

Министерство индустрии и новых технологий
Республики Казахстан

РГП «Национальный центр по комплексной
переработке минерального сырья Республики Казахстан»

ДГП «Институт горного дела им. Д.А. Кунаева»

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОРНОГО
ПРОИЗВОДСТВА**

ТРУДЫ

том 81

Алматы, 2011

УДК 622.3 (075)
ББК 33.1 я 7
Н 34

Редакционная коллегия: д.т.н., проф. Буктуков Н.С. - председатель
д.т.н. Едыгенов Е. К. – заместитель председателя
к.х.н. Черманова Г. Б. – ответственный секретарь

Члены редколлегии: академик НАН РК Рогов Е. И., д.т.н. проф. Бектыбаев А. Д., д.т.н.,
проф. Галиев С.Ж., д.т.н., проф. Жалгасулы Н., д.т.н. Шамганова Л. С.,
д.т.н. Абдугалиева Г.Ю., д.т.н. Орынгожин Е.С., к.т.н. Вагапов Р. В.,
к.т.н. Волков А.П., к.т.н. Нугманов К. Х., к.т.н. Джангулова Г.К.

Рецензент: докт. техн. наук, профессор Н. Жалгасулы

Н.34 Научно-техническое обеспечение горного производства:

Труды Института горного дела им. Д.А. Кунаева: Том 81 /

Под общей редакцией: д.т.н., проф. Буктукова Н.С.- Алматы, 2011 г.-т. 81 309 - с.

ISBN 978-601-7146-17-7

Настоящий сборник посвящен 20-летию Независимости Казахстана и открывается статьей, в которой отражены основные грани научно-организационной деятельности Института за 20 лет, достижения ученых и вклад в горную науку.

В данном томе освещаются актуальные проблемы, связанные с добычей полезных ископаемых. Приведены результаты наблюдения за сдвижением земной поверхности в районе отработанных месторождений, исследования структурных особенностей массива горных пород. Рассмотрены способы вскрытия, отработки и обогащения подкарьерных запасов, методика построения сортовых планов для оценки содержания рудных минералов. Дан аналитический обзор состояния и перспективы развития буровзрывного комплекса. Большой блок работ посвящен технологии производства эмульсионных взрывчатых веществ, безопасности их производства и применения. Затронуты вопросы повышения качества конечной продукции за счет усовершенствования техники и технологии добычи руды. Обсуждаются новые закономерности диффузионного растворения металлов при их выщелачивании, рассматриваются способы устранения химической коагуляции при подземном выщелачивании металлов. Описано применение ленточных трубчатых конвейеров, дано обоснование рациональных параметров трубчатого конвейерного поезда. Представлена методика имитационного моделирования геосистем с конвейерно-железнодорожным транспортом. Приведены физико-химические исследования нефти и флюидсодержащих систем. Отражены аспекты обеспечения экологической безопасности, приведена оценка воздействия промышленных отходов на окружающую среду.

В данном томе открыта новая рубрика «Исследования молодых».

Сборник рассчитан на широкий круг научных и инженерно-технических работников, занимающихся исследованиями и проектированием горных предприятий, работников горного производства, преподавателей и студентов вузов горного профиля.

УДК 622.3(075)

ББК 33.1 я 7

Сборник рекомендован к опубликованию решением Ученого совета
ИГД им. Д. А. Кунаева, протокол № 05 от 18 октября 2011 г.

ISBN 978-601-7146-17-7

© ДГП «ИГД им. Д. А. Кунаева»
РГП «НЦ КПМС РК», 2011

ҚАЗАҚСТАН
тәуелсіздігіне



ПОСВЯЩАЕТСЯ
20-летию
Независимости
Казахстана

Едыгенов Е.К., Черманова Г.Б.

ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА ИМ. Д. А. КУНАЕВА ЗА ГОДЫ НЕЗАВИСИМОСТИ КАЗАХСТАНА. Основные грани научно-организационной деятельности.

В эти дня страна находится на пороге празднования 20-летия Независимости Казахстана.

25 октября 1990 года Верховный Совет Казахстана принял Декларацию о государственном суверенитете, в которой была закреплена неделимость и неприкосновенность территории Казахстана, страна была определена как субъект международного права.

16 декабря 1991 года в городе Алматы Президент Республики Казахстан Н.А. Назарбаев подписал Конституционный Закон «О Государственной независимости Республики Казахстан».

Независимому Казахстану с самого начала предстояло создать и укрепить свою государственность. В связи с этим было необходимо решить комплекс неотложных и жизненно важных проблем. Провозгласив курс на демократизацию и формирование социально ориентированной рыночной экономики, предстояло провести глубокие реформы в экономической и общественно-политической жизни страны, что в свою очередь требовало сохранения и укрепления социальной и межэтнической стабильности, сохранения территориальной целостности, выработки самостоятельного внешнеполитического курса.

Использование потенциала огромных природных богатств Казахстана и в то же время сохранение целостности окружающей среды – такова основная задача, которую республике необходимо решить. Земля и недра Казахстана, его воздушный бассейн и водные ресурсы, богатейшая флора и фауна нуждаются в эффективной системе государственной защиты.

Глава государства Н.А. Назарбаев выделил два основных направления экономического развития Казахстана до 2015 года. *Первое* – это индустриализация страны. Выбрана конкурентоспособная модель экономики, взят курс на индустриально-инновационное развитие страны. *Вторым направлением* является создание качественно новой экономики, *основанной на знаниях*.

На фоне глобализации мировой экономики Казахстан сталкивается с рядом проблем: это сырьевая направленность экономики, незначительная интеграция с мировой экономикой, неразвитость производственной и социальной инфраструктуры, общая техническая отсталость предприятий, отсутствие действенной связи науки с производством, низкие расходы на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.

Для решения данных проблем Казахстану предстоит построить конкурентоспособную экономику, основанную на знаниях, способную стать фундаментом общественного благосостояния.

Институт горного дела им. Д. А. Кунаева (далее - Институт) создан **6 декабря 1944** г. на базе «Сектора горного дела» Института геологических наук Казахского филиала Академии наук СССР.

С 22 июля 1993 г. Институт входит в состав Национального центра по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан Министерства индустрии и новых технологий Республики Казахстан и является одним из крупнейших научно-производственных центров Казахстана в области горного дела.

24 февраля 1994 г. согласно Постановлению Президента Республики Казахстан «Об увековечении памяти Д.А. Кунаева» Институту присвоено имя Динмухамеда Ахмедовича Кунаева.

Институт вместе со всей страной пережил трудные времена переходного периода. Это и дефицит бюджета, реформирование управления наукой, текучесть кадров, утечка мозгов, невыплата и задержка зарплаты, падение престижа ученого и т.д.

Несмотря на указанные трудности, Институт благодаря научному и практическому заделу, заложенному предшественниками, среди которых были лауреаты Ленинской премии, Государственной премии СССР, премии Совета Министров КазССР, премии Кабинета Министров КазССР и другие ведущие ученые, сохранил и приумножил свой потенциал.

В годы независимости директорами Института были: академик, д.т.н., проф. Рогов Е.И. (январь 1988 - май 1999), д.т.н., проф. Битимбаев М.Ж. (май 1999 – сентябрь 2001), д.т.н., проф. Галиев С.Ж. (сентябрь 2001 - август 2010), д.т.н., проф. Буктуков Н.С. (август 2010 по настоящее время).

Институт, увязывая свои планы со стратегическими планами профильных министерств, работает над выполнением стратегического плана, включающим три стратегических направления:

1 Научное и научно-техническое обеспечение устойчивого функционирования горнодобывающей отрасли Казахстана

2 Совершенствование нормативно-правовой базы в сфере недропользования

3 Расширение сферы образовательной деятельности

С этой целью Институт принимает активное участие в конкурсах и реализации научно-исследовательских бюджетных программ министерств, получении грантов международных фондов, работает над повышением уровня научных исследований для передачи инновационных решений на производство, достижением конкурентоспособности и сбалансированности горной науки, обеспечивающей получение, генерирование и передачу знаний, востребованных для устойчивого инновационного развития страны. Институт в течение ряда лет продвигает проект «Евразийская высшая горная школа административных работников» для повышения квалификации и переподготовки кадров для горного производства. Занимается подготовкой в рамках государственного образовательного заказа специалистов с высшим и послевузовским образованием с целью подготовки профессиональных и научных кадров высшей квалификации, отвечающих потребностям внутреннего рынка труда.

Институт, сохранив основное ядро ученых и специалистов, ведет активную работу по подготовке научных кадров, развитию новых научных направлений, делает успешные шаги в инновационной и издательской деятельности, в установлении тесного взаимодействия с предприятиями горнодобывающего комплекса страны, международном сотрудничестве, успешно проводит молодежную и социальную политику и др.

В этой работе мы попытались бросить взгляд на прошедший период в условиях независимости страны, высветить некоторые грани деятельности Института, опираясь на имеющиеся в нашем распоряжении статистические и другие данные.

Участие в научно-технических программах и финансирование научных исследований

В последние годы Институт проводил фундаментальные и прикладные исследования в рамках научно-технических программ (НТП), финансируемых из госбюджета, а также за счет хоздоговоров с горнодобывающими предприятиями.

Институт участвовал в выполнении 3-х программ фундаментальных исследований (ПФИ) в 2003-2011 гг. Министерства образования и науки Республики Казахстан (МОН РК).

В 2007 -2009 гг. выполнялись исследования по 7 темам в рамках Программы «Международное сотрудничество в области науки на 2007-2009 годы».

Институт выполнял темы в рамках Республиканских целевых научно-технических программ, профинансированных через НЦ КПМС РК. Участвовал в конкурсах инициативных и рискованных проектов по Фонду науки МОН РК. Выполнял работы по грантам Национального инновационного фонда Республики Казахстан. «Автоматизированный программный комплекс моделирования системы контроля и управления вентиляцией на горных предприятиях с подземным способом добычи полезных ископаемых» и «Силовые импульсные горные машины: электромагнитный перфоратор». В 2005-2007 гг. выполнялись проекты по заданию отраслевых НТП Министерства энергетики и минеральных ресурсов РК.

В 2006 г. выполнены рискованные проекты по заказу МОН РК по темам: «Технология подземного скважинного выщелачивания урана из продуктивных пластов, не имеющих водоупоров» и «Разработать высокопроизводительные и экологически чистые технологии, методы и средства открытой добычи строительного камня», в 2009 г. - : «Технико-экономическая оценка конкурентного преимущества доставки горной массы из глубоких карьеров крутонаклонными подъемниками с электромагнитным приводом», «Разработать эффективные технологические схемы выемки целиков из закладочного массива», «Создание современных технологий добычи твердых полезных ископаемых на больших глубинах», «Инновация аппаратно-программного комплекса автоматизированной системы мониторинга и управление работой геотехнологических комплексов с использованием спутниковой навигации».

В рамках ПФИ 5 «Научные основы решения современных проблем

восполнения, оценки и освоения минеральных и водных ресурсов, обеспечения устойчивого развития геолого-географических систем и предупреждения природных и техногенных опасностей» (2009-2011 гг.) Институт по Научному направлению 5.3 «Теоретические основы создания перспективных технологий и оборудования комплексного освоения месторождений полезных ископаемых, устойчивого функционирования и развития горнодобывающей отрасли» выполнял 4 задания, по которым приведем лишь основные научные результаты:

1 «Теоретические основы управления геомеханическим состоянием массива при формировании горных конструкций и прогноз его изменения под влиянием горных работ». Получены зависимости, характеризующие изменение геомеханических и геотехнических процессов в массиве при отработке мощных рудных залежей системой с самообрушением и формирование обширных зон разрушенной горной массы, изучен процесс формирования нагрузок на крепь горных выработок расположенных под зоной обрушенных горных пород, разработана конструкция искусственного днища блоков для условий экстремального высокого горного давления при отработке рудных залежей на глубоких горизонтах, определены параметры устойчивости бортов карьера при сплошной системе разработки.

2 «Научно-технические основы создания перспективных мехатронных комплексов и технологий их использования для открытых и подземных горных работ». Определены структуры уровней системы управления агрегатами комплекса, исследован процесс нагрева электромагнитной катушки, определены основные факторы, влияющие на показатели шпуровой отбойки при проведении горных выработок, обоснованы основные параметры управляющих связей. Предложена теория подобия применительно к процессам теплопередачи. Изучено повышение эффективности взрывной отбойки на подземных работах в различных горно-геологических условиях. Доработана схема системы управления основными агрегатами роботизированного комплекса, дана оценка влияния внешней среды на управление роботизированным комплексом. Выполнен анализ и обобщение современных научно-технических достижений в области буровзрывных работ. Исследованы процессы теплопередачи при нахождении в катушке охлаждающей жидкости в трубке. Установлено влияние типа применяемого взрывчатого вещества на эффективность взрывного разрушения пород.

3 «Теоретические основы создания методов и технологий обеспечения экологической безопасности техносферы на горнодобывающих предприятиях». Выявлены рискообразующие факторы на открытых горных работах, при добыче полезных ископаемых подземным способом и скважинным выщелачиванием. Определены приоритетные направления поддержания экологической безопасности при проведении открытых горных работ.

4 «Разработать научно-технические основы автоматизированных систем проектирования, планирования и управления горнодобывающими предприятиями на базе новых информационных технологий». Обоснованы крите-

рии экономической оценки инновационных решений и эффективности функционирования геотехнологического комплекса, разработана общая структура и принципы работы графического редактора, построена структура и объекты визуализации моделирования геосистем с конвейерно-железнодорожным транспортом, обоснованы ключевые факторы, влияющие на результаты деятельности горнодобывающих предприятий в среднесрочном периоде.

Сотрудниками выполнялись хозяйственные работы с предприятиями горнодобывающего комплекса: Востокказмедь, АО «Костанайские минералы», ТНК «Казхром», Корпорация «Казахмыс», АО «Донской ГОК», ТОО «Юбилейное», РГП «Кентауликвидрудник», ОАО ГРК АБС «Балхаш», АО «Алюминий Казахстана», АО «ССГПО», ТОО «Иргиз Тас-Кум», ТОО «Шалкия-Цинк», ТОО «ИндерЦемент», «Актобемунайгаз», Жезказганцветмет, АО «Казцинк», ТОО «Байленд», ТОО «Одак», НАК «Казатомпром», ТОО «Каражыра», ТОО «Семизбай-У» и др.

Ниже приведены данные по финансированию хозяйственных договоров в **2003-2011 гг.:**

Годы	Сумма, млн.тенге	Годы	Сумма, млн.тенге	Годы	Сумма, млн.тенге
2003	43,7	2006	26,85	2009	63,38
2004	56,25	2007	62,53	2010	56,72
2005	20,95	2008	48,63	2011	82,0
				ИТОГО	460,99

Институт разрабатывает для горнодобывающих предприятий технологические регламенты, инструкции, методические указания, проектную документацию, компьютерные программы, выполняет крупные проектные и проектно-исследовательские работы, использование которых позволяет получать значительный экономический и социальный эффект.

Общий объем финансирования Института, фонда заработной платы, численности сотрудников, среднемесячной зарплаты в **1997-2011 гг.** приведен в таблице 1.

Таблица 1 - Изменение объема финансирования Института, фонда заработной платы, численности и среднемесячной зарплаты по годам

Год	Объем финансирования, млн тенге	Фонд зарплаты, млн тенге	Численность	Ср. мес. зарплата, тенге	%
1997	31,8	16,19	229	5891,1	100,0

1998	35,7	16,07	234	5721,4	97,1
1999	29,4	13,86	215	5370,9	91,2
2000	44,4	17,99	162	9255,4	157,1
2001	64,5	30,59	181	14085,6	239,0
2002	107,2	45,42	225	16784,5	285,0
2003	120,5	60,95	244	20817,0	353,4
2004	160,7	88,35	277	25581,0	434,2
2005	153,7	67,69	230	24500,0	415,9
2006	161,9	76,69	230	27788	471,6
2007	188,3	87,1	226	32120	545,0
2008	203,6	121,1	263	38400	651,8
2009	227,03	140,95	255	46100	783
2010	191,1	123,17	240	42767	725
2011	165,5	111,5	230	40386	685

Динамику объема финансирования, фонда заработной платы, среднемесячной зарплаты сотрудников в **2003-2011** годах можно проследить по диаграмме на рисунке 1.

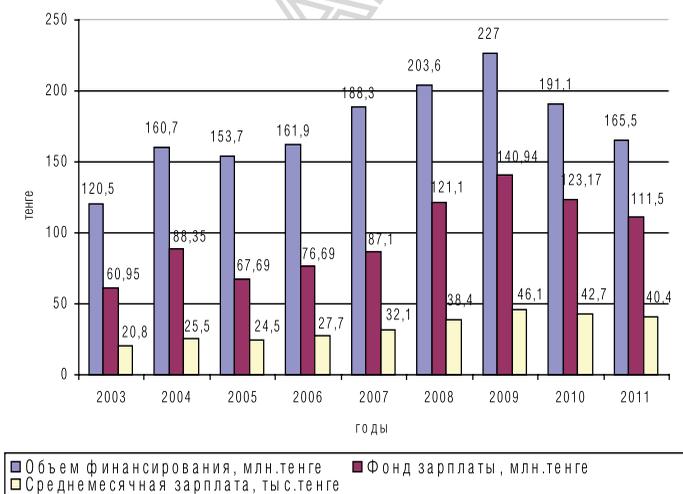


Рисунок 1 – Изменение объема финансирования, фонда заработной платы, среднемесячной зарплаты сотрудников в 2003-2011 гг.

Кадровая обеспеченность

Общая численность работающих сотрудников в 2011 г. составляет 230 человек, в том числе научных сотрудников 92 человека. Сотрудников до 35 лет 35 человек, в том числе магистрантов 9 человек. Большинство научных сотрудников представлено горными инженерами и горными инженерами-маркшейдерами.

Институт обеспечен высококвалифицированными научными кадрами. Квалификационный уровень представлен 24 докторами наук (из них четверо защитили в 2010 г., получили утверждение в 2011 г.) и 24 кандидатами наук.

Общее число сотрудников в 2011 г. выросло по сравнению с 2001 г на 43 человека, причем рост числа научных сотрудников не наблюдался, остался в пределах 85-90 человек. Число докторов наук возросло с 18 до 24 человек. В числе докторов наук 15 профессоров. В 2003 г. в академики были избраны члены корреспонденты НАН РК Ш.А.-Г. Болгожин и Е.И. Рогов. Начиная с 2005 г. ряд сотрудников был избран в действительные члены Казахстанской национальной академии естественных наук (д.т.н. Н.С. Буктуков), Международной академии экологии (д.т.н. А. Е. Рогов, д.т.н. Н. Жалгасулы), Международной академии минеральных ресурсов д.т.н. А. Д. Бектыбаев), Международной академии информатизации (д.т.н. С.Ж. Галиев), Академии минеральных ресурсов РК (д.т.н. Е.И. Рогов, д.т.н. С.Ж. Галиев, д.т.н. Е.К. Едыгенов; к.х.н. Г.Б. Черманова - в члены-корреспонденты).

