким образом, из (9) и (10) можем определить радиус робастной устойчивости системы второго порядка, если параметры системы имеют неопределенности:

$$\gamma^* = \min\{-(a_{11} - b_1k_1), (a_{12} - b_1k_2), -(a_{21} - b_2k_1), (a_{22} - b_2k_2)\}$$

Таким образом, важную роль в теории управления динамическими объектами играет робастная устойчивость [6]. В общей постановке исследование робастной устойчивости состоит в указании ограничений на изменение параметров системы управления, при которых сохраняется устойчивость. Эти ограничения определяются областью устойчивости по неопределенным и выбираемым, т.е. изменяемым параметрам [7-8].

В работе предлагается подход к построению функции Ляпунова в форме вектор-функции таким образом, чтобы градиент ее был равен компонентам вектора скорости (правой частиуравнения состояния), но с противоположным знаком. Исследование робастной устойчивости системы основывается на идеях прямого метода А.М.Ляпунова. Область устойчивости получается в видепростейших неравенств по неопределенным параметрам объекта управления и выбираемым параметрам регулятора.

В статье мы подробно описали геометрическую интерпретацию функции Ляпунова. Найдены условия робастной устойчивости. Исследовали робастную устойчивость функции Ляпунова, с помощью интервального матричного семейства коэффициентов. Значение радиуса устойчивости интервального семейства коэффициентов положительно определенных функций равно наименьшему значению коэффициентов вектор функций Ляпунова. Приведен подробный пример. Кроме того, отдель-

ные теоретические результаты, полученные в статье, являются существенным вкладом в теорию устойчивости при наличии неопределенности, т.е. в теорию робастной устойчивости линейных систем управления.

Практическая значимость полученных результатов, с одной стороны, заключается в применении типовых прикладных методов уточнения областей робастной устойчивости, что позволяет обеспечить динамическую безопасность изучаемого объекта, а с другой, в возможности конструирования более эффективных систем управления [9-10].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Барбашин Е.А.* Введение в теорию устойчивости.-М: Наука, 1967. 225 с.
2. *Малкин И.Г.* Теория устойчивости движения-2 е изд.- М:Наука,1966. 540 с.
3. *Siljak D.D.* Parameter space methods for robust control design: a guided tour // IEEE Tr. OnAutom. Control.1989.34.#7-P.674-688.
4. *Поляк Б.Т., Щербаков П.С.* Робастная устойчивость и управление- М.: Наук, 2002.-303 с.
5. *Бейсенби М.А.. Кульниязова К.С.* Исследование робастной устойчивости системе управления прямым методом А.М.Ляпунова. Тезис докладов, Международной 11-й межвузовской конференции по математике и механике, посвященной 10-летию ЕНУ им.Л.Н.Гумилева, 2007.
6. *Бейсенби М.А.* Методыповышения потенциала робастной устойчивости систем управления. Астана, 2011.352 с. ISBN 978-601-7321-83-3. ИИО ЕНУ им.Л.Н.Гумилева.
7. *Nikulin V., Beisenbi M., Ainagulova A., Abitova G.* Design of Control Systems for Nonlinear Control Laws with Increased Robust Stability. The Third International Conference on CSDM 2012, Paris, France, 2012 / Proceedings of the CSDM 2012
8. *Nikulin V., Beisenbi M., Ainagulova A., Abitova G.* Design of Control System Based on Functions of Catastrophe The International Journal of Art & Sciences' (IJAS) International Conference for Academic Disciplines, Proceedings of the IJAS 2012 / Massachusetts, USA, 2012 .
9. *Nikulin V., Beisenbi M., V. Skormin., Ainagulova A. Abitova. G.Control* System with High Robust Stability Characteristics Based on Catastrophe Function17th Annual IEEE International Conference on the Engineering of Complex Computer Systems (ICECCS 2012), Proceedings of the ICECCS / France, Paris, 2012.
10. *Nikulin V., Beisenbi M., Abitova G.* Design of Complex Automation System for Effective Control of Technological Processes of Industry3td International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM 2012), Proceedings of the IEOM 2012/ Istanbul, Turkey, 2012.

Резюме

Осы мақалада динамиқалық жүйенің градиентігі және геометриялық түсіндірмесінде негізделген Ляпунов функциясын құрастыру жолдары ұсынылады.

Белгісіз параметрлі сызықтық жүйелер үшін робасты орнықтылық аймағы алгебралық теңсіздіктер түрінде шешілген.

Summary

In this paper we propose an approach to the construction of the Lyapunov function and described a geometric interpretation of the Lyapunov function. Found the conditions of robust stability. Investigated the robust stability of the Lyapunov function, using the interval matrix family factors.

The radius of stability coefficients interval family of positive definite functions. Application of the results is to clarify areas of robust stability, which allows for dynamic security of the object.

ЕНУ им. Л.Н.Гумилева *Поступила 15.07.12 г.*

МАЗМҰНЫ

Жер туралы ғылымдар

Шевцова В.С.
ТІРШІЛІК ҚАУІПСІЗДІГІ ЖӘНЕ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУДАҢ ҚҰҚЫҚТЫҚ НЕГІЗДЕРІ..... 3
Саельдинова М.С., Нурмакова С.М.
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ҚҰРАМЫНДА АЛТЫН БАР КЕН ОРЫНДАРЫН ӨҢДЕУДІҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ..... 6
Пірмаханова З.С., Құрбаниязов С.М.
ОРТАЛЫҚ ҚАРАТАУДАҒЫ КАРСТ КЕН ОРНЫНДАҒЫ БАРИТ КЕНІ 9
ПірмахановаЗ.С., Құрбаниязов С.М, Тасболат Б.
«САРБАС» ӘКТАС КЕН ОРНЫНА ГЕОЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМА..... 15
Балтабаева Б.Ә.
3D СЕЙСМИКАЛЫҚ БАРЛАУ ӘДІСІНДЕГІ ЗАМАНАУИ БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕЛЕРІ..... 17
Молдошев Р.А., Абдылдаев Ч.Э., Абдылдаев Э.К.
ТАУ КЕНІНІҢ БЕРІКТІГІ ТӨМЕНДЕГЕН ЖӘНЕ ДИЛАТАЦИЯСЫН ЕСКЕРЕТІН ДЕФОРМАЦИЯЛЫҚ МОДЕЛЬДЕР..... 21
Молдабеков М.М., Еремин Д.И., Понятов Ю.А.
КӨЛДЕРДІҢ, ӨЗЕНДЕРДІҢ, ТЕҢІЗДЕРДІҢ СУ ДЕҢГЕЙІНЕ ЖӘНЕ ГИДРОТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫСТАРҒА МОНИТОРИНГ ЖҮРГІЗУ..... 24