Подготовка кадров высшей квалификации и магистров

В Институте на основании государственной лицензии за №: 0000609 от 01.02.2002 г., выданной МОН РК Институту на право ведения образовательной деятельности в сфере послевузовского профессионального образования без ограничения срока функционирования аспирантура очного и заочного обучения.

Подготовка научных кадров в аспирантуре осуществлялась по специальностям:

- 25.00.20 – Геомеханика, разрушение пород взрывом
- 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная)
- 25.00.35 – Геоинформатика
- 05.05.06 – Горные машины
- 05.26.01 – Охрана труда

В Институте в 2008-2009 учебном году обучалось 9 аспирантов, в 2009-2010 гг. – 5 аспирантов. Из всех аспирантов пятеро защитили кандидатские диссертации в 2009-2010 гг.: Адилханова Ж.А., Тамбиев П.Г., Азимхан К.А., Шабельников Е.А., Ткаченко О.Н.

Из 30 соискателей, прикрепленных к лабораториям, в 2009-2010 гг. 7 человек защитили кандидатские диссертации: Багашарова Ж.Т., Джангулова Г.К., Пуненков С.Е., Карманов Т.Д., Абен Е., Жубаниязов Б.Н., Бахмагамбетова Г.Б.; в 2010 г. 5 соискателей защитили докторские диссертации: Орынгожин Е.С., Бояндинова А.А., Молдабаева Г.Ж., Абдугалиева Г.Ю., Рыспанов Н.Б.

Согласно приказу Министерства образования и науки Республики Казахстан от 01.07.2008 г. № 804 Институту выдано приложение к Государственной лицензии АА № 0000609 от 1 февраля 2002 г. № 010213 от 2 июля 2008 г., дающее право на организацию магистратуры по двум специальностям 6N0707 Горное дело и 6N0724 Технологические машины и оборудование.

Для организации учебного процесса по подготовке аспирантов и магистрантов в соответствии с имеющейся в Институте лицензией на право послевузовского образования, повышения образовательного уровня сотрудников Института, развития и внедрения образовательных и консультационных программ в Институте создан **Учебно-методический отдел (УМО)**.

В 2010 г. состоялся первый выпуск магистров с вручением дипломов Сейтаеву Е.Н. и Кайбжанову А.М.

В 2008 г. зачислены в магистратуру: по специальности 6N0707 – Горное дело (приказ № 23-02/96 от 28.08.08 г.) абитуриенты Сейтаев Е.Н. и Кайбжанов А.М. Согласно приказу № 23-02/106 от 28 августа 2009 г. в магистратуру по специальности 6N0707 – Горное дело зачислены Сапаров С.К., Галиев Д.А., Дуйсенов Е.К., Иманбаева Д.М.

В Институте на 2010-2011 учебный год обучается 12 магистрантов по 3 специальностям. 6M070700 – Горное дело, 6M072400 - Технологические машины и оборудования и 6M070800 – Нефтегазовое дело.

Профессорско-преподавательский состав включает 10 человек с учеными степенями и званиями. При магистратуре работают 3 кафедры:

- Горное дело
- Технологические машины и оборудование
- Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

В 2010-2011 учебном году поступили 2 магистранта по госзаказу по специальностям 6M070700 – Горное дело (Кокишева Л.М.) и 6M072400 - Технологические машины и оборудования (Егембердиев Р.И) и 7 магистрантов - Кабдулова Б.С., Алиев Б.Н., Бисенгалиева Д.И., Мамельбаев Б.К., Накискожаев Д.М., Пайзуллаев У.Н., Мухтар Н.Н., на договорной основе по специальности 6M070800 – Нефтегазовое дело (пр.№ 23-02/101 от 31.08.2010 г.)

При Институте успешно работал **Диссертационный совет** по приему диссертационных работ на соискание ученой степени доктора и кандидата технических наук, в его составе 32 доктора наук.

Диссертационному совету разрешено принимать к защите диссертации по следующим специальностям:

25.00.20. – Геомеханика, разрушение горных пород взрывом, рудничная аэрология и горная теплофизика

25.00.22. – Геотехнология (подземная, открытая, строительная)

05.26.01. – Охрана труда (горное дело)

25.00.36. – Геоэкология

25.00.35 – Геоинформатика

В годы независимости страны, начиная с 1992 г. по 2010 г., сотрудниками Института защищено 30 докторских и 65 кандидатских диссертаций. Докторами технических наук в эти годы стали Бектыбаев А.Д., Попов В.Н., Галиев С.Ж., Жалгасулы Н., Едыгенов Е.К., Рогов А.Е., Ахмедов Д.Ш., Музгина В.С., Шамганова Л.С., Метакса Г.П., Орынгожин Е.С., Бояндинова А.А., Молдабаева Г.Ж., Абдугалиева Г.Ю. и др.

Появление целой плеяды докторов наук открыло возможность создания комплексных взаимосвязанных программ научных исследований с привлечением специалистов Института и родственных НИИ и вузов, а также усилить связь науки с производством.

Инновационная и изобретательская деятельность

В Институте успешно ведутся исследования в области изыскания экономичных приводов, созданы опытные образцы горных машин для выемки крепких руд с электрическим приводом: электромагнитная машина ударного действия, конвейерный поезд, электромагнитный перфоратор (д.т.н. *Едыгенов Е. К.*, к.т.н. *Кораблев Г.А.*). Работы по созданию электромагнитного перфоратора велись в соответствии с грантом АО «НИФ РК». На АО «Машзавод им. С.М. Кирова» изготовлены три опытных образца ЭМП, которые были испытаны в 2007 г. в забое на Риддер-Сокольном руднике АО «Казцинк». Подтверждена работоспособность ЭМП в производственных условиях, при этом скорость бурения была в 1,6 раза выше, чем у пневмоперфоратора ПК-75; Разработан целый комплекс новых электрических горных машин для бурения, отбойки, погрузки, транспортировки горной массы и закладки выработанного пространства: буро-зарядно-взрывной агрегат, роботизированный очистной комплекс (д.т.н. Болгожин Ш.А.-Г., д.т.н. Музгин С.С., д.т.н. *Ткаченко А.М.*), комплекс позволяет перевести подземные рудники на сплошную электрификацию. Активно ведутся работы по созданию эффективного производства промышленных ВВ из невзрывчатых компонентов (д.т.н. *Тамбиев Г.И.*), разработаны *новые составы* эмульсионно-гранулированных ВВ, обладающие высокими взрывчатыми характеристиками, водоустойчивостью и низкой стоимостью по сравнению с ВВ, предлагаемыми иностранными компаниями, взрывчатые вещества, технологии их производства и аппараты для изготовления ВВ прошли необходимые испытания и допущены к постоянному применению. Сформировано новое для вентиляции направление – конструирование вентиляционных систем с заданной топологией и аэродинамическими параметрами и разработаны методы создания и управления подсистемами с повторным использованием воздуха, создана компьютерная программа расчета распределения воздуха в вентиляционных сетях шахт и рудников, позволяющая проводить объективный анализ состояния проветривания при любых изменениях технологии разработки месторождения (к.т.н. *Стаханов А.Н.*), Данная программа внедрена на рудниках ТОО «Корпорация «Казахмыс». Разработаны научно-технические основы поточной и мало операционной технологии формирования качества угля. Исследована изменчивость свойств полезных ископаемых при электрофизических

воздействиях» (д.т.н. Буктуков Н.С.). Разработаны теоретические основы и принципы автоматизированного управления и планирования горно-транспортных работ на карьерах, внедрены в производство автоматизированная корпоративная система управления геотехнологическим комплексом «Джетыгара», информационные программно-методические комплексы «Планирование горно-транспортных работ», «Автоматизированная система управления процессом воспроизводства производственных мощностей горно-транспортных систем карьеров», комплексы имитационного моделирования работы экскаваторно-автомобильных систем карьеров «СЕBADAN-AUTO», «СЕBADAN-RT» (д.т.н. Галиев С.Ж.), интенсивно ведутся исследования по снижению экологического риска при добыче и переработке природного и техногенного сырья, по безопасности горных работ (д.т.н. Жалгасулы Н.).

Разработан смолоинъекционный способ упрочнения целиков, который был успешно внедрен на рудниках Жезказгана, и технологии извлечения ряда металлов методом подземного выщелачивания (акад. НАН РК Алтаев Ш.А.).

Получены аналитические зависимости для определения основных параметров скважинного выщелачивания урана, необходимых при автоматизированной системе проектирования технологии подземного скважинного выщелачивания урана на рудниках НАК «Казатомпром». Даны основы проектирования разработки гидрогенных урановых месторождений методом подземного выщелачивания и разработан типовой технологический регламент на проведение опытных работ. Созданы теоретические основы математического моделирования любых подсистем горнодобывающих предприятий с учетом качественных характеристик, вероятностных траекторий их поведения и свойств адаптации к внешней среде, обоснована теоретическая база прогноза вероятности проявления катастрофических отказов в виде внезапных выбросов пород и газа, горных ударов, эндогенных пожаров, внезапных обрушений подземных конструкций (акад. НАН РК Рогов Е.И.).

Разработана методика управления полнотой и эффективностью извлечения полезных ископаемых из недр при эксплуатации рудных месторождений, получено заключение из Комитета геологии и недропользования МИНТ РК о необходимости использования указанной методики для установления экономически целесообразного нижнего предела содержания полезного компонента в вовлекаемой в добычу отбитой руде (д.т.н. Бектыбаев А.Д.).

Разработаны «Методические положения по проектированию и ведению горных работ при отработке маломощных участков пологих залежей Жезказганского месторождения» (к.т.н. Нугманов К.Х., д.т.н. Чабдарова Ю.И.). Предложена штрековая схема подготовки горизонта, обеспечивающая повышенную устойчивость горных выработок в условиях нарастания горного давления с понижением горных работ для условий шахты «10 лет независимости Казахстана» Донского ГОКа.

Со дня своего образования Институт большое внимание уделяет новизне своих разработок, он является обладателем 958 авторских свидетельств,

10 российских патентов, 33 патентов РК по обмену авторских свидетельств, 20 патентов РК и 19 инновационных патентов Казахстана, 11 свидетельств на интеллектуальную собственность, рисунок 2.

Наибольшая изобретательская активность проявлена ведущими учеными и специалистами Института: д.т.н. Едыгенов Е.К., НС Ляшков В.И., к.т.н. Кораблев Г.А. – 13 охранных документов (1995, 1996, 2011); академик НАН РК Алтаев Ш.А., к.т.н. Тумаков В.А., к.х.н. Черний Г.М., СНС Кадырсизов Н.– 27 (1997, 2000, 2001, 2003, 2004, 2006); д.т.н., проф. Прокушев Г.А., к.т.н. Стрельникова Р.П., к.т.н. Яковлев Ю.И. –15 (1998, 1999, 2005); академик НАН РК Рогов Е.И. – 6 (2002, 2006); главный конструктор ПКО Гуменников Е.С. – 3 (2010).

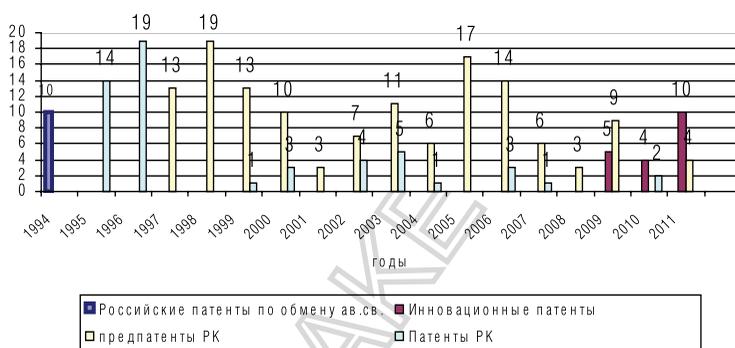


Рисунок 2 - Охранные документы, полученные Институтом с 1994 г. по 2011 г.

Пропаганда научных достижений

В числе приоритетных направлений деятельности Института - широкий обмен информацией о полученных результатах исследований с научной общественностью и специалистами горного производства. Так, среди семи проведенных Институтом конференций 4 конференции организованы на базе крупных горнодобывающих предприятий: АО «Костанайские минералы», (г. Житикара, 2003, 2005 гг.), АО «ССГПО», (г. Рудный, 2004 г.), АО «ТНК «Казхром», (г. Хромтау, 2007 г.). В работе конференций принимали участие специалисты из Индии, Казахстана, Кыргызстана, Польши, России, Узбекистана.

В рамках реализации проекта «Создание Международного учебного центра «Евразийская высшая горная школа административных работников» (ЕВГШАР) 5 - 30 апреля 2004 г. проведена школа-семинар (пилотный курс) «Современная методология и эффективный менеджмент освоения месторождений полезных ископаемых» по подготовке менеджеров для горного производства. В качестве лекторов школы-семинара было привлечено 6 специалистов из Центра по изучению природных ресурсов Министерства промышленности Франции, а также видные ученые-горняки из Казахстана. В

числе слушателей работники среднего управленческого звена горных предприятий, научные сотрудники, аспиранты.

Институт организовал и провел 14-17 сентября 2004 г. в г. Алматы на высоком уровне Международную научно-практическую конференцию «Горные науки Республики Казахстан - итоги и перспективы», посвященную 60-летию Института при спонсорской поддержке «Корпорации «Казахмыс», Евразийской Промышленной Ассоциации, АО «Костанайские минералы», НАК «Казатомпром», АК «Алтыналмас», «Международного фонда им. Д.А. Кунаева», СП «Казэкспосервис». Заслушано более 90 докладов, в том числе 53 доклада сотрудников Института. Состоялась презентация Музея Института горного дела им. Д. А. Кунаева. На его стендах представлена история становления и развития Института, вклад лауреатов Ленинской, Государственных премий в области науки и техники СССР и Казахстана, Премий имени К.И. Сатпаева, ведущих и молодых ученых в горную науку и производство, современное состояние, последние разработки, макеты, музейные экспонаты, альбомы, научные труды.

26 января 2007 г. в г. Алматы Институтом успешно проведена Международная научно-практическая конференция, посвященная 80-летию академикана НАН РК, лауреата премии Кабинета министров Казахстана Ш.А. Алтаева «Современные проблемы комплексного освоения недр и пути их решения». Сделано 55 научных докладов, в том числе 26 - сотрудниками Института.

23-24 мая 2007 г. Институт совместно с Алматинским университетом непрерывного образования организовал и провел Международную научно-практическую конференцию «Модернизация непрерывного образования в условиях суверенного Казахстана». В Работе 2-й секции «Горное дело в Казахстане: состояние и перспективы» приняли участие 16 сотрудников и в 3-й секции «Инновационные процессы в системе высшего образования» сотрудниками сделаны 2 доклада.

Особенно отрадно отметить, что в годы независимости ученые Института получили возможность чаще пропагандировать свои научные достижения, выступать на международных конференциях, проходивших за пределами Казахстана, проходить стажировку, обучаться в аспирантуре в мировых научных центрах.

Так, д.т.н. проф. Галиев С.Ж. проходил стажировку во Франции, г. Фонтенбло в Центре передовых исследований минерального сырья (CESMAT) по специальности Менеджмент горного производства 1998-1999, годичную стажировку в Горной школе прошли кандидаты наук Джаксыбаев А.Х., Уйсимбаева С., Кожыхан А. К., Бояндинова А.А. (в 2000-2005 гг.). Абдрахимов Б.А. по линии технической помощи Японского центра международного сотрудничества прошел стажировку по устойчивому развитию горного производства в г. Саппоро (2004); Бисенгалиев А.И. прошел Международный тренинг по программе ЮНЕСКО в Индии (г. Хайдарабад) в Национальном геофизическом центре (2004); Сарсембекова А.С. обучалась в Японии по проблемам экологии (2005). Алимсеитова Ж. К. обучалась в аспирантуре Института горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения РАН, в 2007 г. там же успешно

защитила кандидатскую диссертацию.

Сотрудники Института выступали на крупных международных форумах и конференциях. Д.т.н., проф. Галиев С.Ж. выступал с докладами на двух Всемирных горных конгрессах в Тегеране (2005) и Кракове (2008).

Стало традицией принимать активное участие в Международном симпозиуме по планированию горных работ и выбору оборудования. С 1994 года в нем принимали участие Мектешев М.Г., д.т.н. Музгина В.С., Сарсенбаев Е.Е. (Турция, Чешская Республика, Бразилия, Польша), Галиев С.Ж. (Италия, Таиланд), Шабельников Е.А.(Китай, Таиланд), Бояндинова А.А. (Китай, Таиланд, Канада, Австралия).

В 2010 г. д.т.н. Метакса Г.П. и к.т.н. Молдабаева Г.Ж. сделали доклады на IX Международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр» в Бенине (Африка).

В течение ряда лет сотрудники выступают с докладами на Международной научной школе молодых ученых и специалистов «Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых» в ИПКОН РАН, Международном научном симпозиуме «Неделя горняка» (МГГУ, ИПКОН РАН) в г. Москве; в ИГД СО РАН в г. Новосибирск на Международных конференциях «Геодинамика и напряженное состояние недр земли» и «Фундаментальные проблемы формирования техногенной геосреды», в ИГД ДВО РАН, г. Хабаровск на Международной научной конференции «Проблемы комплексного освоения георесурсов»; в ИГД УрО РАН в г. Екатеринбург на Международной научно-технической конференции «Проблемы карьерного транспорта» и Всероссийской молодежной научно-практической конференции «Проблемы недропользования».

Не раз выступали в Таврическом национальном университете им. В.И. Вернадского в г. Алушта (Украина) на Международной научной школе имени академика С.А. Христиановича «Деформирование и разрушение материалов с дефектами и динамические явления в горных породах и выработках». Представительной делегацией принимали участие на Международной научной конференции «Напряженное состояние породного массива и наведенная геодинамика недр», посвященной 75-летию академика НАН КР И.Т. Айтматова в Институте геомеханики и освоения недр (Кыргызская Республика, г. Бишкек). Сделаны доклады на Международной конференции по буровзрывным работам г. Иссык-Куль, на Пятой международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр» в г. Кызыл-Кия. Приняли участие в работе Научно-практической конференции «Карьерный транспорт-2008», посвященной 60-летию ПО «БелАЗ», в г. Жодино (Республике Беларусь) и многих других научно-технических мероприятиях.

Международным признанием работ ученых-горняков Казахстана в области горных наук является акт включения в 1993 г. Республики Казахстан 49-й страной в постоянные члены Всемирного горного конгресса в г. Акапулько (Мексика) и утверждение академика НАН РК, д.т.н., проф. Рогова Е.И. (заведующего лабораторией основ теории технологии добычи полезных ископаемых Института) председателем постоянно-действующего организационного

комитета Всемирных горных конгрессов Республики Казахстан.