Техникалық ғылымдар

Сақабекова Ш.Қ., Қиянбекова Л.Р.
САНДЫҚ ФЛЕКСОГРАФИЯ. ФЛЕКСОГРАФИЯЛЫҚ БАСУ ФОРМАСЫНА АҚПАРАТТЫҢ САНДЫҚ ЖАЗЫЛУ РЕЖИМДЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ..... 28
Боранқулова Г.С.
«КОМПЬЮТЕРЛІК ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ НЕГІЗДЕРІ» КУРСЫН ОҚЫТУ БАРЫСЫНДА АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ҚҰРАЛДАРЫН ҚОЛДАНУ..... 33
Нуржанова Г.М., Устемирова Р.С.
МҰНАЙ ӨНІМДЕРІНІҢ ТЕМПЕРАТУРАЛАРЫНЫҢ ӨЗГЕРІСТЕРІ САЛМАҚҚА ӘСЕР ЕТУ..... 35
Артамонов П.Т., Ахметов Б.Б., Харитонов П.Т.
СЫЙЫМДЫЛЫҚ ДАТЧИГІМЕН СҰЙЫҚТЫҚ КӨЛЕМІ ШЫҒЫНЫН ӨЛШЕУІШ..... 39
Усербаева С.С., Сакиева З.Ж.
ШЫМКЕНТ ҚОРҒАСЫН ЗАУЫТЫНАН ШЫҒАРЫЛҒАН ЗИЯНДЫ ЗАТТЕКТЕР ҚАЛА ТЕРРИТОРИЯСЫНЫҢ ТОПЫРЫҒЫН АУЫР МЕТАЛЛДАРМЕН ЛАСТАУДА..... 45
Картина Г.Н.
ҰЯЛЫ БАЙЛАНЫС ЖЕЛІЛЕРІНДЕГІ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ САПАСЫН БАСҚАРУ ПРИНЦИПТЕРІ. 48
Коданова С.К., Исанова М.К., Омиралиева Г., Умбеталиева А.
ҚҰРАМЫ КҮРДЕЛІ ПЛАЗМАНЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН МОДЕЛДЕУ, ЗЕРТТЕУ МЕН АНАЛИЗДЕУ БОЙЫНША ЗАМАНАУИ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ЖАСАҚТАУ..... 52
Құмар Б., Макашев Е.
ЖЕРАСТЫ САҚТАУ ҚОЙМАСЫНЫҢ ЖҰМЫС ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ-ЭКОНОМИКАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН ЖАҚСАРТУ..... 57
Джаманбав М.А., Егеубаев Е.
КЕРНЕУІ 220–КВ ӘУЕ ЖЕЛІСІНІҢ ТОҚЫРАУ АҒЫНДАРЫНЫҢ ПАРАМЕТРІ..... 59
Генбач А.А., Олжабаева К.С.
ЭЛЕКТР СТАНЦИЯСЫ ҮШІН ЖЫЛУ ҚҰБЫРЫНДАҒЫ ҚЫЗДЫРҒЫШ АСПАП..... 62
Дутбаева Л.А.
СПУТНИКТІК БАЙЛАНЫС ЖҮЙЕСІНДЕГІ КОНВЕРТОРЛАРДЫҢ СИПАТТАМАСЫН ЗЕРТТЕУ 68
Айқұмбеков М.Н.
ТЕМІР ЖОЛДЫҢ ӨТКІЗУ ҚАБІЛЕТІН АРТТЫРУ ҚҰРАЛЫ РЕТІНДЕ ДИСПЕЧЕРЛІК БАҚАРУДЫ АВТОМАТТАНДЫРУ 71
Батесова Ф. Қ. Батесова А. И.
ТАУ-КЕН ҚҰРАЛ-ЖАБДЫҚТАРЫНЫҢ БӨЛШЕКТЕРІН ДАЙЫНДАУ МАҚСАТЫНДА ӨНДІРІСТІК ШУДЫ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ БӘСЕҢДЕТКІШ ҚОРЫТПАЛАРДЫ ДАЙЫНДАУ..... 74
Талапбайұлы Ж., Құлымбаева М.Ш.
EDFA СИГНАЛДАРЫНЫҢ ОПТИКАЛЫҚ КҮШЕЙТКІШТЕРІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ТАЛДАУ 81

Жетесова Г.С., Жаркевич О.М., Бузауова Т.МПлешакова. Е.А.
МЕХАНИКАЛАНДЫРЫЛҒАН БЕКІТПЕЛЕРДІҢ СУТІРЕУЛЕРІНІҢ БҰЗЫЛУЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ЖОЮ ТӘСІЛДЕРІ ТУРАЛЫ МӘСЕЛЕСІНЕ..... 84
Тимирязев В.А., Керімжанова М.Ф., Ғабдуллина А.З.
ТОПТЫҚ ӨЗАРА АЛМАСУДЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, САҢЫЛАУДЫҢ ДӘЛДІГІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ 90
Қасимов А.О., Қарабалаева Ә.Б.
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТРАФИК ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ VSAT ЖЕРСЕРІКТІК БАЙЛАНЫСЫНЫҢ ГИБРИДТІ ЖЕЛІЛЕРІНІҢ ТИІМДІЛІГІ..... 94
Жетесова Г.С., Бузауова Т.М., Жаркевич О.М.
УЖКУ-2200 КОНУСТЫ УАТҚЫШ ЭКСЦЕНТРИГІН ТЕРМОФРИКЦИЯЛЫҚ ӨҢДЕУ КЕЗІНДЕГІ ЖЫЛУ АҒЫНЫН ЗЕРТТЕУ 100
Ахмед-Заки Д.Ж., Айдаров К.А., Бердибеков С.К., Туймешов М.К.
МОБИЛЬДІ ҚҰРЫЛҒЫЛАРДЫ ҚОЛДАНЫП ТОЛЫҚТЫРЫЛҒАН ШЫНДЫҚТАҒЫ КӨПҚОЛДАНУШЫЛЫҚ ОЙЫНДЫ ҚҰРАСТЫРУ..... 104
Балгабаева Л.Ш., Супекова СБ.
СТУДЕНТТІҢ БІЛІМ ЭКОНОМИКАСЫ МОНИТОРИНГІСІНІН БОЛЖАУ МАҚСАТТАРЫНА ЖҰМСАЙТЫН ШЫҒЫНЫНЫҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ..... 112
Батесова Ф.К., Муканова З.
МҰНАЙ-ГАЗ САЛАСЫНДА ӨРТТІ СӨНДІРУ ҮШІН ЖАРЫЛЫСТЫҢ ЭНЕРГИЯСЫН ҚОЛДАНУ 116
Акбергенова А.К., Жияшева А.Ш., Акбергенов А.К.
ӘЛЕМДІК НАРЫҚТАҒЫ ЛОГИСТИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУДІ ТАЛДАУ..... 118
Жұмаділова Ж.О.
ОТҚА ТӨЗІМДІ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ЖЫЛУЛЫҚ СӘУЛЕЛЕНУ ҚАРҚЫНДЫЛЫҒЫН ЕСЕПТЕУ ЖОЛДАРЫ..... 120
Батесова Ф.К., Батесов А.И.
БАСШЫЛАР, ҚЫЗМЕТКЕРЛЕР МЕН ЖҰМЫСКЕРЛЕРДІ ОҚЫТУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ЕҢБЕК ҚАУІПСІЗДІГІНЕ ҚАТЫСТЫ БІЛІМДЕРІН ТЕКСЕРУДІ ҰЙЫМДАСТЫРУ..... 125
Казиев Г.З., Набиева Г.С., Адильбекова А.К., Омбаев Н.О.
АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ЖОБАЛАУДЫҢ КӨП КРИТЕРИЙЛІ ЕСЕПТЕРІ..... 128
Глущенко Т.И., Нұғұманова Г.М.
ҚОСТАНАЙ ОБЛЫСЫНЫҢ ЖАҢҒЫРМАЛЫ ЭНЕРГИЯ РЕСУРСТАРЫНА БАҒА БЕРУ..... 131
Қырғызбеков А.
ПОЕЗД ҚОЗҒАЛЫСЫНЫҢ ИНТЕРВАЛДЫҚ РЕТТЕУ ЖҮЙЕСІНЕ ТАЛДАУ 135
Ахметбеков Д.А.
WI - FI - ҚАЗІРГІ АДАМНЫҢ АСПАБЫ..... 140
Искаков Б.М.
БІР ВАЛЕНТТІ ҚАБЫРҒАЛЫ ЦЕНТРЛЕНГЕН КУБ ҰЯШЫҚТЫ МЕТАЛЛ АТОМЫНЫҢ ТҮБІРТЕГІ МЕН ӨТКІЗГІШ ЭЛЕКТРОНДАРДЫҢ ӘСЕРЛЕСУ ЭНЕРГИЯСЫН ЕСЕПТЕУ..... 143
Помашев О.П., Дарибаева Н.Г., Баймаханов Г.А.
МҰНАЙ ҚАБАТЫНДАҒЫ ЖЫНЫСТАРМЕН ҚЫСЫМ АРҚЫЛЫ СҰЙЫҚТЫҢ ТАРАЛУЫ 152
Генбач А.А., Наурыз Б.К.
АУАНЫҢ ҚЫЗБАСЫ ҮШІН ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯДАҒЫ ҚОНДЫРҒЫ МЕН БУДЫҢ ЕСЕБІ..... 156
Мырзахметов Б.А., Латыпов А.С., Шайхымежденов Ж.Г, Куандыков Т., Ибрагимов К., Шамшенова А.
ЭНЕРГИЯ ЖӘНЕ РЕСУРС ЖАҒЫНАН ТИІМДІ ШТАНГАЛЫ ҰНҒЫМАЛЫ СОРАПТЫҢ ЖЕТЕКШІСІ..... 162
Киселева О.Г.
ВАГОНАҒЫНДАРЫНЫҢ ЖҮРІСІН БОЛЖАУ АРҚЫЛЫ ЖЕДЕЛ ЖОСПАРЛАУ САПАСЫН ӨСІРУ..... 166
Киселева О.Г., Островерхова Ю.И.
ВАГОНАҒЫНДАРЫН КӨПКҮНДІК БОЛЖАУДЫҢ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІГІН БЫҒЫЛАУ..... 170
Омаров С.С., Бегимов Т.Б., Тукибаева М.А., Рахматуллаев Р.М.
УЛЬТРА ДЫБЫСТЫҚ ТЕРБЕЛІСТЕРДІҢ ҚАТТЫ КРИСТАЛЛДЫҚ ЗАТТАРМЕН ӘСЕРЛЕСУ НӘТИЖЕСІНДЕ ДЫБЫС ЖҰТУ КОЭФФИЦИЕНТІН БАҒАЛАУ..... 172
Сақабекова Ш.Қ., Колесникова Ю.В.
АРНАЙЫ БАСПА ТҮРЛЕРІНЕ АРНАЛҒАН ПОЛИГРАФИЯ МАТЕРИАЛДАРЫН ЖҰМСАУ НОРМАСЫНЫҢ ЖҮЙЕСІН ДАЙЫНДАУ ТУРАЛЫ МӘСЕЛЕГЕ..... 176
Сулейменов Т.Б., Арпабеков М.И.
ИНТЕРМОДАЛЬДЫ ДАМУДЫҢ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ХАБАРЛАМАЛАРДАҒЫ ЖҮЙЕЛІ ЖОСПАРЫ..... 179