Институт участвовал в 10 Международных выставках, проводимых в Казахстане и в СНГ, и был отмечен дипломами. Это XII Международная выставка «Энергетика и электротехника. Энергосбережение-2008» (Алматы, 8-10 апреля 2008 г.), 9-я Международная промышленная выставка энергетики и электротехники «Power-Kazindustry» (Алматы, 25-27 мая 2008 г.), выставка «MinTek Kazakhstan'2008» (Караганда, 25-27 июня 2008 г.), 10-я Международная промышленная выставка энергетики и электротехники «Power-Kazindustry» и 3-я Международная промышленная выставка по машиностроению и металлообработке «Machine-Building and metal working», Атакент, 20-22 мая 2009 г. и др. 23 апреля 2010 г. в г. Алматы в рамках конкурса в области изобретательства «Шапагат» Институт принял участие в выставке. Было получено благодарственное письмо на имя директора от оргкомитета и благодарственное письмо Клиновицкому Ф.И. и Сыздыкову. М.М. 11-12 мая 2010 г. в гор. Темиртау на АО «АрселорМитталТемиртау» проходила презентация РГП «НЦ КПМС РК» с дочерними предприятиями. 13-15 мая 2010 г. в Фонде Первого Президента РК в г. Алматы в рамках III Международного форума «Молодежь в науке – 2010» проведена выставка «Научные достижения молодых ученых Казахстана».

16-18 сентября 2010 г. на Атакенте в Алматы прошла 16-я Юбилейная Центрально-Азиатская международная выставка «Горное оборудование, добыча и обогащение руд и минералов» MiningWorld Central Asia 2010. 23 -25 мая 2011 г. приняли участие в Международной выставке Min Tex-2011 и 21-23 сентября 2011 г. в 17-й Международной выставке « Горное оборудование, добыча, обогащение руд».

На международных выставках Институт выставлял: электромагнитный перфоратор (ЭМП), конвейерный поезд, электромагнитная машина ударного действия, ветроэлектростанция (ВЭС-5), информационные программно-методические комплексы: «Планирование горно-транспортных работ», «Автоматизированная система управления процессом воспроизводства производственных мощностей горно-транспортных систем карьеров», «СЕВАДАН-AUTO», «СЕВАДАН-RT», автоматизированная корпоративная система управления геотехнологическим комплексом «Джетыгара», представленные на баннерах. Были представлены в натуральную величину опытный образец ЭМП и действующая уменьшенная модель ВЭС-5, а также рекламные буклеты, научная продукция, книги, отчеты и др. [1].

1 декабря 2011 г. прошел «Форум ученых», посвященный 20-летию Независимости Казахстана, в рамках которого организована выставка научных достижений, Институт представил 50 экз. монографий, книг и сборников трудов и действующую модель ВЭС-5.

Результаты научной деятельности сотрудников Института в годы независимости отражены в многочисленных публикациях - научных статьях в журналах, сборниках трудов, монографиях. С 1992-2011 гг. выпущено 79 монографий, сборников и др. рисунок 3.

Среди них монографии акад. Алтаева Ш.А. и др. «Геотехнологические методы разработки рудных месторождений», «Смолоинъекционное упрочнение горных пород при подземной разработке крепких руд», «Открыто-подземная разработка месторождений за рубежом», «Технология разработки гидрогенных урановых месторождений Казахстана» и др.; акад. Рогова Е.И и др. «Математическое моделирование в горном деле», «Геотехнология урана на месторождениях Казахстана», «Геотехнология металлов» и др.; акад. Болгожина Ш.А.-Г и др. «Управление сдвижением горных пород при подземной разработке твердых полезных ископаемых»; д.т.н. Едыгенова Е.К. «Основы теории конвейерных поездов с электромагнитным приводом для открытых горных работ», «Исследование тепловых процессов в электромагнитах с внутренним магнитопроводом»; д.т.н. Галиева С.Ж. и др. «Технологии автоматизированного управления геотехническими комплексами в области открытых горных работ», «Автоматизированное корпоративное управление геотехнологическими комплексами на открытых разработках»; д.т.н. Буктукова Н.С. «Технология открытой разработки глубоких горизонтов», «О реализации стратегии индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2003-2015 годы»; д.т.н. Битимбаева М.Ж. «Сокращение потерь руды при подземной разработке месторождений»; д.т.н. Бектыбаева А.Д. «Кен қазудағы жоғалым мен құнсыздану (Теория, экономика, зардаптар)», к.т.н. Мальченко Ю.И. «Институту горного дела 60 лет», «Почетные научные сотрудники Института горного дела им. Д. А. Кунаева» и др.

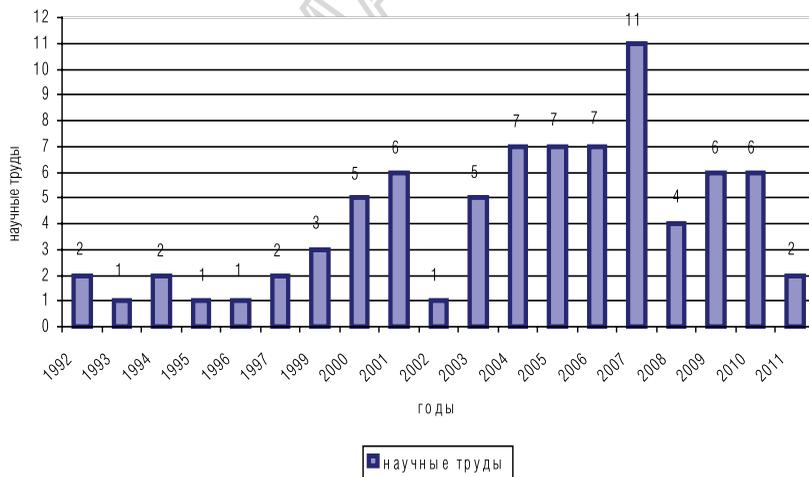


Рисунок 3 – Диаграмма выпуска научных трудов в 1992-2011 гг.

Внешние связи

С первого дня независимости Казахстан последовательно проводит политику укрепления отношений с соседними государствами, установления связей с ведущими демократическими, промышленными державами мира.

Институтом установлены и поддерживаются связи с научно-исследовательскими организациями, вузами Российской Федерации, Кыргызстана, Узбекистана, среди них - ИПКОН РАН, ФГУП ВНИМИ (Санкт-Петербург), Институты горного дела 3-х отделений РАН: Сибирского, Уральского, Дальневосточного, Институт горного дела им. А.А. Скочинского (Москва), Институт геомеханики и освоения недр НАН Кыргызской Республики, МГГУ, Уральская государственная горная академия, Ташкентский ГТУ, Кыргызско-Российский славянский университет, Кыргызско-Узбекский университет и др.

Институтом подписаны: Соглашение о совместной научно-производственной деятельности с Институтом горного дела им. А.А. Скочинского (г. Москва) в 2004 г.; договор о творческом содружестве с ИГД ДВО РАН (г. Хабаровск) на период с 2004 по 2007 годы, в 2009 г. - на неограниченный срок; Соглашение о сотрудничестве с ИГД УрО РАН 22 октября 2008 г. и Соглашение о сотрудничестве с ФГУП ВИОГЕМ, РФ, г. Белгород 15 июля 2009 г., оба соглашения на 5 лет с последующим продлением; Соглашение о сотрудничестве с ПО «БелАЗ» г. Жодино, 2009 г.; Соглашение о сотрудничестве с НАК «Казатомпром» в лице ее дочерней компании «Институт высоких технологий» 11 августа 2010 г. на 5 лет, если не будет продлен по взаимному согласию сторон. 27 октября 2011 г. подписан договор с АО «НЦНТИ» с Институтом по обеспечению доступа к научным электронным изданиям Thomson Reuters, размещенным на платформе Web of Knowledge на безвозмездной основе в рамках Национальной лицензии.

Институт в настоящее время поддерживает творческое сотрудничество с ТОО «Корпорацией «Казахмыс», АО «ССГПО», «Донским ГОК», «Жезкентским ГОК», АО «Казцинк», АО «Костанайские минералы», НАК «Казатомпром», ENRC, ТНК «Казхром», «ЖезказганНИПИцветмет», КазНТУ им. К.И. Сатпаева, КарГТУ, ВНИИцветмет, ХМИ им. Ж. Абишева, Казмеханобр, ЗАО «ИПКОН» (г. Караганда), АМР РК, НИА РК, АГМП, АО «НЦНТИ» и др.

Установлены творческие контакты с научно-техническими организациями дальнего зарубежья: Всемирный Горный Конгресс, Парижская горная школа, Монгольский университет науки и технологий, Школа инжиниринга Университета Токио, Промышленный институт электроники (г. Варшава), Школа инжиниринга Laurentian University (Канада) и др. Институт активно занимается пропагандой своих научных достижений, публикуя работы в известных изданиях, участвуя в выставках научно-технических достижений, выступая с докладами на международных конференциях: в Вроцлаве, Тегеране, Бангкоке, Кракове, Пекине, Банфе, Фримантле, Котону, Москве, Новосибирске, Хабаровске, Алуште, Екатеринбурге, Бишкеке, Иссык-Куле, Ташкенте и др.

Институт принимал иностранных ученых и специалистов:

В 1993 г. делегация из КНР в составе профессора Цзяо Чен Цюу и Ма Чжень Юй ознакомилась с работой лаборатории вентиляции.

В 1999 г. работами Института интересовались представители Японского агентства металлообработки промышленности в РК Ясуда Копси и Саташ Ямагучи. В 2001 г. в Институте побывала делегация Академии геологических наук Китая: в составе директора Института комплексной переработки минерального сырья д-ра Фэн Аншена и зам.директора д-ра Ху Чженсона, представителей Института технологии бурения д-ра Ли Гуорона и д-ра Ган Ксиньпина [2].

В 2004 г. шесть специалистов из Центра по изучению природных ресурсов Министерства промышленности Франции (CESMAT) участвовали в качестве лекторов школы-семинара (пилотный курс) «Современная методология и эффективный менеджмент освоения месторождений полезных ископаемых»: Samama J.C. директор CESEV CESMAT, Seguret S. зам. директора CFSG CESMAT, Duchene M. директор C.G.E.S. – CESPROMIN CESMAT, Cordine D. зав. эксп. лаб. C.G.E.S. - CESPROMIN CESMAT, Fleurisson J.A. директор CESECO CESMAT, J. du Mouza зав.отделом CESMAT. Crouail C., советник по вопросам культуры и сотрудничества Посольства Франции в Казахстане, выступил на заключительном Круглом столе.

В 2004 г. проведена встреча с представителями норвежских компаний и директором отдела инноваций горнодобывающей индустрии и промышленности Посольства Королевства Норвегии. Региональным менеджером компании PROTAN Jan Svendsen была проведена презентация выпускаемой продукции больших рукавов для проветривания рудников и др.

18 августа 2004 г. в Институте состоялась встреча с корейской делегацией –представителями Корейского института геологических наук и минеральных ресурсов (KIGAM).

17 сентября 2004 г. на Юбилейной конференции выступили представители Промышленного института электроники из Варшавы С. Дубравски и М. Венх с демонстрацией достижений в области приборостроения.

В 2004 г. проведены встречи с представителями фирмы ООО «Габियोны Маккафери СНГ» и Ленинградского электромашиностроительного завода.

23 марта 2006 г. состоялась лекция действительного члена Академии горных наук д.т.н. профессора Новосибирского ГТУ Конюха В.Л. «Имитационное моделирование в горном деле» с презентацией.

10 мая 2006 г. организована встреча с японской делегацией в составе: г-н Ямотоми Джиро, профессора Департамента Инжиниринга геосистем Университета Токио и г-на Савада Кенджи, советника Группы стратегических металлов корпорации JOGMEC. От Института был передан проект ЕВГШАР с просьбой, рассмотреть возможность участия в нем японской стороны.

23 сентября 2010 г. была организована встреча с австралийской делегацией – 12 представителями государства и промышленности, возглавляемой Dan Tebbutt, Министром-советником по торговле Австралийской торговой комиссии (Austrade) и Robert Trzebski, управляющим директором Ассоциации горнорудных компаний (Austmine), рисунок 4.



Рисунок 4 - 23 сентября 2010 г. Встреча с австралийской делегацией

21 октября 2010 г. состоялась встреча с международным председателем Международного симпозиума по планированию горных работ и выбору оборудования MPES Раджем К. Сингалом, рисунок 5.



Рисунок 5 – В Зале заседаний Ученого совета

Благодаря заключенным в этот визит договоренностям между РГП «НЦ КПМС РК» и г-ном Р. К. Сингалом 20-й Международный Симпозиум по планированию горных работ и выбору оборудования (MPES 2011) состоялся в г. Алматы 12-14 октября 2011 г., на котором сотрудниками Института сделано 15 докладов.

Итоги работы с молодежью

В 2001 г. создан **Совет молодых ученых и специалистов** (СМУиС), председателями его были Еремин Д.И., Орынгожин Е.С., Бисенгалиев А. И., Бояндинова А.А. С 2011 г. Совет возглавляет магистрант Егембердиев Р.И.

Для молодых специалистов учреждены 2 годичные научные стипендии: имени члена–корр. АН КазССР, докт.тех.наук, профессора Ж.М. Канлыбаевой, обладателями которой были: к.т.н. Орынгожин Е.С.(2004), к.т.н. Молдабаева Г.Ж. (2005), аспирант Панферов М.В. (2006), аспирант Азимхан К.А.(2007), аспирант Аймаков А.Е.(2009), к.т.н. Адилханова Ж.А. (2010); стипендия имени академика АН КазССР, доктора технических наук, профессора О.А. Байконурова присуждается студентам-отличникам Горного института КазНТУ им. К.И. Сатпаева: Азимхану К.А. (2004, 2005), Аманкулову М. (2006), Ибраевой М.(2007), Бектуру Б.(2008, 2009), Салдыбаевой Б. (2010).

Институт участвует в совместных европейских проектах, в рамках которых молодые ученые имеют возможность пройти обучение и стажировку в дальнем зарубежье.

В Институте организуется конкурс на лучший доклад среди молодых ученых и специалистов, победителю предоставляется право на поездку для участия в международной конференции за счет средств фонда СМУиС. В 2004 г. аспирант Сарсенбаев Е.Е. съездил в Польшу на международный симпозиум, в 2005 г. победителем был аспирант Шабельников Е.А. В 2006 г. аспирант Тамбиев П.Г. выступил на международной конференции по буровзрывным работам (г. Иссык-Куль), старший лаборант Курманбеков Г. сделал доклад на международной конференции «Стратегия развития минерально-сырьевого комплекса в XXI веке» (г. Москва). В 2007 г. аспирант Шабельников Е.А. принял участие в Международном симпозиуме по планированию горных работ и выбору оборудования (г. Бангкок). В 2008 г. аспиранты Бояндинова Ж.А. и Азимхан К.А. выступили с докладами на 5-й Международной научной школе молодых ученых и специалистов «Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых» в ИПКОН РАН (г. Москва), техник Кокишева Л.М. – на Международной научно-практической конференции «Комплексная переработка минерального сырья» в ХМИ им. Ж. Абишева (г. Караганда). В 2009 г. МНС, к.т.н. Алимсеитова Ж.К. и аспирант Анибаев А.Ж. приняли участие в работе 6-й Международной научной школы молодых ученых и специалистов «Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых» в ИПКОН РАН (г. Москва). В 2010 г. был проведен конкурс (победители Панферов М.В., Адилханова Ж.А., Кокишева Л.М.), но в связи с тяжелым финансовым положением оплата поездок из средств Института не была произведена. Инженер лаборатории ФХСПМС Ким В. съездила на 7-ю Международную научную школу молодых ученых и специалистов «Проблемы освоения недр в XXI веке глазами моло-

дых» в ИПКОН РАН (г. Москва) за счет средств, выделенных Фондом Первого Президента Республики Казахстан (ФПП РК).

В целях стимулирования научного роста в Институте проводится аттестация аспирантов, результаты которой определяются по 10-ти балльной шкале, фотографии лучших аспирантов ежегодно вывешиваются на доску почета в вестибюле.

Молодые ученые участвуют в конкурсах на получение государственных научных стипендий для талантливых молодых ученых, объявленных МОН РК. Среди стипендиатов аспирант Еремин Д.И. и МНС Омирзакова Э.Ж. (2004-2006 гг.), к.т.н. Молдабаева Г.Ж. и к.т.н. Бояндинова А.А. (2006-2008 гг.)

В начале октября 2007 г. создан Совет молодых ученых при ФПП РК. Председатель СМУиС Института к.т.н. Бояндинова А.А. вошла в его состав. Молодые сотрудники Института активно участвуют в конференциях и выставках, проводимых ФПП РК.

10 декабря 2009 г. ФПП РК провел Третью международную научную конференцию «Инновационное развитие и востребованность науки в современном Казахстане», в рамках которого были подведены итоги конкурса на лучший Совет молодых ученых в организациях и вузах Республики Казахстан. Победителем среди научных организаций был признан Совет молодых ученых и специалистов Института, его председателю Бояндиновой А.А. вручен диплом и премия в размере 750 тыс. тенге.

21 апреля 2010 г. состоялась Церемония вручения грантов победителям республиканских конкурсов ФПП РК по поддержке молодых казахстанских ученых. В числе победителей ведущий инженер лаборатории рудничной аэрологии Анибаев А.Ж. с проектом «Теория и метод оптимизации совместной работы вентиляторов главного проветривания шахт и рудников», ему был вручен сертификат о получении гранта на исследования, рисунок 6.



Рисунок 6 – Исполнительный директор ОФ «ФПП РК» Мухамеджанов Б.Г. вручил свидетельство о получении гранта ведущему инженеру Анибаеву А.Ж.

В 2010 г. по итогам Выставки достижений молодых ученых Казахстана в рамках Международного форума «Молодежь в науке – 2010» ФПП РК наградил Дипломом и премией за проект «Автоматизированная корпоративная система управления геотехническим комплексом «Джетыгара» Бояндинову А. А., Адилханову Ж.А. Сарсенбаева Е.Е., Сейтаева Е. Н., Сапарова С.К. (научный руководитель Галиев С.Ж.).

Молодые сотрудники стали победителями в институтских конкурсах на звание «Лучший научный сотрудник года» по одной и двум номинациям научный сотрудник без степени и кандидат наук: Абдугалиева Г.Ю. (нс 2004, кн 2009), Омирзакова Э.Ж. (нс 2005), Бояндинова А.А. (кн 2006, кн 2008), Сарсенбаев Е.Е., Шабельников Е.А. (нс 2006), Бисенгалиев А.И. (нс 2007), Джангулова Г.К. (нс 2009).

Признанием заслуг молодых исследователей явилось присуждение премии им. Д.А. Кунаева за лучшие работы в области естественных наук: *Джаппаеву С.К.* за работу «Обеспечение полноты выемки руд при подземной разработке Жезказганского месторождения путем оптимизации параметров циклов» (1995); *Рогову А.Е., Бояндиновой А.А., Джаксыбаеву А.Х.* за цикл работ в области наук о Земле (2001); *Еремину Д.И., Сарсенбаеву Е.Е., Елубаеву С.А.* за работу «Разработка автоматизированной системы планирования и управления процессом горно-транспортных работ на основе технологий спутниковой навигации и имитационного моделирования» (2004); *Клевцову Д.Н.* за работу «Безвзрывное разрушение крепких горных пород крупным сколом» (2005); *Адилхановой Ж.А.* за работу «Разработка программно-методического обеспечения автоматизированных систем оперативного корпоративного планирования и управления геотехнологическими комплексами на открытых разработках» (2010).

В 2010 г. проведены переговоры с руководством Совета молодых ученых и специалистов (СМУИС) и дирекцией ИПКОН РАН, председателем СМУ РАН, достигнуты договоренности и подписано соглашение о сотрудничестве между СМУИС ИПКОН РАН и СМУИС Института.

Развитие творческого потенциала и создание эффективной системы поощрений

В 2001 г. учреждено звание «Почетный научный сотрудник ИГД им. Д.А. Кунаева», которое присвоено 45 ученым-горнякам Института, Казахстана и стран СНГ. В числе первых обладателей звания: академики Алтаев Ш.А. и Болгожин Ш.А.-Г., член-корр. КазССР лауреат Ленинской премии Мусин А.Ч., профессора Музгин С.С., Чабдарова Ю.И. и Цой С., кандидаты наук Шепелев С.Ф. и Нугманов К.Х.

Звание также присвоено ученым-горнякам из стран СНГ, внесшим значительный вклад в развитие горной науки и подготовку научных кадров для Казахстана: академиком РАН Трубецкому К.Н. и Шемякину Е.И., член-корр. РАН Яковлеву В.Л., академику НАН Кыргызской Республики Айтматову И.Т., академику АН Республики Узбекистан Рахимову В.Р., профессорам Хохрякову В.С. и Галкину В.А. (РФ).

Для активизации сотрудников и поддержания творческой атмосферы Институт использует *моральные и материальные стимулы*.

Ежегодно подводились итоги научно-организационной деятельности по утвержденной директором в 2006 г. Методике оценки подразделений. Три лаборатории, набравшие наибольшее число баллов, награждались вымпелами и премиями. Проводился конкурс на звание «Лучший научный сотрудник» по 3 номинациям: «доктор наук», «кандидат наук» и «научный сотрудник без степени». Победителям в трех номинациях вручалась медаль, удостоверение и премия.

Институт отмечает юбилейные даты ведущих ученых, проводит конференции, заседания Ученого совета, посвященные памятным датам и юбилярам, оформляет книжные и фотостенды, публикует очерки в сборнике трудов Института, в ведущих журналах Казахстана и России.

22 декабря 2005 г. на заседании Ученого совета проведено 90-летие со дня рождения лауреата Государственной премии СССР, почетного научного сотрудника, д.т.н., проф. *Шарипова В. Ш.*; 27 декабря 2006 г. 70-летие со дня рождения члена-корреспондента НАН РК, лауреата премии им. К.И. Сатпаева, почетного научного сотрудника, д.т.н., проф. *Ермекова Т.М.*;

22 января 2007 г. 80-летие со дня рождения лауреата Ленинской премии, почетного научного сотрудника, к.т.н. *Джакупбаева А.Н.*; 27 апреля 2007 г. 70-летие академика НАН РК, лауреата премии им. К.И. Сатпаева, почетного научного сотрудника, д.т.н., проф. *Рогова Е.И.*; 28 августа 2007 г. 70-летие лауреата премии Совета Министров Каз.ССР, почетного научного сотрудника, д.т.н., проф. *Прокушева Г.А.*; 14 ноября 2007 г. 100-летие со дня рождения первого директора Института, почетного научного сотрудника, д.т.н., проф. *Лысенко И.З.*; 18 января 2008 г. 50-летие директора Института, лауреата премий им. К.И. Сатпаева и академика Ш.Е. Есенова, д.т.н., проф. *Галиева С.Ж.*; 27 мая 2008 г. 80-летие со дня рождения академика НАН РК, лауреата премии Совета Министров Казахской ССР, почетного научного сотрудника, д.т.н., проф. *Болгожина Ш.-А.-Г.*; 13 июня 2008 г. 60-летие зав.отделом ФТПКОН, почетного научного сотрудника, д.т.н., проф. *Буктукова Н.С.*; 27 ноября 2008 г. 100-летие со дня рождения члена-корреспондента АН Каз.ССР, лауреата Ленинской премии, заслуженного деятеля науки КазССР, одного из первых директоров Института, почетного научного сотрудника, д.т.н., проф. *Мусина А.Ч.*; 7 июля 2009 г. 90-летие со дня рождения почетного научного сотрудника института, д.т.н., проф. *Музгина С.С.*; 15 сентября 2009 г. 85-летие почетного научного сотрудника, д.т.н., проф. *Чабдаровой Ю.И.*; 29 декабря 2009 г. 70-летие почетного научного сотрудника, д.т.н., проф. *Жалгасулы Н.*; 19 октября 2010 г. 110-летие со дня рождения выдающегося ученого-горняка, первого члена-корреспондента АН Каз.ССР в области горных наук, почетного научного сотрудника, д.т.н., проф. *Бричкина А.В.*; 3 декабря 2010 г. 80-летие почетного научного сотрудника, д.т.н. *Бектыбаева А.Д.*; 21 ноября 2011 г. проведено чествование почетного научного сотрудника, лауреата первой премии им. К.И. Сатпаева к.т.н. *Нугманова К.Х.* в связи с 80-летием.

Заседания проходят с участием приглашенных организаций, родствен-

ников, коллег юбиляров, а также молодых сотрудников (в воспитательных целях), так как жизненный и творческий путь предшественников может служить для них примером и подтверждает мысль, что только честным и упорным трудом можно достичь успехов в науке и получить признание общества.

26 января 2007 г. проведено 80-летие академика НАН РК, лауреата премии Кабинета Министров КазССР, почетного научного сотрудника Института, д.т.н., проф. *Алтаева Ш.А.* в рамках конференции.

Институт представляет сотрудников к государственным наградам, благодарностям, а также награждает почетными грамотами, премирует.

В последние годы ряд сотрудников удостоен правительственных и ведомственных наград: почетное звание «Қазақстанның еңбек сіңірген қайраткері» (А. М. Ткаченко), орден «Құрмет» (Ш. А. Алтаев), медаль «Ерен еңбегі үшін» (Г. А. Прокушев) и нагрудные знаки Министерства индустрии и торговли «Кенші даңқы» - 19 и Министерства образования и науки «За заслуги в развитии науки Республики Казахстан» - 6, «Почетный работник образования Республики Казахстан» (Г. А. Прокушев), Почетная грамота Республики Казахстан (Ю.И. Чабдарова, К.Х. Нугманов, А.Д. Бектыбаев, С.Ж. Галиев).

Признанием заслуг ученых Института является тот факт, что многие из них в годы независимости Казахстана удостоены звания лауреатов различных премий.

Премии им. академика К.И. Сатпаева –9 человек:

- 1993 г. акад. НАН РК Рогову Е.И. вручена премия им. К. И. Сатпаева за цикл работ в области моделирования и оптимизации параметров и характеристик горнодобывающих предприятий;

- 1996 г. за цикл работ в области разработки и освоения эффективных методов автоматизированного проектирования, планирования и оперативно-го управления добычей твердых полезных ископаемых премии им. К.И. Сатпаева удостоились доктора технических наук Букейханов Д. Г., Ермаков Т. М., Петрович С. И.;

- 1999 г., в год 100-летия со дня рождения первого президента Академии наук Казахстана К.И. Сатпаева, премии его имени удостоены д.т.н. Калиев С.А., Борщаговский А.И. и работники производства за создание и внедрение технологии повторной разработки Жезказганского месторождения с управляемым обрушением выработанных пространств и со специфическими условиями систем проветривания;

- 2003 г. за создание геоинформационных методов оперативного планирования и управления технологическими процессами на открытых разработках премия им. К.И. Сатпаева присуждена д.т.н. Галиеву С.Ж., д.т.н. Буктокову Н.С., к.т.н. Ахмедову Д.Ш.

В 1994 г. д.т.н., проф. Галиев С.Ж. удостоен звания лауреата премии Союза молодежи Казахстана за цикл работ в области оптимизации горно-транспортных комплексов на открытых горных работах.

27 января 2006 г. на годичном собрании Национальной инженерной академии зав. лаб. комплексного освоения недр, д.т.н. Бектыбаеву А.Д. вру-

чен диплом о присуждении премии им. академика У. Джолдасбекова 2005 года и золотой медали за выдающиеся научные достижения в области естественных и технических наук. 20 июня 2008 г. ему вручена медаль и диплом Союза ученых Казахстана «Ғылым сардары» за выдающиеся научные достижения в области естественных наук.

Премией им. академика Ш. Е. Есенова Академией минеральных ресурсов Республики Казахстан награждены 6 человек:

- в 2007 г. д.т.н., профессора Галиев С. Ж., Нурпеисова М. Б., Чабдарова Ю.И. за работу «Развитие методологического обеспечения геомеханики и геоинформационных технологий в области горного дела»;

- в 2011 г. академик Ракишев Б.Р., д. т. н., проф. Бектыбаев А.Д., д.т.н., проф. Буктуков Н.С. за работу «Обоснование рационального уровня качества и полноты выемки руд».

В 2008 г. Ассоциация вузов Казахстана наградила серебряной медалью имени А. Байтурсынова д.т.н., проф. Буктукова Н.С. за вклад в развитие образования.

В 2008 г. Институт принят в Республиканскую ассоциацию горнодобывающих и горно-металлургических предприятий (АГМП).

В июле 2010 г. в рамках 1-го Казахстанского Международного конгресса по минеральным ресурсам и металлургии в Астане д.т.н., проф. Галиев С.Ж. признан победителем в Национальном Отраслевом конкурсе на звание лучшего в горном деле и металлургии Республики Казахстан «Золотой Гефест-2010» в номинации «Специалист года – Ученый-педагог» с вручением статуетки «Золотой Гефест-2010».

Материально-техническое обеспечение и социальная политика

В годы Независимости Институт заметно оснастился компьютерной техникой и средствами измерения. В юбилейный для Института 2004 год благодаря спонсорской помощи НАК Казатомпром», ТОО «Корпорация Казакмыс» и др. приобретены копировально-множительный аппарат XEROX, CD-проектор, конференц-система, ноутбук, компьютеры, мебель на общую сумму 8247 тыс. тенге. В 2005 г. сделаны приобретения на сумму 2683,8 тыс. тенге, в 2006 г. -3202,8 тыс. тенге, в 2007 г.- 5774,0 тыс. тенге (половина суммы потрачена на покупку автомашины для Института), 2008 г. – 3993,7 тыс. тенге, в 2009 г. – 1014,2 тыс.тенге, в 2010 г. – 942 тыс.тенге, в 2011 г. -2246 тыс. тенге.

При острой нехватке финансирования ведутся ремонтные работы помещений, приобретаются технические средства для безаварийной работы всех жизненно необходимых систем зданий Института. Отремонтированы и оснащены учебные классы для магистратуры, читальный зал и библиотека. Проведена локальная сеть и Интернет, создан сайт Института и Диссертационного совета.

Большие надежды Институт связывает с введением в действие Закона РК «О науке», в котором предусмотрено базовое финансирование на содержание инфраструктуры. Институт в 2011 г. базовое финансирование не получил.

Немаловажное значение имеют вопросы, связанные с организацией

образовательной деятельности, отдыхом и оздоровлением работников и членов их семей. В Институте функционируют спортивно-оздоровительный комплекс, столовая. Дирекцией Института совместно с коллективом проводятся праздники: 8 марта, Наурыз, День Победы, День Независимости, Новый год.

Культурно-массовой комиссией профкома совместно с дирекцией организуются выезды на природу с посещением достопримечательностей в окрестностях г. Алматы. На средства профкома приобретаются путевки для детей сотрудников, оказывается материальная помощь из фонда социальной защиты и из средств профкома, в дни новогодних каникул детям и внукам сотрудников предоставляется возможность, побывать в детском театре, а также получить новогодние подарки.

Институт следит за общественно-политической жизнью страны, участвует в обсуждении проектов новых законов, в частности неоднократно представлялись предложения по обсуждаемому в стране проекту Закона Республики Казахстан «О науке», ведущие ученые принимали участие в его обсуждении на разных уровнях. Институт своевременно знакомит сотрудников с новыми нормативными документами, стратегиями развития профильных министерств, программами в области горного дела, откликается на происходящие знаменательные события в стране, вместе обсуждает ежегодные Послания Главы Государства Н.А. Назарбаева народу Казахстана.

Подводя итоги работы Института за 20 лет Независимости Казахстана, нужно отметить, что предстоит еще многое сделать по укреплению связей с горнодобывающим комплексом, с научно-исследовательскими организациями внутри страны, и за ее пределами, по усилению научно-технической политики, повышению квалификации и привлечению молодых специалистов.

И, как говорит наш Президент, нам еще много придется потрудиться, чтобы Казахстан стал процветающей страной. А для этого, прежде всего, нужен честный и добросовестный труд, консолидация и сплоченность, стабильность и спокойствие. Говорят, труднее всего тем, кто живет в переходный период, но, с другой стороны, нашему поколению выпала честь стоять у истоков нашей Независимости, приняв на себя ответственность за родной Казахстан.

Литература

1.С.Ж. Галиев, Е. К. Едыгенов, Г.Б. Черманова. Институт горного дела им. Д. А. Кунаева. 65 лет на службе горной науке и производству.// Научно-техническое обеспечение горного производства. Труды Института горного дела им. Д.А. Кунаева т. 78. Алматы, 2009 – С. 15-16.

2.Мальченко Ю. И. Институту горного дела им. Д. А. Кунаева 60 лет. Алматы, 2004, С. 182.

**Шамганова Л.С., Тулебаев К.К., Джангулова Г.К.,
Омиралин М.Н., Кокишева Л.М.**

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА СДВИЖЕНИЕМ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В РАЙОНЕ ОТРАБОТАННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Мақалада Кентау қаласының территориясында өткізілген деформациялық бақылау мен қоғамдық мәні бар жерлерде жер бетінің барынша деформациялануын анықтау параметрінің нәтижелері келтірілді. Жұмысты орындау барысында қозғалысты анықтаудың аспаптық әдісі мен жер бетінің шөгудің үшінші дәрежелі тегістеу түрі қолданылды.

В статье проведены результаты деформационного мониторинга на территории г. Кентау и определены параметры максимальных деформаций земной поверхности на участках социальной значимости. При выполнении работ применен инструментальный метод определения сдвига и оседания земной поверхности в виде нивелирования III класса.

In article results of deformation monitoring in the city territory Kentaу are spent and parameters of the maximum deformations of a terrestrial surface on sites of the social importance are defined. At performance of works the tool method of definition of a shifting and subsidence of a terrestrial surface in the form of leveling of the III class is applied.

Ликвидация методом затопления нерентабельных шахт меняет характер техногенной нагрузки в этих районах, вызывая приток и подъем уровня подземных вод, и, следовательно, увлажнение пород вокруг старых выработок. При этом, наблюдается оседание поверхности, образуются провалы, изменяются гидрогеологические условия. Основной предпосылкой активизации геомеханических процессов являются сохранившиеся пустоты и расслоения в подземном пространстве. Самоликвидация этих пустот приводит к повторному сдвигению толщ горных пород и проявлению этих процессов на земной поверхности.

Земная поверхность находится в непрерывном движении, что приводит к деформациям наземных объектов и ряду других разрушительных процессов. Во избежание отрицательных геомеханических последствий, необходимо располагать информацией о состоянии

массива пород для выполнения предварительного расчета ожидаемых сдвижений и деформаций земной поверхности и принимать соответствующие меры охраны.

Проблемы техногенного характера, связанные с исследованиями геомеханических процессов, которые появляются в виде сдвижения поверхности, образования нарушенных участков, провалов земной поверхности, трещин в зданиях, подтопления, являются актуальными и для Миргалимсайского месторождения, где одним из охраняемых объектов являются здания и сооружения г. Кентау.

В городе возникла сложная ситуация, особенно, если учесть произошедшие с момента возведения исследуемых объектов изменения геологического и гидрологического режимов, состояние насыпных грунтов, наличие пустот, образовавшихся в различных местах, воздействие целого ряда других факторов, способных оказывать влияние на развитие деформаций.

Нами проведен предварительный анализ ранее имеющихся материалов, который указал на существование нескольких возможных геологических и технических процессов, послуживших причиной провала на поверхности. К ним можно отнести: карстово-суффизионные процессы, возможное негативное влияние водоотливной штольни, городская дренажная система, утечка воды из водопроводной и оросительной систем.

Результаты гидрогеологических исследований ОАО «Шымкент-гидрогеология» показывают, что в настоящее время грунты сильно водонасыщены, во многих районах наблюдается образование пустот.

Карстообразование является одним из сложных и трудно прогнозируемых природных процессов, а грунты, слагающие почву территории города подвержены суффозионно-карстовым процессам. Интенсивность провалообразования на участках карста может достигать более 1 случая на 1 км² в год, а в условиях его техногенной активизации – десятков и даже сотен случаев. Объясняется это весьма сложной природой суффозионно-карстовых явлений. При этом необходимо учесть, что все объекты социальной значимости связаны между собой различными коммуникациями, часть из которых находится над выработанным пространством и в зоне распространения карстовых явлений.

После затопления рудников Миргалимсайского месторождения весной 2004 г., подземные воды поднялись до своего первоначального уровня (отметка 438 м, уровень 40-х годов) и подтопили Северную часть города. Во избежание дальнейшего подтопления, в 2007 г. была пройдена водосливная штольня со ствола рудника Глубокий

через Юго-Западный район города с последующим сбросом воды в Кошкуранское водохранилище. Максимальный уровень воды за время эксплуатации штольни составил 427 метров. Видимых нарушений по штольне не наблюдается, но возможен вынос глинистой либо песчаной фракции через штольню [1].

Утечки воды из водопроводной и оросительной систем достигают 70%.

Городская дренажная система, построенная в 60-е годы, обслуживаемая до 1990 г., в настоящий момент находится в нерабочем состоянии. Многие скважины, пройденные в 50-х, до сих пор не затмпонированны [2].