Мамырбаева К.К., Гусейнова Г.Д., Луганов В.А., Оразымбетова С.Д.
МЫС СУЛЬФАТЫ ЕРІТІНДІЛЕРІНЕН МЫСТЫ БӨЛІП АЛУ ЖӘНЕ ТАЗАРТУ..... 183
Дәрібаев Ж.Е., Орайханова А.А., Құтжанова А.Н.
МҰНАЙ СІҢГЕН ТОПЫРАҚТАҒЫ ОРГАНИКАЛЫҚ ҚОСПАЛАРДЫҢ ЖАНУ КИНЕТИКАСЫ..... 187
Коданова С.К., Рамазанов Т.С., Исанова М.К., Молдабеков Ж.А.
ЕКІ КОМПОНЕНТТІ ПЛАЗМА ҚАСИЕТІН МОДЕЛДЕУ БОЙЫНША АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН КОМПЬЮТЕРЛІК БАҒДАРЛАМА КЕШЕНІ..... 192
Тунғатарова А.Т.
НЕСИЕЛІК ОҚЫТУ ЖҮЙЕСІ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ ИНФОРМАТИКА ПӘНІНЕН ОҚУ-ӘДІСТЕМЕЛІК КЕШЕНІНІҢ МАЗМҰНЫ..... 196
Боранкулова А.С.
БИДАЙ ЖАРМАСЫНЫҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН БІЛУ..... 199
Қаниев Дж.М., Шарипов К.А., Юсупов А.Р.
ГИДРОЛЕСТІРУШІНІҢ АЙДАҒЫШ КАНАЛЫНДАҒЫ СҰЙЫҚТЫҚТЫҢ СОҚҚЫ ИМПУЛЬСІН АНЫҚТАУ..... 202
Мухаметжанова А.В., Картбаева Ж.Д.
ТАСЫМАЛДАУ ҮРДІСТЕРІН ЖЕДЕЛ БАСҚАРУДЫҢ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІН ДАЙЫНДАУ НЕГІЗДЕРІ..... 205
Абзалбекұлы Б., Джанахметов О.К., Джұмабекова Г.Б.
АЯҚ КИІМНІҢ ОРТОПЕДИЯЛЫҚ БҰЙЫМДАРЫНА АРНАЛҒАН ЖАҢА СИЛИКОН КОМПОЗИЦИЯЛАРДЫҢ ФИЗИКА-МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ..... 207
Искандаров У.Т.
АГРОӨНЕРКӘСІПТІК КЕШЕННІҢ ЖАНАР-ЖАҒАРМАЙМЕН ЖӘНЕ МАЙЛАҒЫШ МАТЕРИАЛДАРМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ЖҮЙЕСІНІҢ ҚЫЗМЕТІН ЗЕРТТЕУ КЕЗІНДЕГІ ӨЗБЕКСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ КЛИМАТТЫҚ ЖАҒДАЙЫ..... 211
Бектенов М(Л)Б.
ҒИМАРАТҚА ТҮСЕТІН КҮН ЭНЕРГИЯСЫН ЕСЕПТЕУ..... 213
Сеитова Н., Кунаева М.С.
ЖЕР ТАРИХЫНДАҒЫ ГЕОТЕКТОНИКАЛЫҚ ҮРДІСТЕРДІҢ ПАЙДА БОЛУЫНЫҢ ЭВОЛЮЦИЯЛЫҚ СИПАТТАРЫ ЖӘНЕ ОНЫҢ ЗАТТЫҚ-ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ..... 216
Каниев Дж.М.
ҮЛЕСТІРГІШТІҢ АЙДАҒЫШ КАНАЛЫНДАҒЫ ГИДРОСОҚҚЫ КЕЗІНДЕГІ СҰЙЫҚТЫҚТЫҢ ЕКІ АҒЫНЫНЫҢ ӨЗАРА СОҚТЫҒЫСУЫ..... 218
Жазылбекова А.Е., Кумар Б.К.
СЕЙСМИКАЛЫҚ ӘСЕР ЕТУ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ ҮЛКЕН КӨЛЕМДІ РЕЗЕРВУАРЛАРДЫ ЕСЕПТЕУ ЖӘНЕ ЖОБАЛАУ..... 221
Сүлейменов А.Б., Basso M., Сүлейменов Б.А.
СҰЙЫҚ БҰЛАУДА МЫС ҚОРЫТПАСЫН БАСҚАРУ МОДЕЛДЕРІН ДАЙЫНДАУ ЖӘНЕ ОНЫҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУЫ..... 226
Сарбаев С.Ш., Баймахан А.С., Сарбаев А.С.
ТРАНСПОРТ ЖҮЙЕСІНІҢ МОДЕЛЬДЕРІН ҚҰРУ ПРИНЦИПТЕРІ..... 230
Сарбаев С.Ш., Ғабдуллин А.Ж.
ТРАНСПОРТ ТОРАПТАРЫНДА ЖҮК ТАСЫМАЛДАУ ОПЕРАЦИЯЛАРЫН ШҰҒЫЛ ТҮРДЕ ЖОСПАРЛАУДЫ ОҢТАЙЛАНДЫРУ..... 232
Ибраев К.К., Айпенов Ж.С.
ҚОЗҒАЛЫСКЕСТЕСІНІҢ АВТОМАТТАЛҒАН ЖҮЙЕ ОРЫНДАРЫНДАҒЫ ТАЛДАУЫ..... 235
Шабельников Е.А., Понятов Ю.А.
ЖОЛ-ТРАНСПОРТ ОҚИҒАЛАРЫ КЕЗІНДЕГІ ТЖМ АМО-ның ТРАНСПОРТ ҚҰРАЛДАРЫН БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ МОНИТОРИНГ ЖҮРГІЗУ ЖҮЙЕСІ..... 236
Шабельников Е.А., Торчик В.В.
ЖОЛ КӨЛІК ОҚИҒАЛАРЫНДА ТЕКСЕРІС ПЕН МОНИТРИНГІ ЖҮЙЕСІНІҢ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚАМСЫЗДАНДЫРУЫНЫҢ ЖҮЗЕГЕ АСУЫ..... 239
Молдабеков М.М., Понятов Ю.А., Торчик В.В.
ORBCOMM ЖӘНЕ GLOBALSTAR ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ҚҰРЫЛЫМЫ ДЕРЕКТЕРІ ҰТҚЫР СПУТНИКТІ БАЙЛАНЫСЫНЫҢ БАЗАСЫНДА..... 242
Понятов Ю.А.
БАЙЛАНЫСТЫҢ ТӨМЕНГІ ОРБИТАЛЫ СПУТНИКТІК ЖҮЙЕСІН ҚОЛДАНУ ТӘЖІРИБЕСІ ЖӘНЕ КЕШЕЛЕКТЕ ПАЙДАЛАНУ..... 247
Еремин Д.И., Торчик В.В.
МӘЛІМЕТТЕРДІ СПУТНИКПЕН ЖІБЕРУ ЖҮЙЕСІН ЭНЕРГИЯМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТЕТІН АВТОНОМДЫҚ ІШКІ ЖҮЙЕ..... 251