Все эти причины в комплексе оказывают негативное влияние на состояние земной поверхности и объектов, находящихся на территории г. Кентау и прилегающих районах.

В отмеченных условиях наиболее приемлемым и показательным является деформационный мониторинг, позволяющий получить результаты наблюдений за сдвижением и деформациями земной поверхности.

На первом этапе произведено визуальное наблюдение по профильным линиям ранее заложенных грунтовых и глубинных реперов на потенциально опасных участках, а также на участках социальной значимости для населения, с целью выявления видимых признаков деформирования земной поверхности и подрабатываемых объектов, определения степени деформированности объектов наблюдений.

Результаты рекогносцировки местности и все вышеуказанные факторы способствовали выбору маршрута для закладки дополнительно восьми грунтовых реперов для профильных линий, проведения инструментального наблюдения в виде нивелирования III класса. Среднеквадратическая ошибка (СКО) в полигоне рассчитывается по формуле:

$$\eta = 10 \sqrt{L}, \text{ мм} \quad (1)$$

где L -длина хода в км.

Допустимая СКО при нивелировании III класса согласно [3] составляет 20 мм.

Методика, состав наблюдений, а также конструкция реперов были приняты в соответствии с Инструкцией по наблюдениям [3].

Схема маршрута нивелирования трассы с указанием расположения ранее заложенных грунтовых и глубинных реперов, а также но-

вых приведена на рисунке 1.

Каждая профильная линия маршрута включает в себя опорные и забивные рабочие (временные) репера. Опорные репера закладывались на концах профильных линий вне зоны сдвижения земной поверхности, а рабочие в зоне деформации и оседания земной поверхности.

Число рабочих реперов по профильной линии определялась длиной линии выбранной величине интервала, которая согласно инструкции нами принята равной 30-40 м [3].

Измерение длин и превышений в каждой серии наблюдений проводилось в прямом и обратном направлениях цифровым нивелиром марки TOPCON DL-103.

Для уточнения фактического состояния деформирования земной поверхности нами выполнены два цикла наблюдений (май-июль 2011 г).

Сравнительный анализ результатов 2-х циклов съемки (таблица и рисунок 2) показал, что на некоторых участках зафиксировано оседание земной поверхности.

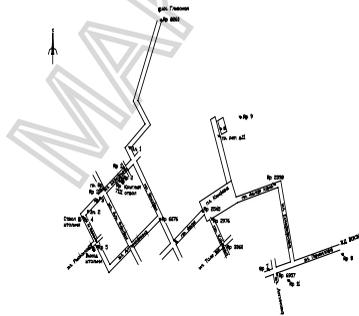


Рисунок 1 – Схема маршрута нивелирования трассы

По реперу Rp 7111, расположенному в районе круглого ствола по ул. Шакарима, отмечено оседание на 42 мм. Так как данные по этому реперу отсутствуют, по отметкам ВНИМИ, измеренным в 1987 г., скорость оседаний, полученная нами, составляет порядка 0,14 мм/мес.

По реперу Rp 7, расположенному в районе 3-й поликлиники по ул. Панфилова, отмечено оседание на 28 мм за короткий период (май-

июль 2011 г.). Скорость оседания данного репера составляет 9 мм/мес. Имеет место подъем земной поверхности со средним значением +30мм (Рр 2545).

Данные показатели подтверждают визуальные наблюдения в этих районах: в апреле 2011 г. по ул. Шакарима произошла мульда сдвижения, где земная поверхность подверглась сдвигению с разрывом сплошности. На улице Панфилова наблюдаются повреждения в виде перекосов стен зданий, деформаций фундаментов и трещин.

Таблица - Смещения реперов по результатам нивелировки (II этап)

№ реперов по профильной линии, Рр	Высотные отметки, м	Высотные отметки по результатам нивелирования, м		Величина смещений, мм
		Цикл 1	Цикл 2	
8276 (КОФ -1)	462,830	462,830	462,830	–
Гр.репер (Аль-Фараби-Шакарима)	–	430,219	430,214	-5
7111 (Круглый ствол)	431,623	–	431,581	-42
2545	427,800	427,830	427,818	-12
2976 (под елкой)	428,150	428,134	428,117	-17
3360 (№17)	424,150	424,162	424,148	-14
2398 (ЦОН)	430,690	430,681	430,668	-13
3031 (Муз.школа)	433,363	–	433,358	-5
6076	426,290	426,296	426,287	-9
6957 (Панфилова –Логина дом №43)	425,256	425,274	425,256	-18
Эл. 1 (КазНИМИ)	–	437,416	437,412	-4
Эл. 2 (КазНИМИ)	–	425,480	425,471	-9
Рр 1	–	434,414	434,410	-4
Рр 2	–	431,664	431,660	-4
Рр 3	–	429,353	429,346	-7
Рр 4	–	424,380	424,372	-8
Рр 5	–	421,504	421,496	-8
Рр 6	–	422,569	422,562	-7
Рр 7	–	424,484	424,456	-28
Рр 8	–	434,835	434,821	-14
Рр 9	–	–	433,659	-
Рр 10	–	–	430,010	-
Рр 11	–	–	424,574	-

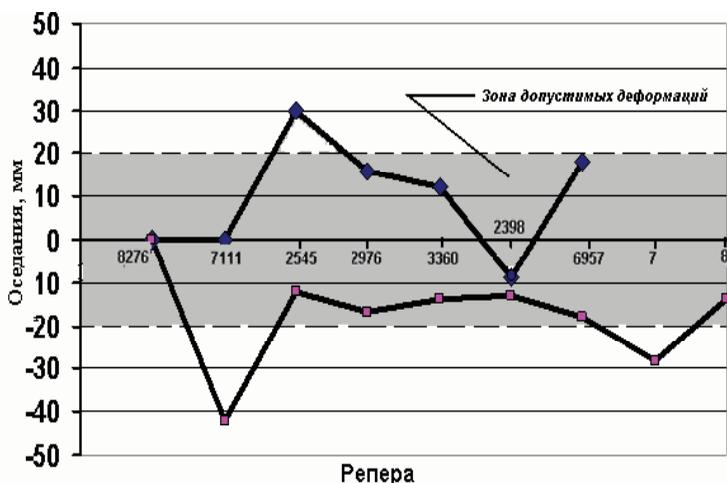


Рисунок 2 - Развитие деформационного процесса на отдельных участках

Таким образом, зона возможных провальных явлений охватывает район ул. Шакарима и район ул. Панфилова и Логинова.

По последним визуальным осмотрам провалы земной поверхности наблюдаются и по другим улицам. В настоящее время на этих участках проводятся гидрогеологические исследования и пробурены дополнительно.

Для контроля за деформациями в этих районах необходимо установить дополнительно грунтовые репера, наблюдения по которым дадут возможность выявления опасных деформаций и развитие их во времени.

По результатам выполненного анализа и натурных измерений считаем, что необходимо регулярно (1 раз в квартал, при необходимости и чаще) вести мониторинг за сдвижением земной поверхности. Постоянный деформационный мониторинг по профильным линиям (проложенным ранее в период 1986-2006 гг. ВНИМИ и КазНИМИ, в 2011 г – ИГД им. Д.А. Кунаева и предполагаемым в наиболее опасных районах) позволит вести прогноз зоны проседания с целью предупреждения катастрофических техногенных явлений на территории города Кентау.

Литература

1 Отчет «Провести инструментальные наблюдения за движением земной поверхности в процессе затопления Миргалымсайского рудника», Караганда, 2007.-33 с.

2 Протокол заседания рабочей группы для выработки предложений по решению проблемы выхода грунтовых вод на поверхность в г. Кентау ЮКО. №3 от 25.11.2011г. г. Шымкент.

3 Инструкция по наблюдениям за движением горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных месторождений. М., Недра, 1988.- 78с.

МАКЕТ

Касымканова Х.М.

ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД

Мақалада терең карьерлердегі геомеханикалық зерттеулердің негізгі бағыттары және карьер кемерінің тұрақтылығын болжамы келтірген

В статье приведены основные направления геомеханических исследований в глубоких карьерах и прогнозирование состояния устойчивости прибортового массива

The paper contains the review of issues of completeness and quality of mineral mining at the opencast mines and creation of geomechanical justification of systems with internal piling.

В связи с проведенными исследованиями устойчивости бортов карьеров Балхашского ГМК и ТОО «NOVA Цинк», сложенных скальными трещиноватыми породами, нами были применены различные методы изучения структуры, а именно: точечные массовые замеры элементов залегания поверхностей ослабления; площадная структурная съемка, наземная фотограмметрическая съемка, теплотрический и ультразвуковой.

Выбор того иного метода определялось сложностью структуры массива изучаемого участка месторождения. Так, структура пород борта карьера Родниковое, которая отличается более выдержанным характером, изучалась методом массовых точечных замеров элементов залегания трещин.

Всего по месторождению Родниковое было сделано порядка 300 замеров. Месторождение Родниковое приурочено к Центральному разлому северо-западного (300°) простирания, являющемуся оперяющим к вышеописанному нарушению. Разлом прослеживается на расстоянии 5 км, постепенно затухая в западном направлении.

Центральный разлом имеет сложное строение и представлен двумя-тремя сопряженными швами и зоной интенсивной трещиноватости между ними общей мощностью до 40м. Основные швы сопровождаются зонами дробления пород до милонитизации и катаклаза. В целом разлом представляет собой обратный сброс с

амплитудой вертикального смещения не менее 100м с падением на северо-восток под углами 75-90°. Подвижки по разлому происходили неоднократно, как в условиях растяжения – развитые по швам карбонатные, мономинеральные рудные жилы выполнения, брекчии на рудном цементе; в приповерхностной (до 30-40 м) части брекчии (иногда рудные) на карбонатноглинистом (монтмориллонит) цементе, так и в условиях сжатия – милонитизация и катаклиз пород и руд. По простиранию Центральный разлом сопровождается многочисленными мелкими оперяющимися разломами, наиболее крупный из которых – Широтный, представленный зоной дробления и милонитизации в полосе шириной 10-15 м и падающий навстречу центральному разлому под углом 70-80°.

Центральный разлом сечется несколькими разломами северо-восточного (55-60°) простирания. Наиболее крупный из них – диагональный разлом, представляющий собой сброс с вертикальной амплитудой перемещения до 50м. Морфологически он представлен серией сближенных швов, сопровождающихся зонами дробления пород и выраженный понижением в рельефе местности. Наиболее молодыми являются довольно многочисленные разломы близ-меридианального (350-30°) простирания, совершенно не выраженные в рельефе и представляющие собой (в канавах) слабовыраженные на фоне трещиноватых пород зоны рассланцевывания мощностью 1-5 м с зеркалами скольжения. По ним установлены смещения пород и рудных зон с горизонтальной амплитудой до 5-10 м, редко до 30 м.

Анализ данных съемки на карьере Родникового месторождения показал, что наибольшие распространения получили пять систем трещин, характеристика которых приведена в таблице 1.

Таблица 1–Характеристика трещиноватости карьера Родникового месторождения

Системы трещин	Элементы залегания трещин, градус		Заполнитель трещин	Характер поверхности трещин	Генетический тип трещин	Интенсивность трещиноватости
	азимут простирания,	угол падения				
I	310	40	Гидрокислы железа	неровная	отрыва	до 2-10
II	350	80	Молибденовые охры	ровная	скалы вания	1-2
III	280	40-60	Глинка трения	ровная	скалы вания	0,5
IV	210	50-70	Глинка трения	ровная	скалы вания	0,2
V	40	60-70	Глинка трения	неровная	отрыва	до 0,5

Метод площадной структурной съемки применяется на месторождениях с невыдержанной и сложной структурой пород, при наличии тектонической нарушенности пород. Основная цель съемки – установить закономерность распределения и выдержанности основных систем или групп поверхностей ослабления, границ выветренных пород, дизъюнктивных нарушений и т.д.

Все выявленные трещины независимо от их генезиса делятся на продольные, диагональные и поперечные относительно откосов уступов и бортов карьеров. К продольным трещинам относятся такие, направление простирания (а не линии скрещивания), которых отличаются от направления простирания плоскости откоса не более 20° , к диагональным - $21 - 70^{\circ}$, все остальные к поперечным. По углу падения трещины делятся на пологие, у которых угол наклона менее 30° , наклонные – $30- 60^{\circ}$, крутые $60-90^{\circ}$.

Изучение бортов Коунрадского и Акжалского карьеров, более сложной структуры, где наблюдалось оползневые явления, проводились методом площадной структурной и стереофотограмметрической съемок. Ширина каждой из замеренных площадок составляла 30 метров, расположенных на различных горизонтах. На каждой площадке было сделано до 150 замеров элементов трещин и других определений – размеров и нормы структурных блоков, протяженности трещин, характера и материала заполнения поверхности ослабления, зон выветренных пород. Всего было сделано порядка 1500 замеров по 10 площадкам. Обработка замеров съемки проводилась на круговых и прямоугольных сетках. Характеристика распределения систем трещин карьера Коунрад и Акжалского месторождения приведена в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 - Характеристика распределения систем трещин карьера Коунрад

Системы трещин	Элементы залегания		Геометрическая классификация
	азимут простирания, град.	угол падения λ , градус	
I	298	72	Поперечная, согласнопод., крутая
II	14	74	Продольная, согласнопод., крутая
III	338	79	Продольная, согласнопод., крутая
IV	8	42	Продольная, согласнопод., наклонная
V	75	75	Поперечная, согласнопод., крутая
VI	298	28	Поперечная, согласнопод., пологая

Таблица 3 - Характер распределения систем трещин карьера Акжалского месторождения

Системы трещин	Типы пород	Элементы залегания трещин		Положение трещин по отношению к откосу
		азимут простирания,	угол падения	
I	Диорит - порфит	185	78	диагональные диагональные
		21	30	
II	Известняк крупнозернистый	170	80	диагональные продольные
		11	40	
III	Известняк мраморный	19	78	диагональные диагональные
		180	75	
IV	Известняк скарнированный	185	73	продольные
V	Известняк мраморизированный	180	80	диагональные
VI	Известняк крупнозернистый	180	77	продольные
VII	Диорит-порфириды	200	74	продольные
VIII	Диориты	209	80	диагональные

Среди методов количественной оценки трещиноватости выделяют прямые, к которым относят геолого-маркшейдерские виды съёмки и косвенные, объединяющие геофизические измерения и технологические способы оценки массивов.

Таким образом, геолого-маркшейдерские виды съёмки и обработки результатов позволяют получить основные характеристики трещиноватости, являющиеся исходными данными для оценки устойчивости карьерных откосов. Однако проведенные исследования показали, что выделение участка однородной трещиноватости осуществляется недостаточно точно, так как границами могут быть и дизъюнктивные нарушения, обнаружить которые по поверхности откоса глазомерно не всегда представляется возможным. Поэтому составленная карта трещиноватости может с большей погрешностью отражать распределение трещин в породном массиве, что не позволит надёжно решить вопрос определения границ участка наблюдательной станции, для прогнозирования устойчивости бортов карьеров и принятия соответствующих мер.

В этой связи предлагается комплексная методика изучения трещиноватости, сущность которой заключается в следующем: разделение поверхности обнажения на участки с однородной трещиноватостью с использованием геофизических методов, позволяющим производить оперативный аппаратный контроль. Геофизические методы измерения дают интегральную оценку степени раздробленности

массива по направлениям, которые позволят находить различного рода коэффициенты для пересчета технологических параметров в изотропной среде к анизотропности.

Основным направлением геомеханических исследований в глубоких карьерах является прогнозирование состояния устойчивости прибортового массива горных пород как системы предварительных оценок его строения и свойств, которые могут оказывать существенное влияние на устойчивость конструкции бортов карьера и безопасность горных работ.

Литература

1 Нурпеисова М.Б., Касымканова Х.М., Кыргызбаева Г.М. Комплексное обеспечение устойчивости бортов карьеров //Труды V-ой международной научно-практ. конфер. «Передовые технологии нам карьерах». - Бишкек: КРСУ, 2011.- С.55-58.

2 Иофис М.А., Мальцева И.А. О сдвигении горных пород при комбинированной разработке месторождении.//Маркшейдерский вестник, 2002.-№2.

**Портнов В. С., Маусымбаева А. Д., Турсунбаева А. К.,
Умбетова А. Т., Тулеков А. А.**

ПОСТРОЕНИЕ СОРТОВЫХ ПЛАНОВ КАРЬЕРА

Методикалық құрастыру сұрыптау жоспары бойынша, кен және жыныстар карьерлерінің горизонттын пішіндеуге, кендегі минералдың мөлшерін бағалауға, жарылыс жұмыстарын және өңдеу тәсілін жоспарлауға арналған. Кертпештелген қабаттарды сұрыптау жоспары тау жұмыстарын бұрғылаудан және скважинаны жарып көруден бұрын жоспарлауға мүмкіндік береді.

Рассмотрена методика построения сортовых планов по слоям уступа для оконтуривания рудных и породных участков горизонтов карьера, оценки содержания рудных минералов, планирования способа отработки и взрывных работ. Сортвые планы по слоям уступа дают возможность планировать горные работы еще до бурения и опробования взрывных скважин.

We consider the method of construction varietal plans on layers of the echelon for delineating ore and rock sites horizons of open cast, ore mineral content evaluation, planning methods of mining and blasting. Varietal plans on layers of the echelon provide an opportunity to plan mining operations before drilling and testing of blast holes.

Руды месторождения Алтынтау относятся к золото-сульфидно-кварцевой формации и представлены: самородным золотом, самородным висмутом, галенитом, пиритом, марказитом, арсенопиритом, халькопиритом, висмутином, блеклой рудой; нерудными – кварцем, серицитом, хлоритом, турмалином, кальцитом. Самородное золото на месторождении тонкодисперсное. Размер зёрен колеблется от десятых долей микрометра до 120 мкм, основная масса выделений имеет размеры $4 \div 14$ мкм [2].

Для получения зависимости изменения электрических свойств от прочностных характеристик пород и руд рассмотрим элементарные возбуждения в минерале или поверхностном слое как систему взаимодействующих частиц. Квантовые переходы, обусловленные взаимодействием элементарных диполей, будут с вероятностью P диссипативными, в результате вторичное поле всегда меньше первич-

ного. Поскольку система диполей обменивается с вмещающей средой только энергией, то соответствующий ансамбль частиц будет каноническим. Выражение для статистической энтропии имеет вид:

$$P = \frac{2_{\Delta}S}{k\tau} \exp\left\{-\frac{E_m - G^0 / N}{kT}\right\} \quad (1)$$

где ΔS – изменение энтропии; E_m – среднее значение энергии основного состояния диполей; τ – время релаксации; G – энергия Гиббса вмещающей руды. Отсюда:

$$\Delta S = \frac{\nu k\tau}{2} \exp\left(-\frac{E_m + E_a - G^0 / N}{kT}\right) \quad (2)$$

При наложении внешнего электромагнитного поля (E) на систему электрических диполей, связанную с рудной компонентой горной породы, имеем:

$$\Delta S = \frac{Ne\Delta E^2}{2kT^2} \quad (3)$$

где e – заряд электрона; N – число диполей.

Проводимость σ или удельное сопротивление $\rho = 1/\sigma$ определяется:

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = Q \frac{kT}{G^0} c_{\Pi} \quad (4)$$

где: $Q = \frac{2N_A \sqrt{k}}{e \cdot 100\%}$

N_A – число Авогадро; k – постоянная Больцмана; T – температура; c_{Π} – концентрация компонента. Для электрической аномалии:

$$\Delta E = Q \cdot \sqrt{TG^0 \cdot c_{\Pi}} \quad (5)$$

Уравнения (4) и (5) показывают связь измеряемых электрических величин с концентрацией полезного компонента и электрических

параметров через энергию Гиббса. Если учесть, что $G^0 = H - TS + PV$, то: H – энтальпия отражает степень метаморфизма минералов; S – энтропия описывает степень беспорядка; T – характеризует температуру образования минерала; P – давление пропорционально твердости минерала [1].

Изучение закономерностей изменения удельного электрического сопротивления (ρ_k) от объемного содержания рудных минералов проведено вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ) с симметричной установкой Шлюмберже до глубины 7,5 м на которую проводилось бурение разведочных и взрывных скважин. По керну и шлам скважин определены объемные концентрации рудных минералов, а по паспортам прочности $\sigma_{сж}$ и твердость по шкале М.М. Протодьяконова. Результаты исследований свидетельствуют о корреляции ρ_k с объемной концентрацией сульфидных (рудных) минералов V (корреляционное отношение $R^2 > 0,97$) (рисунок 1), а также с твердостью пород (рисунок 2). Установлены закономерности изменения прочности пород от их плотности (рисунок 3) и ρ_k от энергии Гиббса, составляющих ее минералов (рисунок 4). Погрешности определений объемной концентрации по уравнениям составляют $\pm 9,3$ % отн., а прочностных характеристик $\pm 8,6$ % отн [5].

Используя зависимости, определяются необходимые параметры для планирования горных работ с целью обеспечения качества руды снижения объемов опробования скважин в безрудных участках. Крепость, прочность отр, энергии Гиббса минералов оцениваются из уравнений (рисунки 3-5) [1].

Сложное геологическое строение месторождения является предпосылкой селективно-валовой отработки рудной зоны. Практика эксплуатационной разведки и горных работ показала, прерывистость и неравномерное распределение золотого оруденения, отсутствие визуальных границ рудных тел, наличие значительного количества участков некондиционных руд и пустой породы внутри сортовых контуров балансовых руд. При этом возрастает роль управления качеством рудопотока, где решаются – задачи выбора оптимальных граничных содержаний в добываемой руде, определения оптимального уровня потерь и разубоживания; выбора направлений развития горных работ, обеспечивающих руду с заданным стабильным уровнем качества.

Управление качеством добываемой руды и в отгружаемой на ЗИФ реализуются изменением количества рудных забоев. Горные работы в блоках основной добычи, обеспечивают суммарную производительность. Колебания качества, погашаются за счет стабилизи-

рующихся блоков. Основой для селективного способа отработки блока или участка рудной зоны является послойный (2,5 м) сортовой план, составленный по результатам эксплуатационной разведки (рисунок 5) [3].

На флангах рудной зоны и в морфологически сложных участках, блоках опробование 7,5 метрового уступа осуществляется раздельно: одна проба на интервал 2,5 м.

Оконтуривание рудных и породных участков горизонтов карьера, некондиционных руд и пустой породы, оценка содержания рудных минералов, планирование валовой или селективной отработки, взрывных работ, осуществляется на основе сортовых планов, построенных по измерениям кажущегося удельного электрического сопротивления (ρ_k) и кажущейся вызванной поляризации (η_k). Съёмка ρ_k и η_k проводится с целью изучения геологического разреза послойно на глубину уступа [4].

МАКЕТ

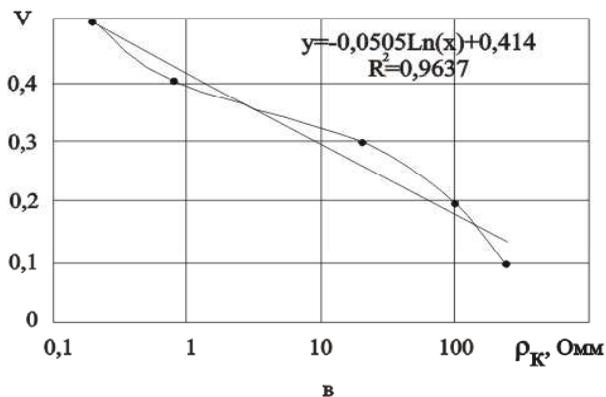
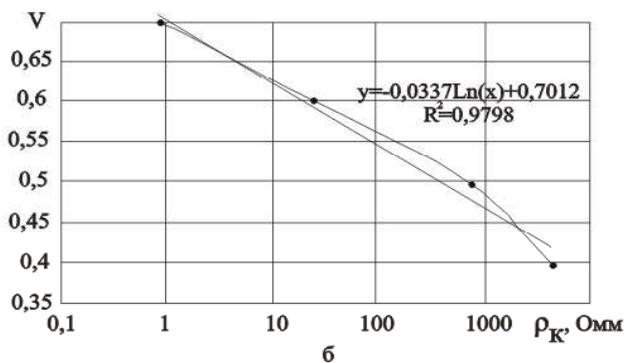
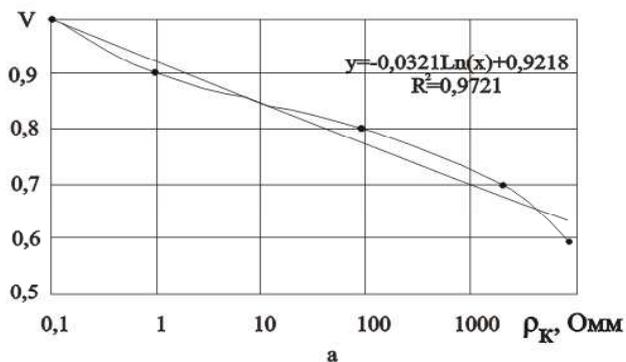


Рисунок 1 – Зависимость удельного электрического сопротивления от объемного содержания рудных минералов: среднезернистые кварцевые диориты (а); гранит-порфиры (б); окисленные руды (в)

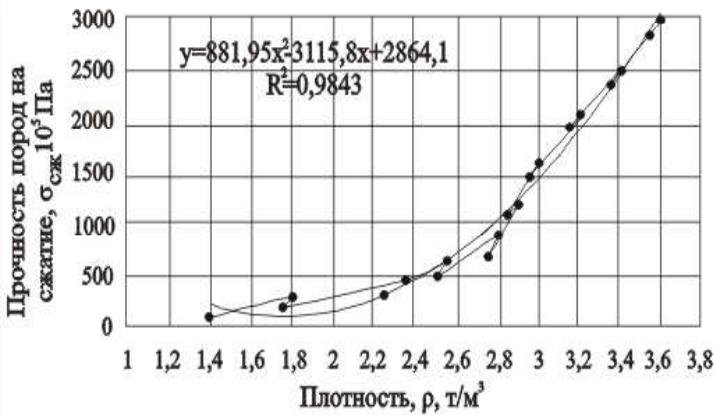


Рисунок 2 – Зависимость крепости руд и удельного сопротивления

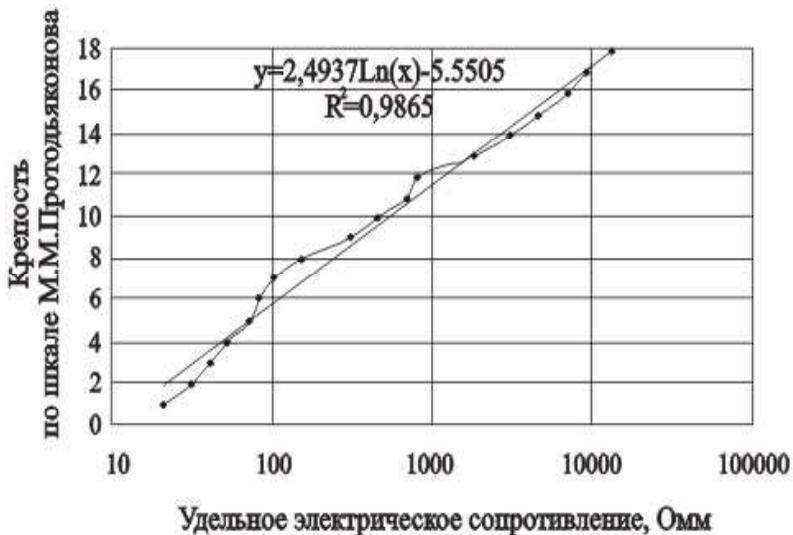


Рисунок 3 – Зависимость прочности пород на сжатие руды с ее плотностью

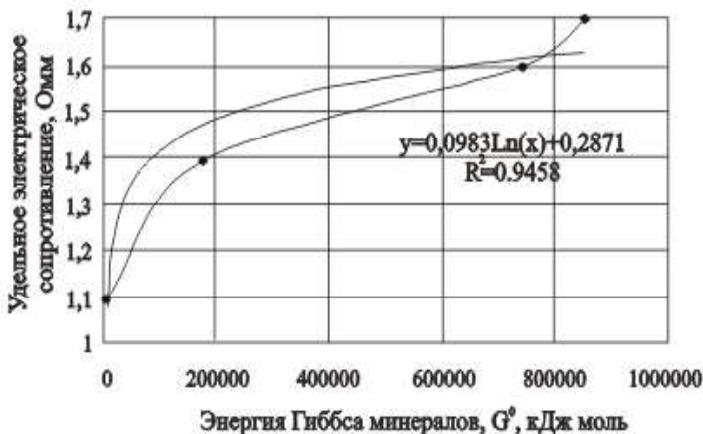


Рисунок 4 – Зависимость удельного сопротивления от энергии Гиббса

Методика работ заключается в измерении разности потенциалов между электродами $MN = 10$ м приемного диполя последовательно удаляющегося от питающего диполя $AB = 10$ м в соответствии с шагом съемки 5 м. Для получения информации о ρ_k и η_k до глубины H необходимо достичь расстояния между центрами питающего и измерительного диполей $2H$. Затем диполь AB переносится на новую стоянку с шагом 10 м и измерения повторяются. При высоте уступа равного 7,5 м максимальное удаление приемного диполя от питающего при шаге 5 м составляет 15 м. При проведении работы методом ВЭЗ на два или три уступа (до глубины 15 и 22,5 м, расстояние между MN и AB должно быть равно 30 и 45 м). Длительность импульса тока составляет $I=1,6$ сек, время измерения напряжения пропускания $U_{\text{п}} = 125$ сек, время измерения напряжения ВП $U_{\text{ВП}} = 0,0437$ сек. Удельное электрическое сопротивление и вызванная поляризуемость определяются с использованием известных формул. Результаты измерений, подтверждают четкую закономерность изменения ρ_k и η_k от минерального состава рудных тел [5]. Рудные тела имеют низкоер ρ_k (10-20 Ом·м) и η_k (7-8 %). Вкрапленные руды, выделяются более высоким сопротивлением порядка (30-80 Ом·м) и поляризуемостью 9-12%.

Тектонические нарушения, зоны дробления пород на картах ρ_k выделяются сопротивлением 50-100 Ом·м, поляризуемостью 2-3 %, что является признаком их выделения. Интервалы окварцевания,

интрузий характеризуются высоким ρ_k и низким, 1-2 %, η_k . Для разделения аномалий ρ_k и η_k на рудные и безрудные использован металл-фактор [2].

По результатам измерений ρ_k и η_k , с использованием программ RES2DINV фирмы GEOTOMOSOFTWARE, строятся двумерные (2-D) геоэлектрические модели по профилям наблюдения по сопротивлению и поляризуемости среды. Исходя из связи % с рудными телами, вкрапленными и прожилково-вкрапленными рудами, установлена большая точность определения границ тел ($\pm 2,12\%$) как по глубине и площади. Привязка измерений к планам горизонтов карьера выполняются тахеометром Leica-407 и программа MapInfo (рисунок 6).

Для построения сортовых планов на глубину 2,5; 5,0; 7,5 м применялись симметричные четырехэлектродные градиент-установки типа Шлюмберже с аппаратурой «МЭРИ-24». Частота питания АВ (156,3; 312,5Гц) позволила исключить влияние скин-эффекта. Разнос питающих и измерительных электродов, на точке зондирования равен: А5М2Н5В, А10М2Н10В, А10М5Н10В, А15М5Н15В, А20М10Н20В, А30М10Н30В, А30М20Н30В, А50М20Н50В. Шаг зондирования 5 м, расстояние между профилями 5м. Интерпретация кривых ВЭЗ, основывалась на минимизации среднеквадратической невязки между теоретической и экспериментальной кривых. Среднеквадратическая погрешность составила $\pm 3,4\%$.

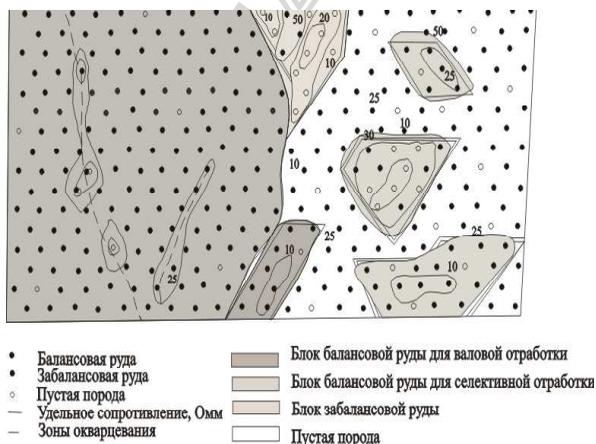


Рисунок 5 – Сортовой план Алтынтауского месторождения +167 горизонт, блок 43

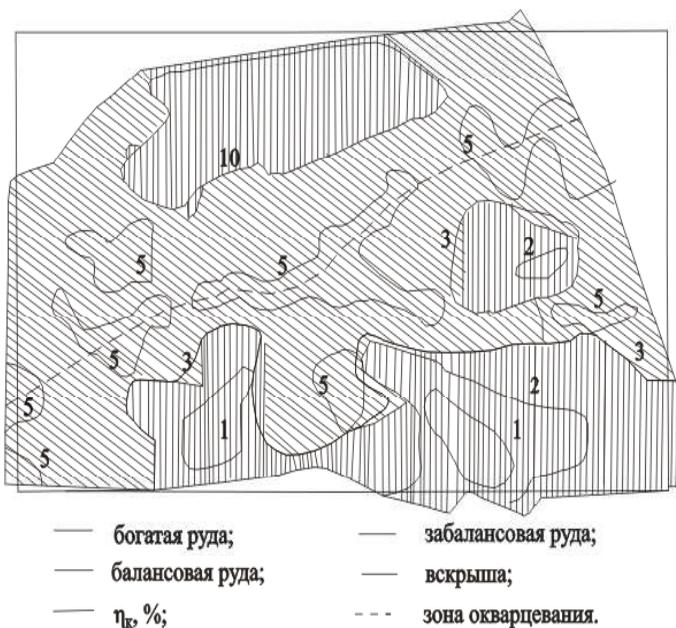


Рисунок 6 – Сортовой план Алтынтауского месторождения +160 горизонт, блок 39

Для определения объемного содержания рудных элементов используются уравнения, графики зависимости которых приведены на рисунках 2, 3, при этом интегральная характеристика ρ_k и η_k для слоя 2,5 м строится по данным измерений двудипольной установки с расстоянием между центрами диполей 5 м, для слоя 2,5 м – 5,0 м, и для 7,5 м – 15 м, а для установки Шлюмберже соответственно А10М5Н10В, А15М5Н15В и А20М10Н20В.

Прочностные характеристики слоев оцениваются из корреляционных уравнений (рисунки 5, 6). Запасы рудных минералов (руды) М определяются с учетом площади S аномалии ρ_k или высоты уступа Н (подустапа) и плотности руд, ρ м³/т [4].

Сортзовые планы по слоям уступа дают возможность планировать горные работы еще до бурения и опробования взрывных скважин. В том случае, если послонные карты аномалий ρ_k и свойственные рудным интервалам, не изменяются с глубиной, то возможна валовая отработка, если же имеются изменения, то необходима селективная выемка руды с учетом этих изменений. Пробирное опробование со-

держания золота по интервалам взрывных скважин планируется исходя из этих особенностей. На участках послонных сортовых планов со значениями высокого ρ_k и низкой η_k , характерных для вмещающих пород, пробирное определение золота может производиться только па границах перехода (руда-порода) и в контрольных скважинах, что сокращает значительный объем этих анализов.

Литература

1. Портнов В.С., Воробьев А.Е., Турсунбаева А.К., Маусымбаева А.Д., Юров В.М. Геотехнологические методы добычи полезных ископаемых. – Караганда, Издательско-полиграфический центр Казахстанско-Российского Университета, 2010. – 426с;

2. Портнов В.С., Маусымбаева А.Д. Комплекс геофизических методов оценки качества руд благородных и цветных металлов при эксплуатации месторождений. – Караганда, Издательско-полиграфический центр Казахстанско-Российского Университета, 2010. – 160с;

3. Портнов В.С., Маусымбаева А.Д., Турсунбаева А.К. Опробование и технологическое картирование железорудных месторождений геофизическими методами // Актуальные вопросы науки и образования. – 2010. – 10 с;

4. Портнов В.С., Турсунбаева А.К., Шугаипов А.Г. Геофизическое опробование управление качеством руд. – Караганда, Издательство КарГТУ, 2009. – 207с;

5. Сытенков В.Н., Федянин А.С. Применение геофизических методов исследования при открытой разработке сложноструктурных золоторудных месторождений // Горный журнал //40 лет карьере «Мурунтау» центрального рудоуправления НГМК. – 2007. - № 5 – С.67-70.

**Ю.Н. Шапошник, С.Н. Шапошник, А.К. Турсунбаева,
В.С. Портнов, А. Матях, А.А. Тулеков**

ДОРАБОТКА ПОДКАРЬЕРНЫХ ЗАПАСОВ РУД ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Нақты жағдайлар үшін қолданылатын нұсқаларды техника-экономикалық салыстырулар негізінде пен орындарын ашу әдістерінің сызбасы тандалған. Карьер асты қорларын ашу, өндеу және байытудың экономикалық мақсаттылығы қарастырылған, сонымен қатар табыс нормасы 18 % құраған, ал өтімділіктің дисконтталған кезеңі 2,8 жыл.