Турсынбаева А.Т., Наурузбаев К.А.
ТҰРҒЫН ҮЙЛЕРДІ ДИНАМИКАЛЫҚ СЫНАУ 254
Бисмильдина З.А., Турсынбаева А.Т.
АРКАЛЫК КОНСТРУКЦИЯЛАРДЫҢ БЕРІКТІК МӘСЕЛЕСІ 256
Мухамбетов Г.М., Куанышбеков Р.Р.
МЕТАЛЛОКЕРАМИКАЛЫҚ ЖІК БІЛІМ ЖОЛЫМЕН БӨЛШЕКТЕРДІҢ ЕСКІ БЕТТЕРІН ЖӨНДЕУ ТИІМДІЛІГІМЕН ЖОҒАРЫЛАТУ ӘДІСТЕРІ..... 258
Жұмашев Е.
ЭЛЕКТРОНДЫҚ ҚҰЖАТТАР АЙНАЛЫМЫН ЕНГІЗУ 263
Омаров С.С., Нысанбаева С.К., Касымов А.Б., Тукибаева М.А.
ЗАРЯДТТАЛҒАН БӨЛШЕКТЕРДІҢ ӘСЕРІНЕН МАТЕРИЯЛДАРДЫҢ КРИСТАЛДЫҚ ҚҰРЫЛЫМДАРЫНЫҢ ӨЗГЕРУ ЫҚТИМАЛДЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ..... 267

Химия-металлургия ғылымдары

Амиркулова А.Ж., Курбанова Г.В., Сапко О.А., Чебоненко О.В.
ПЕСТИЦИДТЫҢ (ФУНДАЗОЛ) КЕЙБІР АСТЫҚ ЖӘНЕ БҰРШАҚ ТҰҚЫМДАС АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҚ ӨСІМДІКТЕРІНІҢ ПРООКСИДАНТТЫ ЖҮЙЕСІНІҢ КОМПОНЕНТТЕРІНЕ ӘСЕРІ..... 272
Добрынин Е.И.
МҰНАЙ РЕЗЕРВУАРЫНЫҢ ЖАСЫН АНЫҚТАУ ҮШІН КЕУЕКТІ ОРТАДАҒЫ СУЛЫ ФАЗА МЕН МҰНАЙЛЫ ФАЗАНЫҢ БОЙЫНДАҒЫ РЕНИЙДІҢ ХИМИЯЛЫҚ РЕАКЦИЯСЫ МЕН ТРАНСПОРТЫН МОДЕЛЬДЕУ..... 275
Құрбаниязов С.К.
ЦЕОЛИТТІҢ НЕГІЗГІ ҚАСИЕТТЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ КӨП САЛАДА ҚОЛДАНЫЛУЫ 279
Бугенов Е.С., Нұрлыбаев Р.Е., Шайдарбекова Ж.Қ., Мұрзағұлова А.А.
СІЛТІЛІ-ГЛИЦЕРАТТЫ ЕРІТІНДІЛЕРДЕН СУРЬМА ЭЛЕКТРОЛИЗІ..... 283
Кушпанов М.С., Рахматуллаев Р.М., Мусатай С.С.
КРИСТАЛДАРДЫҢ ЖЫЛУ СЫЙЫМДЫЛЫҒЫНЫҢ КВАНТТЫҚ ЖӘНЕ КЛАССИКАЛЫҚ АЙМАҚТАҒЫ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ ШЕГАРАСЫН БАҒАЛАУ..... 281
Дощанов М.М., Кусаинова М.Т.
ГАЗДЫ ГИДРАТТЫ ШОҒЫРЛАРДЫҢ ПАЙДА БОЛУ МЕХАНИЗМЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛИКТЕРЫ..... 288
Искаков Б.М., Ким Д.Д.
АЛЮМИНИЙДЕГІ ВАКАНСИЯЛАРДЫҢ ОРЫН АУЫСТЫРУ ЭНЕРГИЯСЫН АТОМДЫ БАТЫРУ ТӘСІЛІМЕН ЕСЕПТЕУ..... 293
Бектибаев М.М., Интыкбаев А.М., Алыбаев Ж.А.
УРАНДЫ ЭЛЮАТҚА ЖЕРАСТЫ ҰҢҒЫМАЛЫҚ ШАЙМАЛАУ КЕЗІНДЕГІ ҚАЙТЫМДЫ ЕРІТІНДІЛЕРДЕН СКАНДИЙДІ БӨЛІП ШЫҒАРУДЫ ЗЕРТТЕУ..... 300
Батькаев Р.И., Бишимбаев В.К., Батькаева Л.Р., Дыгай Л.В., Евдокимова Е.Г.
МИНЕРАЛДЫ ТЫҢАЙТҚЫШТАР ӨНДІРІСІНДЕ СУЛЫ – ТҰЗ ЕРІТІНДІЛЕРІН ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІРУ..... 303
Джунусов Т.Г., Оспанов К.Т.
РАДИАЛДЫ ТҰНДЫРҒЫШТА ТУРБУЛЕНТІК АҒЫНДАҒЫ ҚАЛҚЫМАЛЫ ЗАТТАРДЫҢ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫН ЕСЕПТЕУ ӘДІСІ..... 307

Физика-математика ғылымдары

Алексеева Л.А., Дадаева А.Н.
БАЙЛАНЫССЫЗ БАСТАПҚЫ ШЕТТІК ТЕРМОСЕРПІМДІЛІК ЕСЕПТЕР..... 312
Сұлтанбекова А.О., Жумағалиева М.Б.
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ IP-ТЕЛЕФОНИЯ ДАМУЫ..... 318
Тұрмұхамбетов А.Ж.
ГИДРОДИНАМИКАЛЫҚ ТУРБУЛЕНТТІЛІКТІҢ КЕҢІСТІКТІК МАСШТАБТАРЫ..... 321
Нысанов Е.А.,Құрақбаева С.Ж., Нысанов Р.Е.
КӨЛДЕНЕҢ ҚИМАСЫ ТҰРАҚТЫ КАНАЛДАРДА ЕКІ ФАЗАЛЫ ЖАБЫСҚАҚСЫЗ ОРТАНЫҢ АҒЫСЫН ЗЕРТТЕУ..... 325
Бейсенбі М.А., ЕрмекбаеваЖ.Ж.
СЫЗЫҚТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕ РОБАСТЫ ОРНЫҚТЫЛЫҚТЫ ЗЕРТТЕУДЕ ЛЯПУНОВ ФУНКЦИЯСЫН ҚҰРУ ЖОЛДАРЫ..... 328

СОДЕРЖАНИЕ

Науки о Земле

Шевцова В.С.
ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ..... 3
Саельдинова М.С., Нурмакова С.М.
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД В КАЗАХСТАНЕ..... 6
Пирмаханова З.С., Курбаниязов С.К.
КАРСТОВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ БАРИТОВЫХ РУД ЦЕНТРАЛЬНОГО КАРАТАУ..... 9
Пирмаханова З.С., Курбаниязов С.К., Тасболат Б.
ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКОВ «САРБАС»..... 15
Балтабаева Б.А.
СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЯ В 3D СЕЙСМОРАЗВЕДКЕ 17
Молдошев Р.А., Абдылдаев Ч.Э., Абдылдаев Э.К.
ДЕФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ, УЧИТЫВАЮЩИЕ ДИЛАТАЦИИ И РАЗУПРОЧНЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД..... 21
Молдабеков М.М., Еремин Д.И., Понятов Ю.А.
МОНИТОРИНГ УРОВНЯ ВОДЫ ОЗЕР, РЕК, МОРЕЙ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ..... 24

Технические науки

Сакабекова Ш.К., Киянбекова Л.Р.
ЦИФРОВАЯ ФЛЕКСОГРАФИЯ. НОРМАЛИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ЦИФРОВОЙ ЗАПИСИ ФЛЕКСОГРАФСКОЙ ПЕЧАТНОЙ ФОРМЫ..... 28
Боранқулова Г.С.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ КУРСА «ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»..... 33
Нуржанова Г.М., Устемирова Р.С.
ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ НЕФТЯНЫХ ГРУЗОВ В ПУТИ СЛЕДОВАНИЯ НА МАССУ..... 35
Артамонов П.Т., Ахметов Б.Б., Харитонов П.Т.
ИЗМЕРИТЕЛЬ ОБЪЕМНОГО РАСХОДА ЖИДКОСТИ С ЕМКОСТНЫМ ДАТЧИКОМ..... 39
Усербаева С.С., Сакиева З.Ж.
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ШЫМКЕНТА ВЫБРАСАМИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ..... 45
Картина Г.Н.
ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБСЛУЖИВАНИЯ В СЕТЯХ СОТОВОЙ СВЯЗИ..... 48
Коданова С.К., Исанова М.К., Омиралиева Г., Умбеталиева А.
РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ, ИССЛЕДОВАНИЮ И АНАЛИЗУ СВОЙСТВ ПЛАЗМЫ СЛОЖНОГО СОСТАВА..... 52
Кумар Б., Макашев Е.
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПОДЗЕМНЫХ ХРАНИЛИЩ ГАЗА И УЛУЧШЕНИЕ ИХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ..... 57
Джаманбаев М.А., Егеубаев Е.
ПАРАМЕТР ПОТОКА ОТКАЗОВ ЛИНИЙ 220 - КВ..... 59
Генбач А.А., Олжабаева К.С.
НАГРЕВАТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР НА ТЕПЛОВОЙ ТРУБЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ..... 62
Дутбаева Л.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КОНВЕРТОРОВ В СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМАХ СВЯЗИ..... 68
Айкумбеков М.Н.
АВТОМАТИЗАЦИЯ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ..... 71
Батесова Ф.К., Батесов А.И.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА И РАЗРАБОТКА ДЕМПФИРУЮЩИХ СПЛАВОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ..... 74
Талапбайұлы Ж., Кулымбаева М.Ш.
АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ОПТИЧЕСКИХ УСИЛИТЕЛЕЙ СИГНАЛОВ EDFA..... 81
Жетесова Г.С., Жаркевич О.М., Бузауова Т.М., Плешакова Е.А.
ПОВРЕЖДЕНИЕ ГИДРОСТОЕК МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ. 84

Тимирязев В.А., Керимжанова М.Ф., Габдуллина А.З.
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ ЗАЗОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРУППОВОЙ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ..... 90
Касимов А.О., Карабалаева А.Б.
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГИБРИДНЫХ СЕТЕЙ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ VSAT В УСЛОВИЯХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ТРАФИКА..... 94
Жетесова Г.С., Бузауова Т.М., Жаркевич О.М.
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ В ЭКСЦЕНТРИКЕ КОНУСНОЙ ДРОБИЛКИ КМДТ-2200 В ПРОЦЕССЕ ТЕРМОФРИКЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ..... 100
Ахмед-Заки Д.Ж., Айдаров К.А., Бердибеков С.К., Туймешов М.К.
РАЗРАБОТКА МНОГОПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЙ ИГРЫ В ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ..... 104
Балғабаева Л.Ш., Супекова С.Б.
ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАТРАТ СТУДЕНТА В ЦЕЛЯХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МОНИТОРИНГА ЭКОНОМИКИ ОБРАЗОВАНИЯ..... 112
Батесова Ф.К., Муканова З.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ВЗРЫВА ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ..... 116
Акбергенова А.К., Жияшева А.Ш., Акбергенов А.К.
АНАЛИЗ МИРОВОГО РЫНКА ЛОГИСТИЧЕСКИХ УСЛУГ..... 118
Жумадилова Ж.О.
МЕТОДЫ РАСЧЕТА ИНТЕНСИВНОСТИ ТЕПЛОВЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ОГНЕУПОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ..... 120
Батесова Ф.К., Батесов А.И.
ОБУЧЕНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ, СВЯЗАННОЙ С ТРУДОВОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ РУКОВОДИТЕЛЕЙ, СЛУЖАЩИХ И РАБОТНИКОВ..... 125
Казиев Г.З., Набиева Г.С., Адильбекова А.К., Омбаев Н.О.
МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ..... 128
Глущенко Т.И., Г.М. Нугуманова
ОЦЕНКА РЕСУРСОВ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ..... 131
Киргизбеков А.
АНАЛИЗ СИСТЕМ ИНТЕРВАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ..... 135
Ахметбеков Д.А.
WI-FI КАК ИНСТРУМЕНТ СОВРЕМЕННОГО ЧЕЛОВЕКА..... 140
Искаков Б.М.
ВЫЧИСЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АТОМНЫХ ОСТОВОВ И ЭЛЕКТРОНОВ ПРОВОДИМОСТИ ОДНОВАЛЕНТНОГО ГЦК МЕТАЛЛА..... 143
Помашев О.П., Дарибаева Н.Г., Баймаханов Г.А.
О РАСПРОСТРАНЕНИИ ЖИДКОСТИ ПО ПОРОДЕ НЕФТЯНОГО ПЛАСТА ПОД ДАВЛЕНИЕМ..... 152
Генбач А.А., Наурыз Б.К.
РАСЧЁТ УСТАНОВКИ ДЛЯ НАГРЕВА ВОЗДУХА В ПАРОВЫХ КОТЛАХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ..... 156
Мырзахметов Б.А., Латыпов А.С., Шайхымежденов Ж.Г, Куандыков Т., Ибрагимов К., Шамшенова А.
ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЙ ПРИВОД ШТАНГОВОГО СКВАЖИННОГО НАСОСА..... 162
Киселева О.Г.
ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ПУТЕМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДВИЖЕНИЯ ВАГОНОПОТОКОВ..... 166
Киселева О.Г., Островерхова Ю.И.
ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОДНЕВНОГО ПРОГНОЗА ВАГОНОПОТОКОВ..... 170
Омаров С.С., Бегимов Т.Б., Тукибаева М.А., Рахматуллаев Р.М.
ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТА ЗВУКОПОГЛОЩЕНИЯ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ С ТВЕРДЫМИ КРИСТАЛЛИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ..... 172
Сакабекова Ш.К., Колесникова Ю.В.
К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ НОРМ РАСХОДОВАНИЯ ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ВИДОВ ПЕЧАТИ 176
Сулейменов Т.Б., Арпабеков М.И.
ПЛАНИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ИНТЕРМОДАЛЬНЫХ СИСТЕМВ МЕЖДУНАРОДНЫХ СООБЩЕНИЯХ..... 179
Мамырбаева К.К., Гусейнова Г.Д., Луганов В.А., Оразымбетова С.Д.
МЫС СУЛЬФАТЫ ЕРІТІНДІЛЕРІНЕН МЫСТЫ БӨЛІП АЛУ ЖӘНЕ ТАЗАРТУ..... 183
Дарибаев Ж.Е., Орайханова А.А., Кутжанова А.Н.
КИНЕТИКА ГОРЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СМЕСЕЙ НА ГРУНТОВЫХ НЕФТЯНЫХ ШЛАМАХ..... 187