Выбрана схема, способ вскрытия месторождения на основе технико-экономического сравнения вариантов, приемлемых для конкретных условий. Произведен обзор экономической целесообразности вскрытия, отработки и обогащения подкарьерных запасов, при этом норма прибыли составила около 18 % , а дисконтированный период окупаемости - 2,8 года.

The scheme, a way of opening the deposit on the basis of technical and economic comparison of options suitable for specific conditions were chosen. The feasibility of opening, processing and enrichment stocks were reviewed, with the rate of return was about 18% and the discounted payback period – 2,8 years.

В связи с достаточно резким повышением цен на золото на Лондонской бирже металлов возникает необходимость пересмотреть привлекательность проектов отработки или доработки не востребуемых в настоящее время золоторудных месторождений Казахстана.

Как известно, в соответствии с Постановлением Правительства Республики Казахстан №10 от 15 января 2009 года было создано акционерное общество «Национальная горнорудная компания «Тау-Кен Самрук» со стопроцентным участием государства в его уставном капитале.

АО «Тау-Кен Самрук» заинтересовано в сотрудничестве со стратегическими глобальными компаниями горно-металлургической

индустрии по совместному освоению и развитию рудных месторождений, в том числе по Восточному Казахстану: Маралиханское (золото), Сугатовское (золото, серебро), Мамонтовское (золото, серебро), рудопроявление Жумба (золото), Стрежанское (медь, полиметаллы), Майское (медь, полиметаллы), Красноярское (медь, полиметаллы), Холзунское (железо) и ряд других.

Министерство индустрии и новых технологий Республики Казахстан имеет право отзываться у испытывающих финансовые трудности горно-металлургических компаний права недропользования на месторождения, которые находятся в качестве обеспечения в банках, с последующей передачей прав недропользования АО «Тау-Кен Самрук» и реструктуризацией рабочих программ по проектам недропользования.

Однако в Восточном Казахстане имеется целый ряд рудопроявлений полиметаллических, редкоземельных и благородных металлов, на которые еще не оформлены контракты на недропользование в основном из-за незначительных запасов руды или необходимости их доработки, что значительно снижает их инвестиционную привлекательность.

Известен ряд законсервированных золоторудных месторождений, запасы которых частично были отработаны в советское время открытым способом. Полная доработка оставшихся подкарьерных запасов по различным причинам до настоящего времени не осуществлена.

Рассмотрим в качестве примера одно из золото-баритовых месторождений Казахстана. Месторождение было открыто в 1940 году. С 1950 года месторождение разрабатывалось открытым способом, а в 1982 году было законсервировано. Месторождение вскрыто внутрикарьерной спиральной траншеей. На момент консервации месторождения глубина его карьера составляла 86 м. За время консервации месторождения его борта и предохранительные бермы на отдельных участках были размывы водотоками, обрушены или засыпаны. В настоящее время указанный карьер затоплен до отметки 50 м.

Месторождение представляет собой баритовую залежь весьма сложной трубообразно-эллипсоидной формы. Сложное строение и изменчивая форма залежи предопределены изменениями элементов залегания тектонических зон, как по простиранию, так и по падению. Падение залежи крутое (80-85°) на север со склонением на запад под углом 40°, с глубиной рудное тело несколько выкручивается к югу.

Контакты рудного тела большей частью четкие, резкие. Длина рудного тела по простиранию на разных горизонтах изменялась от 70 м до 105-80 м. Мощность рудного тела с глубиной уменьшается с 40-25 м до 12-5 м. Объемный вес руды $4,0 \text{ т/м}^3$, вмещающих пород $2,5 \text{ т/м}^3$, коэффициент разрыхления 1,6, коэффициент крепости по шкале проф. М.М. Протодряконова составляет для руды $f = 10-15$, для кварц-серицитовых сланцев $f = 6-10$. Руды, не склонные к слеживаемости и самовозгоранию, невзрывоопасные, нерадиоактивные. По содержанию кремнезема руды и вмещающие породы не силикозоопасные.

Выбор схемы, способа вскрытия и подготовки месторождения необходимо осуществлять на основе технико-экономического сравнения вариантов, приемлемых для конкретного шахтного поля [1].

По действующим «Правилам промышленной безопасности ...» [2] допускается при ступенчатом вскрытии использование автотранспортных уклонов в качестве запасных выходов в аварийных ситуациях на вышележащие горизонты и непосредственно на поверхность при соблюдении следующих условий:

- выезд людей осуществляется специальным автотранспортом, находящимся ежесменно на нижнем горизонте ведения горных работ;

- вблизи уклонов на нижележащих горизонтах оборудуются в соответствии с проектом камеры аварийного воздухообеспечения, в которых обеспечивается хранение запасных самоспасателей в количестве, превышающем на 10% максимальную численность смены. В необходимых случаях оборудуются камеры-убежища.

При отработке месторождения в условиях неполной геологической информации важную роль приобретает способ вскрытия автотранспортным уклоном. В этих условиях из транспортного уклона, пройденного вблизи рудного тела, ускоряется детальная и эксплуатационная разведка по уточнению морфологии и геометрии рудных тел, что обеспечит сокращение времени подготовки рудных тел к очистной выемке и более качественную добычу руды. Отличительной особенностью вскрытия месторождений автотранспортными уклонами является ускорение сроков ввода в эксплуатацию объекта и окупаемости инвестиционных затрат в 1,5-2,5 раза.

Исходя из этих предпосылок, месторождение возможно вскрывать с уровня днища карьера транспортным уклоном, пройденным за зоной сдвига горных пород со стороны лежащего бока залежи, вентиляционными восстающими и горизонтальными выработками через 20 м.

Основными критериями при выборе систем разработки для месторождения являются обеспечение максимальной полноты выемки запасов ценных руд и безопасность ведения горных работ. При выборе систем разработки также учитывались следующие факторы: устойчивость руд и вмещающих пород; мощность и угол падения рудных тел; пожароопасность руд.

Нами рассмотрены следующие варианты выемки запасов руд месторождения. Первый вариант - система разработки подэтажными штреками с обрушением и применением самоходного оборудования. Отработка ведется сверху вниз. Второй вариант - система разработки подэтажными штреками с закладкой выработанного пространства сухой породой и применением самоходного оборудования. Отработка ведется снизу вверх.

Первый вариант

Добыча ведется сверху вниз под защитой временно оставляемой рудной потолочины. Толщина потолочины принята 13 м и проверена на устойчивость. При коэффициенте крепости $f = 10 \div 15$, коэффициент запаса прочности $1,9 \div 2,4$. Рудное тело по вертикали разбивается на четыре подэтажа (рисунок 1). По мере углубки уклона на гор. 200 м возможно проведение подготовительно-нарезных работ на гор. 200 м, в том числе проходка вентиляционно-ходового и вентиляционного восстающего с уровня гор. 200 м на поверхность. После проведения подготовительно-нарезных работ на гор. 200 м можно начинать очистную выемку. На нижележащих горизонтах гор. 180 м и 170 м цикл подготовительно-нарезных работ и очистных работ повторяется. После отбойки руды в этаже гор. 170 \div 220 м с буровых ниш полевого штрека гор. 220 м обрушивается и отбивается потолочина и одновременно гасится пустота разбуренным породным лежащим боком. Отбитая руда выпускается на уровне гор. 170 м. Применение данной системы разработки даст возможность совмещения проходки транспортного уклона и ведения очистных работ, что значительно улучшит экономические показатели проекта.

Второй вариант

Отработка месторождения ведется снизу вверх под рудным массивом системой разработки подэтажными штреками с породной закладкой (рисунок 2).

Сначала отрабатываются запасы руды на отметке 170 м, затем выработанное пространство засыпается породой. Следующий слой на отметке 180 м, работы ведут на отсыпанной породе, затем производят выемку запасов руд и опять выработанное пространство за-

полняют породой и так продолжают до тех пор, пока не отработают оставшиеся запасы руды на отметке 220 м.

Отработка месторождения снизу вверх под защитой временно оставляемой рудной потолочины системой разработки подэтажными штреками с породной закладкой позволяет утилизировать пустую породу от проходческих работ в выработанное пространство. Однако в данном случае необходимо учитывать затраты на доставку породы и ее укладку в отработанные камеры. Кроме того, при данной технологии выемка запасов руд начнется только после полной проходки транспортного уклона и вентиляционного и вентиляционно-ходового восстающего, что значительно снижает инвестиционную привлекательность проекта. На основании технико-экономического сравнения для отработки подкарьерных запасов месторождения наиболее рациональной является система разработки подэтажными штреками с обрушением и применением самоходного оборудования с нисходящей выемкой руды.

Выявим экономическую целесообразность отработки подкарьерных запасов месторождения. Расчет стоимости товарной продукции выполнен по условию продаж концентратов: 60% от текущих цен на золото 1400 долл. США/унц. во флотоконцентрате; баритовый концентрат по 100 долл. США/т. На основании расчетов установлены основные экономические показатели проекта по доработке запасов руд месторождения подземным способом (рисунок 3)

Проекция
Отработка ведется сверху вниз

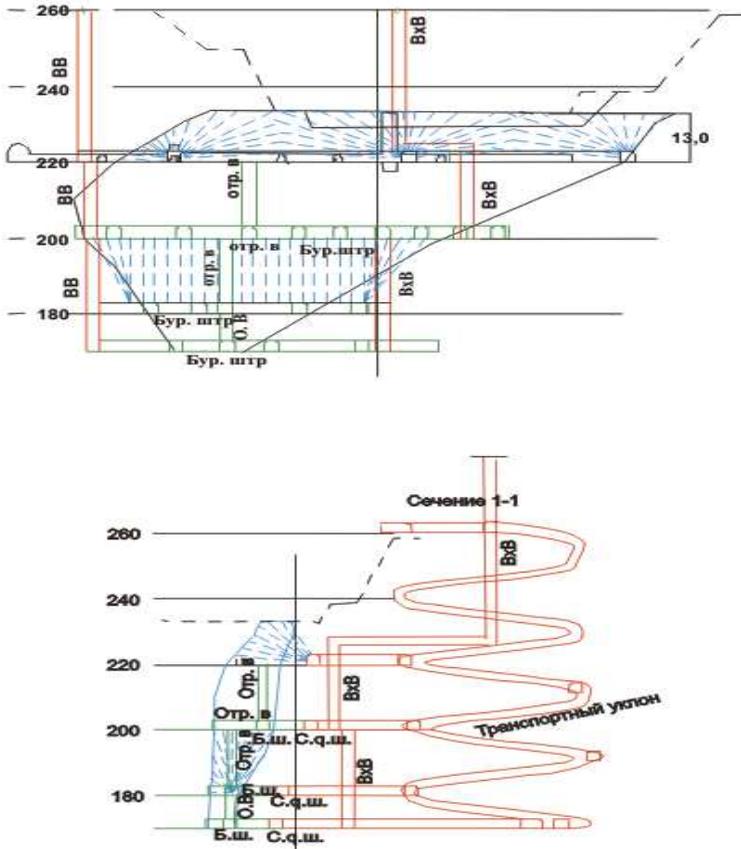


Рисунок 1 - Система разработки подэтажными штреками с обрушением и применением самоходного оборудования с нисходящей выемкой руды [1]

Проекция
Отработка ведется снизу вверх с закладкой
породы очистного пространства

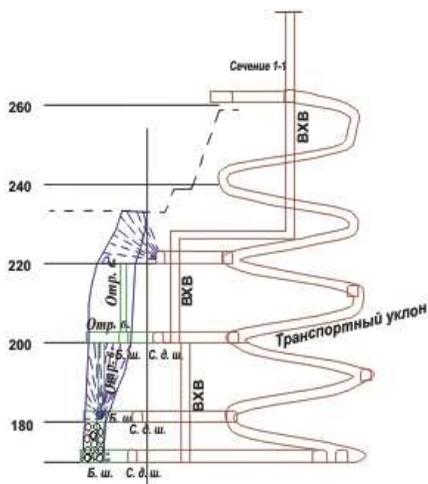
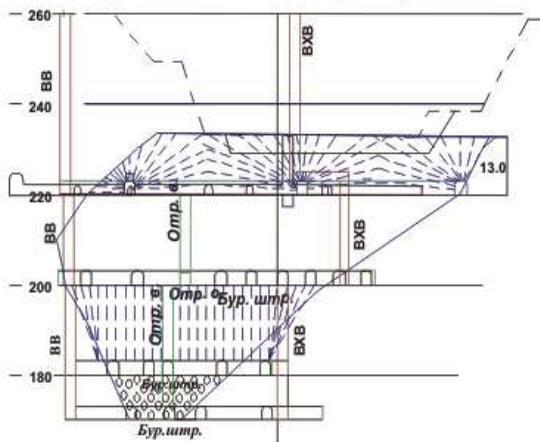


Рисунок 2 - Система разработки подэтажными штреками с закладкой выработанного пространства сухой породой и применением самоходного оборудования с восходящей выемкой руды [1]

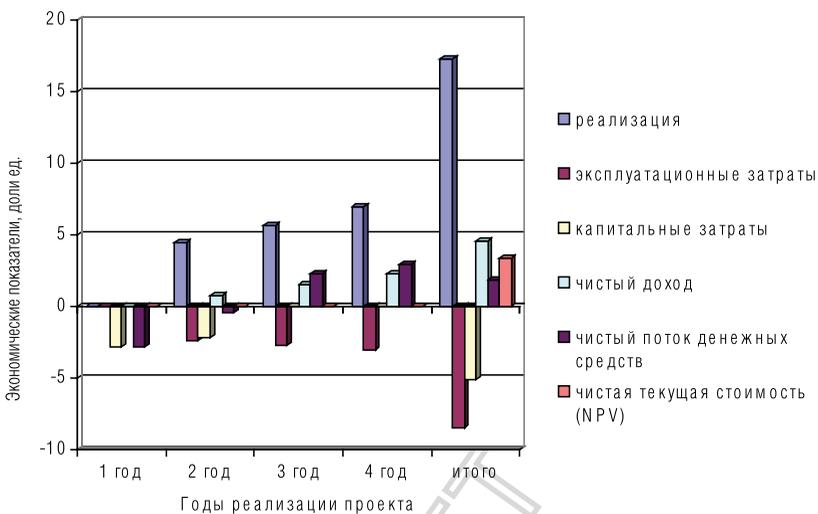


Рисунок 3 - Основные экономические показатели проекта по доработке запасов руд месторождения подземным способом [1]

Экономические расчеты доказали экономическую целесообразность вскрытия, отработки и обогащения оставшихся подкарьерных запасов данного месторождения, при этом внутренняя норма прибыли составила около 18 %, а дисконтированный период окупаемости 2,8 года.

Вывод: при сегодняшнем уровне цен на золото возможна рентабельная отработка законсервированных месторождений или рудных залежей с незначительными запасами по металлу, а также доработка ранее не доработанных месторождений. Уровень окупаемости инвестиций должен выявляться на основе всесторонних экономических расчетов по различным вариантам вскрытия и отработки рудных месторождений.

Заключение

В качестве примера рассмотрено золото-баритовое месторождение Казахстана, которое разрабатывалось открытым способом, а в 1982 г. законсервировано. Месторождение вскрыли внутрикарьерной спиральной траншеей. Выбор схемы, способа вскрытия и подготовки месторождения осуществляется на основе технико-экономического сравнения вариантов, приемлемых для конкретного шахтного поля. При этом основными критериями явились: обеспечение максимальной полноты выемки запасов ценных руд; безопасность ведения горных работ; устойчивость руд и вмещающих пород; мощность и угол падения рудных тел.

Предложена система разработки подэтажными штреками с обрушением и применением самоходного оборудования. Применение данной системы разработки даст возможность совмещения проходки транспортного уклона и ведения очистных работ, что значительно улучшит экономические показатели проекта.

Во втором варианте рассмотрена система разработки подэтажными штреками с закладкой выработанного пространства сухой породой и применением самоходного оборудования.

Разработка подкарьерных запасов месторождений рекомендуется вести подэтажными штреками с обрушением и применением самоходного оборудования с нисходящей выемкой руды.

Литература

1. Технологическое проектирование горнодобывающих предприятий с подземным способом разработки (методические рекомендации). Согласованы приказом Комитета по государственному контролю за чрезвычайными ситуациями и промышленной безопасностью Республики Казахстан от 4 декабря 2008 года, №46.

2. Правила промышленной безопасности при ведении работ подземным способом. Утверждены приказом Министра по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан от 25 июля 2008 года, №132.

Нурлыбаев Р. О.

АНАЛИЗ ПАСПОРТОВ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРОХОДЧЕСКИХ И ОЧИСТНЫХ ЗАБОЕВ В УСЛОВИЯХ ЖЕЗКАЗГАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ШПУРОВОЙ ОТБОЙКИ

Мақалада бұрғылау – жару жұмыстары құжаттарын талдау және бағамдау қорытындылары және олардаң параметрлері мен техника-экономикалық көрсеткіштері бойынша БЖЖ тиімділігі төмендегені анықталып, жарып қопару көрсеткіштеріне кері әсер ететін факторлар белгілі болды. Осы және басқа факторларды ескере отырып шпурлық қопарудың тиімділігін арттыру жолдары негізделіп, өндіріске нақты ұсынымдар берілген.

В статье по результатам анализа и оценки паспортов буровзрывных работ (БВР) их параметров и технико-экономических показателей раскрываются причины снижения эффективности БВР в проходческих и очистных забоях с установлением различных факторов, влияющих на результаты и показатели взрывной отбойки. Среди их множества особо выделены такие факторы, как изменчивость свойств и состояния горного массива по мере ведения БВР. На основе оценки влияния этих и других факторов обосновываются и указываются пути повышения эффективности шпуровой отбойки с выдачей некоторых практических рекомендаций производству.

In the article, according to the results of analysis and evaluation of registration certificates of drilling and blasting operations, their parameters and technical and economic indicators, the reasons of efficiency reduction of drilling and blasting operations in tunneling and breakage faces have been identified affecting the results and the indicators of the blasting. Among the multitude of reasons there are such factors as variability of properties and conditions of the rock mass in the course of drilling and blasting operations. On the basis of evaluation of impact of these and other factors, ways of efficiency enhancement of blast-hole cutting have been justified and some practical recommendations for production have been given.

Жезказганское месторождение относится к пластообразному типу с резкоизменяющимися элементами залегания, значительно осложняющими его эксплуатацию. Разработка месторождения характеризуется сложными горно-геологическими условиями, вызванными в основном понижением уровня ведения подземных горных работ, где наблюдается интенсивное проявление горного давления, нарушенность и запредельное состояние массива, его обводненность и другие отрицательные факторы, в целом негативно влияющие на отработку промышленных запасов месторождения. Проведение горных выработок в таких условиях становится все сложнее, прежде всего из-за упорочности пород и в тоже время нарушенности их, вследствие возрастания горного давления. При этом при вскрытии и подготовке новых горизонтов или панелей, блоков горно-геологические условия и характеристики проходческих и очистных забоев могут значительно отличаться от условий и состояний рабочих забоев действующих горизонтов. Поэтому проходку выработок приходится осуществлять в самых разнообразных горно-геологических и горнотехнических условиях, что требует соответствующих уточнений и корректировок параметров и схем ведения горных работ.