Коданова С.К., Рамазанов Т.С., Исанова М.К., Молдабеков Ж.А.
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ СВОЙСТВ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ ПЛАЗМЫ..... 192
Тунгатарова А. Т.
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕС ПО ИНФОРМАТИКЕ В УСЛОВИЯХ КРЕДИТНОЙ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ..... 196
Боранкулова А.С.
ИЗУЧЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПШЕНИЧНОЙ КРУПЫ..... 199
Каниев Дж.М., Шарипов К.А., Юсупов А.Р.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДАРНОЙ ИМПУЛЬСА ЖИДКОСТИ В НАГНЕТАТЕЛЬНОМ КАНАЛЕ ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ..... 202
Мухаметжанова А.В., Картбаева Ж.Д.
ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕВОЗОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ..... 205
Абзалбекулы Б., Джанахметов О.К., Джумабекова Г.Б.
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НОВЫХ СИЛИКОНОВЫХ КОМПОЗИЦИИ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ОБУВНЫХ ОРТОПЕДИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ..... 207
Искандаров У.Т.
КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ТОПЛИВОМ И СМАЗОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ..... 211
Бектенов М(Л)Б.
РАСЧЕТ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИ, ПОДАЮЩИЙ НА ЗДАНИЯ..... 213
Сеитова Н., Кунаева М.С.
ЭВОЛЮЦИОННЫЙ ХАРАКТЕР ПРОЯВЛЕНИЯ ГЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ИСТОРИИ ЗЕМЛИ И ИХ ВЕЩЕСТВЕННО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ 216
Каниев Дж.М.
СОУДАРЕНИЯ ДВУХ ПОТОКОВ ЖИДКОСТИ ВО ВРЕМЯ ГИДРОУДАРА В НАГНЕТАТЕЛЬНОМ КАНАЛЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ..... 218
Жазылбекова А.Е., Кумар Б.К.
РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЗЕРВУАРОВ БОЛЬШОГО ОБЪЕМА В УСЛОВИЯХ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ..... 221
Сулейменов А.Б., Basso M., Сулейменов Б.А.
РАЗРАБОТКА И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ПЛАВКОЙ МЕДИ В ЖИДКОЙ ВАННЕ..... 226
Сарбаев С.Ш., Баймахан А.С., Сарбаев А.С.
ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ..... 230
Сарбаев С.Ш., Габдуллин А.Ж.
ОПТИМИЗАЦИЯ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ГРУЗОВЫХ ОПЕРАЦИЙ В ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛАХ..... 232
Ибраев К.К., Айпенов Ж.С.
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА ГРАФИКА ИСПОЛНЕННОГО ДВИЖЕНИЯ..... 235
Шабельников Е.А., Понятов Ю.А.
СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ЦМК МЧС ПРИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЯХ..... 236
Шабельников Е.А., Торчик В.В.
РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ЦМК МЧС ПРИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЯХ 239
Молдабеков М.М., Понятов Ю.А., Торчик В.В.
СТРУКТУРА УНИФИЦИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА БАЗЕ МОБИЛЬНОЙ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ ORBCOMM И GLOBALSTAR..... 242
Понятов Ю.А.
ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИЗКООРБИТАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ..... 247
Еремин Д.И., Понятов Ю.А., Торчик В.В.
АВТОНОМНАЯ ПОДСИСТЕМА ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ..... 251
Турсынбаева А.Т., Наурузбаев К.А.
ДИНАМИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ЖИЛОГО ДОМА 254
Бисмильдина З.А., Турсынбаева А.Т.,
ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОСТИ АРОЧНЫХ КОНТРУКЦИЙ..... 256

Мухамбетов Г.М., Куанышбеков Р.Р. 258
РЕМОНТ ИЗНОШЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ПУТЕМ ОБРАЗОВАНИЯ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКОГО СЛОЯ.....
Жумашев Е.
ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА..... 263
Омаров С.С., Нысанбаева С.К., Касымов А.Б., Тукибаева М.А.
ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ..... 267

Химико-металлургические науки

Амиркулова А.Ж., Курбанова Г.В., Сапко О.А., Чебоненко О.В.
ВЛИЯНИЕ ПЕСТИЦИДА (ФУНДАЗОЛ) НА КОМПОНЕНТЫ ПРООКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ НЕКОТОРЫХ ЗЛАКОВЫХ И БОБОВЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ..... 272
Добрынин Е.И.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ И ТРАНСПОРТА РЕНИЯ В ВОДЯНОЙ И НЕФТЯНОЙ ФАЗАХ В ПОРИСТОЙ СРЕДЕ С ЦЕЛЬЮ УСТАНОВЛЕНИЯ ВОЗРАСТА НЕФТЯНОГО РЕЗЕРВУАРА..... 275
Курбаниязов С.К.
ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЦЕОЛИТОВ И ИХ МНОГООТРАСЛЕВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ..... 279
Бугенов Е.С., Нурлыбаев Р.Е., Шайдарбекова Ж.К., Мурзагулова А.А.
ЭЛЕКТРОЛИЗ СУРЬМЫ ИЗ ЩЕЛОЧНО-ГЛИЦЕРАТНЫХ РАСТВОРОВ..... 283
Кушпанов М.С., Рахматуллаев Р.М., Мусатай С.С.
ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРЫ РАЗГРАНИЧЕНИЯ КВАНТОВОЙ И КЛАССИЧЕСКОЙ ОБЛАСТЕЙ ТЕПЛОЕМКОСТИ КРИСТАЛЛОВ..... 285
Дощанов М.М., Кусаинова М.Т.
ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЗМОВ ОБРАЗОВАНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ ГАЗОВЫХ ГИДРАТОВ..... 288
Искаков Б.М., Ким Д.Д.
РАСЧЕТ ЭНЕРГИИ МИГРАЦИИ ВАКАНСИИ МЕТОДОМ ПОГРУЖЕННОГО АТОМА В AL..... 293
Бектибаев М.М., Интыкбаев А.М., Алыбаев Ж.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ИЗВЛЕЧЕНИЮ СКАНДИЯ ИЗ ОБОРОТНЫХ РАСТВОРОВ ПОДЗЕМНОГО СКВАЖИННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНА В ЭЛЮАТ..... 300
Батькаев Р.И., Бишимбаев В.К., Батькаева Л.Р., Дыгай Л.В., Евдокимова Е.Г.
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ ВОДНО-СОЛЕВЫХ РАСТВОРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ..... 303
Джунусов Т.Г., Оспанов К.Т.
СПОСОБ РАСЧЕТА КОНЦЕНТРАЦИИ ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ В ТУРБУЛЕНТНОМ ПОТОКЕ РАДИАЛЬНОГО ОТСТОЙНИКА..... 307

Физико-математические науки

Алексеева Л.А., Дадаева А.Н.
НЕСТАЦИОНАРНЫЕ КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ ТЕРМОЭЛАСТОДИНАМИКИ..... 312
Султанбекова А.О., Джумагалиева М.Б.
РАЗВИТИЕ IP - ТЕЛЕФОНИИ В КАЗАХСТАНЕ..... 318
Турмухамбетов А.Ж.
ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ МАСШТАБЫ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ..... 321
Нысанов Е.А.,Куракбаева С.Д.,Нысанов Р.Е.
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ИДЕАЛЬНЫХ ДВУХФАЗНЫХ СРЕД В КАНАЛАХ ПОСТОЯННОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ..... 325
Бейсенби М.А., Ермекбаева Ж.Ж.
ПОСТРОЕНИЕ ФУНКЦИИ ЛЯПУНОВА В ИССЛЕДОВАНИИ РОБАСТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ..... 328

CONTENTS

Earth sciences

Shevcova V.S.
LAW BASIS FOR LIFE SAFETY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION..... 3
Sayeldinova M.S., Nurmakova S.M.
THE MODERN STATE OF DEVELOPMENT OF GOLD ORE IN KAZAKHSTAN..... 6
Pirmakhanova Z.S., Kurbaniyazov S.K.
KARST DEPOSIT OF BARITE ONE OF CENTRAL KARATAU..... 9
Pirmakhanova Z.S., Kurbaniyazov S.K., Tasbolat B.
GEOLOGICAL CHARACTERISTIC OF THE SARBASS LIMESTONE DEPOSIT..... 15
Baltabayeva B.A.
MODERN SYSTEMS SUPERVISION IN 3D TO SEISMIC EXPLORATION..... 17
Moldoshev R.A., Abdyldayev Ch.E., Abdyldayev E.K.
DEFORMATIVE MODELS CONSIDERING THE DILATATION AND WEAKENING OF ROCK..... 21
Moldabekov M.M., Yeremin D.I., Ponyatov Y.A.
MONITORING THE WATER LEVEL IN LAKES, RIVERS, SEAS AND WATERWORKS..... 24

Technical sciences

Sakabekova Sh.K., Kiyanbekova L.R.
DIGITAL FLEXOGRAPHY. NORMALIZATION OF MODES OF DIGITAL RECORD OF A FLEXOGRAPHY PRINTING FORM..... 28
Borankulova G.S.
USING OF INFORMATION – COMMUNICATIVE TECHNOLOGIES IN TEACHING "THE FUNDAMENTALS OF COMPUTER TECHNOLOGIES..... 33
Nurjanova G.M., Ustemirova R.S.
EFFECT OF TEMPERATURE CHANGES IN THE PETROL DURING THE WAY TO GROUND..... 35
Artamonov P.I., Akhmetov B.B., Kharitonov P.T.
MEASURING INSTRUMENTS OF A VOLUME CONSUMPTION OF LIQUIDS WITH CAPACITIVE SENSOR..... 39
Usserbayeva S.S., Sakyeva Z.J.
THE VINTSOVY PLANTS SHYMKENT THROWS OUT HARMFUL SUBSTANCES ON THE CITY TERRITORY, POLLUTING HEAVY METALS..... 45
Kartina G.N.
PRINCIPLES OF QOS IN MOBILE NETWORKS..... 48
Kodanova S.K., Issanova M.K., Omyralieva G., Umbetbekova A.
THE DEVELOPMENT OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGY FOR SIMULATION, RESEARCH AND THE ANALYSIS OF COMPLEX PLASMA COMPOSITION PROPERTIES..... 52
Kumar B., Makashev Y.
IMPROVING THE EFFICIENCY OF UNDERGROUND GAS STORAGE FACILITIES, AND IMPROVE THEIR TECHNICAL-ECONOMIC INDICATORS..... 57
Dzhamanbaev M.A., Egeubaev E.
PARAMETER OF A STREAM OF REFUSALS OF LINES OF 220 KV 59
Genbach A.A., Olzhabayeva K.S.
HEATING DEVICE ON THE HEAT PIPE FOR POWER STATION..... 62
Dutbayeva L.A.
INVESTIGATION OF CHARACTERISTICS OF CONVERTERS FOR SATELLITE ANTENNAS..... 68
Aikumbekov Muslim N.
AUTOMATION OF DISPATCHER CONTROL AS MEAN OF RAILWAY CAPACITY INCREASE..... 71
Batesova F. K., Batesov A. I.
RESEARCH OF INDUSTRIAL NOISE AND DEVELOPMENT OF DAMPING ALLOYS FOR MANUFACTURING OF DETAILS OF THE MINING EQUIPMENT..... 74
Talapbayuly Zh., Kulymbayeva M.Sh.
THE ANALYSIS OF PARAMETERS OF OPTICAL AMPLIFIER EDFA..... 81
Zhetesova G.S., Zharkevich O.M., T.M. Buzauova, Pleshakova E.A.
THE QUESTION OF DAMAGES HYDRAULIC JACKS OF MECHANICAL SUPPORTS AND RESOLVE THEM..... 84
Timiryazev V.A., Kerimzhanova M.F., Gabdullina A.Z.
ENSURING THE ACCURACY GAP WITH THE USE OF GROUP INTERCHANGEABILITY..... 90

Kasimov A.O., Karabalaeva A.B.
EFFICIENCY OF THE HYBRID NETWORKS SATELLITE RELATIONSHIP VSAT IN CONDITION OF THE TELECOMMUNICATION TRAFFIC..... 94
Zhetesova G.S., Buzauova T.M., Zharkevich O.M.
STUDY OF HEAT FLOW IN ECCENTRIC OF CONE CRUSHER KMDT-2200 DURING THE HEAT TREATMENT OF THE FRICTION..... 100
Akhmaed-Zaki D.Zh., Aidarov K.A., Berdybekov S.K., Tuimeshov M.K.
DEVELOPMENT OF MULTIUSER GAME IN AUGMENTED REALITY WITH USE OF MOBILE DEVICES..... 104
Balgabaeva L.SH., Supekova S.B.
ASSASSMENT OF STUDENT COST EFFICIENTLY IN ORDER TO PREICT THE ECONOMICS OF EDUCATION MONITORING..... 112
Batesova F.K., Mukanova Z.
USE OF EXPLOSIVE ENERGY TO FIGHT FIGHT FIRE OIL AND GAS INDUSTRY..... 116
Akbergenova A.K., Shiyasheva A.S., Akbergenov A.K.
ANALISYS OF WORLD MARKET OF LOGISTIKAL SERVISES 118
Zhumadilova Zh.O.
THE METHODS OF INVESTIGATION AND CALCULATION OF THE INTENSITY OF THERMAL RADIATION IN THE FORGE..... 120
Batesova F.K., Batesov A.I.
OVERALL OBJECTIVE OF THE DEGREE PROJECT IS THE ANALYSIS OF THE ORGANISATION OF TRAINING OF SAFETY OF WORK..... 125
Kaziev G. Z, Nabieva G. S., Adilbekova A.K. Ombaev N.O.
THE PROBLEM WITH A LOT OF CRITERION OF DESIGNING OF INFORMATION SYSTEMS..... 128
Gluchshenko T.I., Nugumanova G.M.
ESTIMATION OF RESOURCES OF RENEWED ENERGY KOSTANAY OF AREA..... 131
Kirgizbekov A.
ANALYSIS OF SYSTEMS FOR INTERVAL REGULATION OF TRAINS MOVEMENT..... 135
Akhmetbekov D.A.
WI-FI AS TOOL OF THE MODERN PERSON..... 140
Искаков Б.М.
THE INTERACTION ENERGY CALCULATION OF NUCLEAR SKELETONS AND CONDUCTIVITY ELECTRONS IN THE MONOVALENT FCC METAL..... 143
Pomashev O.P., Darybaeva N.G., Baimakhanov G.A.
ON DISTRIBUTION OF BREED FLUID OIL RESERVOIR PRESSURE..... 152
Genbach A.A., Nauryz B.K.
CALCULATION OF SETTINGS FOR HEATING THE AIR IN THE BOILERS OF POWER STATIONS..... 156
Myrzakhmetov B.A., Latypov A.C., Shayhymezhdenov ZH.G., Kuandykov T., Ibragimov K., Shamshenova A.
ENERGY SAVING OF SUCKER-ROD WELL PUMPS..... 162
Kiseleva O.G.
IMPROVEMENT OF OPERATIONAL PLANNING QUALITY BY FORECASTING OF FLOW ADVANCEMENT 166
Kiseleva O.G., Ostroverkhova Y.I.
EVALUATION OF TECHNICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF MULTI-DAY FORECAST OF CAR FLOW..... 170
Омаров С.С., Бегимов Т.Б., Тукибаева М.А., Рахматуллаев Р.М.
ESTIMATION OF SOUND-ABSORB COEFFICIENT AT THE INTERACTION OF ULTRASONIC FLUCTUATIONS WITH SOLID CRYSTALLINE MATERIALS..... 172
Sakabekova Sh.K., Kolesnikova Y.V.
ON THE DEVELOPMENT OF CONSUMPTION RATE OF PRINTING MATERIALS FOR SPECIAL PRINT..... 176
Suleimenov T.B., Arpabekov M.I.
PLANNING OF DEVELOPMENT OF INTERMODAL SYSTEMS OF INTERNATIONAL COMMUNICATIONS..... 179
Mamyrbayeva K.K., Guseynova G.D, Luganov V.A, Oryzambetova S.D.
EXTRACTION AND REFINING OF COPPER SULPHATE SOLUTION..... 183
Daribayev Zh.E., Oraykhanova A.A., Kutzhanova A.N.
KINETICS OF BURNING ORGANIC COMPOUNDS ON THE DRIFT OF OIL SLUDGE..... 187
Kodanova S.K., Issanova M.K., Moldabekov Zh. A.
AUTOMATIC COMPLEX OF COMPUTER PROGRAMS FOR MODELING OF TWO-COMPONENT PLASMA PROPERTIES 192

Tungatarova A.T.
ABOUT CONTENT OF EDUCATIONAL AND METHODOLOGICAL COMPLEX OF THE DISCIPLINE COMPUTER SCIENCE UNDER CONDITIONS OF CREDIT EDUCATION SYSTEM..... 196
Borankulova A.S.
STUDY OF REOLOGICAL PROPERTIES OF WHEAT GROATS..... 199
Kaniyev J.M.
THE COLLISION OF TWO STREAMS OF FLUID DURING WATERHAMMER IN THE DISCHARGE CHANNEL DISTRIBUTOR..... 202
Muhametzhanova A.V., KartabayevaZh. D.
PRINCIPLES OF DEVELOPMENT OF INFORMATION SYSTEMS OF OPERATION CONTROL OF TRANSPORTATION PROCESS..... 205
Abzalbekuly B., Dzhanakhmetov O.K., Dzhumabekova G.B.
INVESTIGATION PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF NEW SILICONE COMPOSITIONS USED FOR FOOTWEAR ORTHOPEDIC PRODUCTS..... 207
Lskanderov U.T.
THE CLIMATIC CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN TO THE STUDY OF THE SYSTEM OF ENSURING AGRICULTURE FUELS AND LUBRICANTS..... 211
Bektenov M.B.
CALCULATION OF SOLAR ENERGY FALLING ON BUILDINGS..... 213
Seitova N., Kunaeva M.S.
EVOLUTIONARY CHARACTER OF THE MANIFESTATIONS OF GEOTECTONIC PROCESSES IN EARTH'S HISTORY AND THEIR REAL-ENERGY BASIS..... 213
KanievJ.M.
DETERMINATION OF THE SHOCK PULSE FLUID CONTROL VALVE IN THE DISCHARGE CHANNEL..... 218
Zhazylbekova A., Kumar B.K.
CALCULATION AND DESIGN OF THE LARGE VOLUME TANKS EXPOSED TO SEISMIC LOADS.. 221
Suleimenov A.B., Basso M., Suleimenov B.A.
DEVELOPMENT AND COMPARATIVE ANALYSIS OF MODELS COPPER MELTING IN VANYUKOV FURNACE..... 226
Sarbayev S.Sh., Baymakhan A.S., Sarbayev A.S.
PRINCIPLES OF TRANSPORT SYSTEM MODEL..... 230
Sarbayev S.Sh., Gabdullin A.Zh.
OPTIMISATION OF OPERATIONAL PLANNING CARGO OPERATIONS IN CROSSINGS / TRANSPORT HUBS..... 232
Ibraeyev K.K., Aipenov Zh.S.
AUTOMATED SYSTEM OF ANALYSIS OF MOTION GRAPHICS 235
Shabelnikov E.A., Ponyatov Y.A.
SYSTEM OF CONTROL AND MONITORING FOR VEHICLES OF NATIONAL CENTER OF DISASTER MEDICINE OF MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS IN ACCIDENTS..... 236
Shabelnokiv E.A., Torchik V.V.
SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE SYSTEM OF CONTROL AND MONITORING OF EQUIPMENT MOE IN ROAD ACCIDENTS……..... 239
Moldabekova M.M., Ponyatov Yu.A., Torchik V.V.
STRUCTURE OF THE UNIFIED SYSTEM DATA BASED MOBILE SATELLITE COMMUNICATIONS AND ORBCOMM GLOBALSTAR……. 242
Ponyatov Y.A.
EXPERIENCE AND PROSPECTS OF USING OF LOW ORBIT SATELLITE SYSTEM..... 247
Yeremin D.I., Torchik V.V.
AUTONOMIC SUBSYSTEM OF POWER SUPPLYING FOR THE SATELLITE DATA TRANSMITTING SYSTEMS..... 251
Tursynbayeva D.I., Nauruzbayeva K.A.
THE DYNAMIC TEST OF A RESIDENTIAL BUILDING..... 254
Bismildina Z.A., Tursynbayeva A.T.
TO THE QUESTION OF THE STABILITY OF ARCH STRUCTURES..... 256
Mukhambetov G.M., Kuanyshbekov R.R.
REPAIR OF WORN SURFACES OF THE PARTS BY THE FORMATION OF METAL-CERAMIC LAYER..... 258
Zhumashev E.
INTRODUCTION OF ELECTRONIC DOCUMENT MANAGEMENT SYSTEMS..... 263
Omarov S.S., Nysanbayeva S.K., Kasymov A.B., Tukibayeva M.A.
ESTIMATION OF PROBABILITY OF THE CRYSTAL STRUCTURE CHANGES IN MATERIALS UNDER THE INFLUENCE OF CHARGED PARTICLES..... 67

Chemico-metallurgical sciences

Amirkulova A.Z., Kurbanov G.V., Sapko O., Chebonenko O.
INFLUENCE OF PESTICIDE (FUNDAZOL) ON THE COMPONENTS OF SOME PROOXIDANT CEREAL AND LEGUME CROPS..... 272
Dobrynin Y.I.
MODELING OF CHEMICAL REACTION AND RHENIUM TRANSPORT FROM A QUEOUS TO OIL PHASE TO DETERMINE THE AGE OF THE OIL RESERVOIR..... 275
Kurbaniyazov S.K.
THE MAIN PROPERTIES OF A NATURAL MATERIAL OF ZEOLITE AND ITS CONSUMER APPLICATION..... 279
Bugenov E.S., Nurlybaev R.E., Shaidarbekova Zh.K., Murzagulova A.A.
ELECTROLYSIS ANTIMONY ALKALINE-GLYCERATE SOLUTION..... 283
Kushpanov M.S., Rakhmatullayev R.M., Musatay S.S.
ESTIMATING THE LIMITED TEMPERATURE OF THERMAL CAPACITY OF CRYSTALS IN QUANTUM AND CLASSICAL REGIONS..... 281
Dochshanov M.M., Kussainova M.T.
FEATURES OF FORMATION MECHANISMS OF GAS HYDRATES DEPOSITS..... 288
Iskakov B.M., Kim D.D.
CALCULATION OF VACANCY MIGRATION ENERGY FOR AL USING EMBEDDED ATOM METHOD..... 293
Bektibaev M.M., Intikbaev A.M., Alibaev J.A
STUDY ON EXTRACTION OF SCANDIUM FROM SOLUTIONS CIRCULATING IN-SITU LEACHING OF URANIUM IN THE ELUATE..... 300
Batkayev R.I., Bishimbaev V.K., Batkayeva L.R., Dygay L.V., Yevdokimova E.G.
ELECTROCHEMICAL ACTIVATION OF WATER-SALT SOLUTIONS IN THE PRODUCTION OF MINERAL FERTILIZERS..... 303
Dzhunusov T.G., Ospanov K.T.
WAY OF CALCULATION OF CONCENTRATION OF THE WEIGHED PARTICLES IN THE TURBULENT STREAM OF A RADIAL SETTLER..... 307

Physico-mathematical sciences

Alekseyeva L.A., Dadayeva A.N.
NONSTATIONARY BOUNDARY VALUE PROBLEMS OF THERMOELASTODYNAMICS..... 312
Sultanbekova A. O., Dzhumagaliyeva M.B.
DEVELOPMENT OF IP - TELEPHONY IN KAZAKHSTAN..... 318
Turmukhambetov A.Zh.
SPACE SCALES OF HYDRODYNAMIC TURBULENCE..... 321
Nysanov E.A., Kurakbayeva S.J., Nysanov R.E.
THE RESEARCH OF IDEAL BIPHASIC MEDIUM FLOW IN THE CONSTANT CROSS-SECTION CHANALS..... 325
Beisenbi M.A., Yermekbayeva J.J.
CONSTRUCTION OF LYAPUNOV FUNCTION IN THE STUDY OF THE ROBUST STABILITY OF LINEAR SYSTEMS..... 328

Редакторы: *Н.Ф. Федосенко*

Верстка на компьютере: *Л.Т. Касжанова*

Подписано в печать 25.01.2013 г.
Формат 60x84 $^{1}/_{8}$. Усл. п.л 21,6.
Тираж 500 экз. Заказ №23.

Адрес редакции:
ул. Сатпаева, 22, КазНТУ каб. 904, тел. 292-63-46
Отпечатано в Информационно-издательском центре
Казахского национального технического университета имени К.И. Сатпаева