Как и на многих полиметаллических месторождениях отбойка горного массива (пород и руд) на Жезказганском месторождении осуществляется буровзрывным способом, которому пока нет другой альтернативы. В настоящее время уровень научно-технического обеспечения буровзрывной технологии отбойки в промышленности довольно высок, но тем не менее эффективность буровзрывных работ (БВР) в проходческих и очистных забоях на многих рудниках сравнительно низка и не может подняться до должного уровня (кроме отдельных примеров и случаев), что обусловлено и связано с многими причинами (факторами).

Среди них одним из основных факторов, сдерживающих повышение эффективности БВР является недостаточный учет динамики изменчивости свойств и состояния массива, вследствие чего происходит не соответствие параметров БВР к этим условиям. Известно, что в пределах одного месторождения достаточно трудно найти, даже в одинаковых по составу породах, два участка с точно совпадающими свойствами. Поэтому знание в каждом конкретном случае характеристик и свойств пород при воздействии на них взрывных нагрузок имеет первостепенное значение при расчете параметров заложения зарядов взрывчатого вещества (ВВ) и в целом проектировании паспортов БВР.

Паспорта буровзрывных работ при ведении шпуровой (скважинной) отбойки в проходческих и очистных забоях, как неотъемлемая часть производства БВР являются наиболее важным технико-экономически обоснованным типовым (базовым) документом, содержащим все необходимые сведения по проведению той или иной выработки. Правильность и обоснованность их определяют эффективность производства БВР, поэтому к разработке и составлению паспортов придают особое значение.

Как показывает многолетняя практика, в каждом конкретном случае паспорта БВР составляются на основании расчетных данных и данных опытных взрывов с учетом полученных положительных результатов от предыдущих взрывов в аналогичных условиях, что требует тщательного изучения горно-геологических, физико-механических характеристик массива и условий ведения работ, а также других влияющих на результаты БВР факторов. При этом подробнейшему анализу и оценке должны подвергаться принятые технологические параметры и получаемые технико-экономические показатели взрывной отбойки, что как установлено по результатам многочисленных исследований, является одним из сложных и требующих решения вопросов оптимизации и автоматизации технологических процессов и их параметров в горном производстве при ведении как проходческих, так и очистных работ.

Наиболее важным моментом при разработке паспортов БВР считается выбор соответствующего горно-геологическим условиям типа и конструкции вруба, который является одним из основных составляющих элементов этих паспортов. От выбранного вруба во многом зависят назначаемые параметры и получаемые в последующем показатели шпуровой отбойки.

В результате изучения и анализа паспортов БВР на одном из рудников ПО «Жезказганцветмет» ТОО «Корпорация Казахмыс» «Степной» установлено, что все паспорта и на очистные, и на проходческие забои разработаны и скорректированы с учетом применения прямых призматических врубов и их положительных черт и качеств перед клиновыми типами врубов.

По результатам ранее обобщенных теоретических и практических исследований выявлено, что прямые призматические врубы являются наиболее прогрессивными и характеризуются высокой работоспособностью, универсальностью и простотой применения, стабильными показателями и повышенной глубиной заходки по сравнению с клиновыми врубами.

В целом по изученным материалам на жезказганских подземных рудниках установлено, что благодаря принятым рациональным технологическим параметрам шпуровой отбойки с использованием более совершенных ВВ, как гранулит А6, показатели взрывного разрушения пород и руд значительно улучшились при призматическом врубе, чем в сравнении с клиновым, что свидетельствует о достаточно высокой эффективности данного вруба. Это можно объяснить тем, что, как известно, из теории и практики ведения взрывных работ, удельная потенциальная энергия взрыва максимально используется, преимущественно в прямых призматических врубах, в силу их специфических конструктивных особенностей и работоспособности перед наклонными врубами. Исходя из этих положений и учитывая перспективность прямых призматических врубов перед другими – все жезказганские рудники с начала 2010г. перешли на применение призматического типа вруба, как в очистных, так и проходческих забоях. Поэтому оценивались наиболее распространенные типовые варианты паспортов буровзрывных работ для указанных забоев с разным поперечным сечением и горно-геологическими условиями при различных параметрах БВР и показателях шпуровой отбойки.

Исходя из габаритной проходимости применяемого высокопроизводительного самоходного оборудования на подземных рудниках Жезказгана, площадь поперечного сечения проходческих забоев повсеместно принята одинаковая – $22,8\text{ м}^2$, а очистных забоев различная в зависимости от выемочной мощности, угла падения рудного тела и схемы его отработки с учетом технических возможностей самоходного оборудования для бурения, заряжания, крепления, что обуславливает составление соответствующих этим забоям по горно-геологическим характеристикам массива и техники паспортов БВР. При этом на основании положительных результатов опытных взрывов и промышленных испытаний в паспорта заложены прямые призматические врубы. Основным из них, наиболее часто применяемым является вруб, представляющий собой две параллельные между собой пробуренные в вертикальной или горизонтальной плоскости забоя скважины диаметром 89 мм, между которыми на равном расстоянии пробурен центральный заряжаемый шпур диаметром 51 мм, а остальные врубовые шпуры диаметром также 51 мм расположены по углам четырех concentрических квадратов, повернутых относительно друг друга на 45° .

Аналізу подвергались наиболее применяемые варианты паспортов БВР в очистных и проходческих забоях, из которого видно,

что при незначительном изменении технологических параметров БВР, как площадь поперечного сечения забоя, количество шпуров, глубина заходки, величина недозаряда показатели отбойки также весьма изменчивы в определенных пределах в зависимости от степени влияния того или иного параметра. При этом из общего взаимовлияния параметров одного из типовых паспортов БВР можно установить, что при неизменной площади забоев и количестве шпуров с увеличением глубины заходки с 3,80 до 5,60 м и, соответственно, объема бурения с 186,2 до 274,4 м, отбойки с 501,8 до 698,4 т, а массы ВВ с 289,8 до 465,3 кг коэффициент использования шпура (КИШ) снижается с 0,9 до 0,85, а выход горной массы с одного шпура повышается с 11,2 до 15,5т, удельный же расход ВВ – с 1,51 до 1,75 кг/м³ при недозаряде, соответственно в первом случае 1,26 м, а во втором – 1,34 м. Аналогичная картина наблюдается и при других значениях площади забоев и количества шпуров. Такая закономерность изменения показателей шпуровой отбойки просматривается при всех испытываемых врубах как в очистных, так и проходческих забоях. То есть с увеличением глубины шпуров (заходки) уменьшается КИШ, несмотря на увеличение расхода ВВ, что можно объяснить известным положением. Из практики установлено, что при глубине шпуров более 4,0 м действие взрыва ухудшается, снижается КИШ, ухудшается дробимость породы поверхностных слоев массива, а в отдаленных от поверхности слоях образуется большое уплотнение измельченной породы и увеличение зоны растрескивания. Это объясняется тем, что с увеличением глубины шпуров при постоянном или несоразмерном увеличении удельного расхода ВВ имеет место определенная диспропорция в распределении ВВ по длине шпура. Следовательно для повышения эффективности взрывания шпуров глубиной более 4,0 м необходимо идти на соответствующее увеличение требуемого расхода ВВ с учетом напряженного состояния массива и «зажима» пород, что как видно из анализа паспортов БВР не выполняется.

Используя методы увеличения глубины шпуров, можно регулировать (повысить) величину КИШ, увеличивая число или диаметр шпуров в комплекте. Поскольку эти методы приводят к повышению затрат средств и времени на бурение, то рациональность повышения КИШ выше определенного значения необходимо подсчитывать в каждом конкретном случае, что также не выполняется при разработке паспортов БВР. Во всех без исключения паспортах БВР указаны только два значения КИШ – это 0,85 и 0,9, тогда как они должны быть рассчитаны и заданы для каждого конкретного случая (условия)

с учетом других технико-экономических показателей шпуровой отбойки, обеспечивающих наилучшие результаты взрывной технологии на проходческих и очистных работах.

В целом из анализа паспортов БВР вытекает, что условия ведения взрывной отбойки для получения наилучших результатов не всегда выполняются, вследствие чего не эффективно используется буровое оборудование и другая техника, снижается безопасность ведения работ. Одной из главных тому причин является несоответствие параметров БВР, прежде всего горно-геологическим условиям, а именно таким характеристикам, как свойства и состояние массива. В гонке за уменьшением объема бурения, нагрузки на шпуровые заряды ВВ существенно возрастают, в результате чего снижается полезное действие взрыва. Другой причиной этого является то, что все шпуры взрываются без использования в них забоек. Таким образом, превышение допустимой линии наименьшего сопротивления (ЛНС) приводит к неравномерной работе зарядов ВВ и как следствие неравномерному отрыву пород от массива. Это является причиной отсутствия общей плоскости забоя, особенно на сопряжениях кровли и почвы с грудью забоя, где остаются не взорванные участки пород, которые создают опасные условия работ и требуют проведение незапланированных мероприятий, что связано с дополнительными затратами средств, времени и труда. Все это снижает эффективность БВР и ухудшает показатели отбойки. Поэтому в целях повышения их эффективности и безопасности необходимо идти на некоторое рациональное, т.е. целенаправленное увеличение объема буровых работ, что оправдывая затраты позволяет обеспечить максимальный КИШ и качественное оконтуривание выработки (камеры) относительно с ровной плоскостью забоя, а главное резкое снижение выхода негабарита при обеспечении требуемой кусковатости, что уменьшит затраты на погрузку транспортирование и дробление кондиционной горной массы.

Выполненный анализ паспортов БВР и оценка технико-экономических показателей шпуровой отбойки на очистных и проходческих работах при проведении выработок различного сечения и назначения в условиях Жезказганского месторождения позволили выявить следующие недостатки паспортов и технологии БВР:

- все применяемые в настоящее время паспорта БВР как в проходческих, так и очистных забоях не совершенны и в основном однотипные, шаблонные со стандартными идентичными данными, не в достаточной мере учитывающими специфические особенности того

или иного вида забоя, например полное копирование схемы расположения врубовой части (врубовых и вспомогательных шпуров) из одного забоя в другой – без учета специфики и площади их сечения, а также характеристики горного массива, как свойства и состояние его (крепость, прочность, взрываемость, трещиноватость, слоистость, нарушенность, обводненность и напряженно-деформированное состояние);

- глубина, число, сетка расположения шпуров и расстояния между ними выбираются произвольно чисто механически, исходя из площади поперечного сечения забоя выработки без учета ЛНС, естественных плоскостей ослаблений и трещиноватости взрываемого горного массива, а также характера и степени проявления напряженно-деформированное состояние (НДС) - зажима пород вблизи забоя. При этом количество ВВ и величина недозаряда также не всегда обоснованы, принимаются только чисто, исходя из объема и глубины бурения без достаточного учета крепости и взрываемости пород в условиях уже нарушенной ЛНС, при необоснованно и неправильно выбранных расстояниях между шпурами (зарядами) и их глубин (длин). При произвольном увеличении глубины шпуров, превышающем величину приведенного радиуса выработки в связи с большим зажимом пород в глуби массива, как известно резко ухудшаются показатели БВР: снижается КИШ, повышается удельный расход ВВ и затраты на бурение. Логично и даже закономерно, что при наличии указанных нарушений параметров технологии БВР в той или иной степени, произойдет не соответствие и выбранного режима взрывания секций зарядов к условиям, обеспечивающим наилучшие результаты взрыва, так как любая схема и очередность взрывания неразрывно связаны с конкретным режимом взрывания, который прежде всего обусловлен характеристиками взрываемого горного массива. При этом все будет зависеть от совокупности взаимовлияющих факторов, действующих по цепной реакции в каждой конкретной ситуации;

- все шпуровые заряды ВВ взрываются без применения забоек в устьевой части шпуров, что сокращает время продолжительности действия импульсных нагрузок (давлений) на стенки зарядной полости (шпура) и приводит к значительным потерям энергии взрыва, снижая его полезное действие и, тем самым, степень разрушаемости пород;

- основные технологические параметры, как глубина, сетка расположения шпуров их параллельность между собой часто нарушаются и не соответствуют паспортным значениям, вследствие влияния

роли человеческого фактора, что также является причиной снижения эффективности технологии БВР.

На основе анализа и оценки паспортов БВР, параметров и технико-экономических показателей их, можно сделать ряд выводов, направленных на повышение качества и эффективности шпуровой отбойки.

Известно, что разрушение и отбойка горного массива забойными комплектами шпуровых зарядов происходят в сложных условиях взаимодействия всех групп (врубовых, отбойных, оконтуривающих) шпуровых зарядов между собой как в пространственном положении, так и во времени инициирования их. Поэтому схема взаимного расположения шпуров (зарядов) и расстояния между ними должны быть выбраны с учетом характеристик и степени подверженности шпуров влиянию зажима пород. При этом необходимо учесть, что схема взаимного расположения шпуров предопределяет направление взаимодействия шпуровых зарядов при их взрывании, а схема и очередность взрывания – характер этого взаимодействия. Следовательно, выбирая конкретную схему взаимного расположения шпуров и расстояний между ними, необходимо исходить из возможности обеспечения наилучшего и наибольшего их взаимодействия, начиная от первого и до конечного шпура. Шпуры должны взрываться по правилу: после взрыва очередного заряда следующим взрывается только ближайший соседний заряд (шпур). Такая очередность взрывания в сочетании с рациональной схемой взаиморасположения шпуров обеспечит наилучший режим взрывного нагружения массива, эффективное его разрушение и максимально полный отрыв [1].

Также следует отметить, что на современной стадии изученности явлений детонации и закономерностей процессов разрушения горных пород взрывом, может быть намечен целый ряд методов рационального управления энергией взрыва, одними из которых в данном случае являются традиционное использование запирающего эффекта забойки для зарядной полости (шпура) и повышение качества вруба за счет обеспечения максимальной работоспособности, достигаемой совершенствованием его конструкции применительно к тем или иным условиям забоя с учетом характеристик пород. При этом одной из главных предпосылок и условий повышения эффективности БВР – это знание свойств и состояния массива и особенно границ его участков с различными прочностными характеристиками, уже претерпевшими некоторые изменения тем или иным воздействием сейсмике взрыва по мере ведения взрывных работ при проведении выработок.

Поэтому определение границ нарушенных зон, например, одним из оперативных методов, как ультразвуковое прозвучивание и выделение участков по глубине бурения в соответствии с их прочностными характеристиками позволяет в дальнейшем в зависимости от интенсивности изменения свойств и состояния взрываемого массива дифференцировать количество энергии зарядов ВВ, необходимого для эффективного разрушения этих участков как по глубине бурения, так и в целом по всему сечению забоя выработки.

И, наконец, для снижения влияния роли человеческого фактора на результаты работы, необходимо изучить его причинно-следственную связь, которую методом убеждения разъяснить горному персоналу, насколько отрицательно отражается этот негативный фактор на выполнении планового задания, от которого материально зависим сам рабочий забойной группы и, тем самым, заинтересовать его в не допущении отклонений параметров БВР от паспортных значений и одновременно с этим разработать меры и способы устранения, позволяющие минимизировать влияние данного фактора на показатели буровзрывной технологии проведения выработок в подземных условиях.

Литература

1. Абдыкапаров Ч. А., Имаралиев А. И., Мамбетов Ш. А., Чунуев И. К. Эффективность отбойки пород в проходческом забое// Горный журнал.– 1990. – №6. – С.28-30.

Нурлыбаев Р.О.

СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ БУРОВЗРЫВНОГО КОМПЛЕКСА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Мақалада тау-кен өнеркәсібі мен оған шектес үңгілеу, тоннель құрылысы сияқты салалардағы бұрғылау – жару кешенінің ахуалы, даму перспективалары қаралған. Бұзу-жару технологиясының басым бағыттары белгіленген. Бұзу-жару жұмыстарының күрделі мәселелері және қатты тау жыныстарын қазу кезінде оларды шешу жолдары көрсетілген.

Описано общее состояние и перспективы развития буровзрывного комплекса в горной и смежной с ней отрасли, как проходка и строительство туннельных сооружений в развитых странах. Выделены основные приоритетные направления развития буровзрывной технологии в нынешних условиях горной промышленности. Указаны проблемные вопросы буровзрывных работ и некоторые пути их решения при проведении горных выработок в крепких скальных породах.

In article described the general state and prospects of blasting complex development in mining and related industries, as penetration and construction of tunnel structures in developed countries. Was identified the main priorities for the development of blasting technology in present conditions of mining industry. During excavation in hard rock were identified some ways of solution of problematic issues in blasting.

На современном этапе развития горнодобывающих предприятий комплекс буровзрывных работ (БВР или буровзрывной комплекс) характеризуется тем, что масштабы и объемы горнопроходческих и очистных работ из года в год неуклонно увеличиваются, в связи с этим совершенствуются и сами БВР. Все это ставит высокие требования к научно-техническим разработкам, обеспечивающим горное производство и в части буровзрывных технологий. Неуклонное развитие буровзрывного комплекса, прежде всего, обусловлено с развивающимся уровнем науки и техники, а также вводом в эксплуатацию все новых месторождений как с обычными, так и со сложными горно-

геологическими, гидрогеологическими, геомеханическими условиями, требующими к ним комплексного научно-технически обоснованного подхода. Расширение объемов добычи полезных ископаемых и сокращение затрат на их вскрытие и подготовку несовместимо с устаревшими концепциями, заложенными в проектных решениях, которые противоречат современным технико-экономическим требованиям.

В структуре затрат на добычу руды горно-капитальные и горно-подготовительные работы занимают 40-45% по трудоемкости, и 15-35% по стоимости. Приобретение предприятиями новых образцов высокопроизводительной техники для горнопроходческих работ увеличивает долю амортизационных отчислений за счет высокой стоимости последних. Повышение эффективности горно-подготовительных работ способствует снижению себестоимости добычи полезного ископаемого. Буровзрывной способ проходки на ближайшую перспективу остается доминирующим при добыче твердых полезных ископаемых.

Исследование буровзрывного комплекса, основанного на применявшихся ранее в горной промышленности типах взрывчатых веществ (ВВ), методов их инициирования а также имевшейся в применении в то время горной техники для бурения шпуров и уборки взорванной горной массы, далеко не в полной мере соответствует нынешнему положению, когда рудники оснащены высокопроизводительной самоходной буровой и погрузочно-доставочной техникой, а также используют современные мощные ВВ, получившие широкое распространение в других смежных областях (строительство, гидро-сооружение, тоннелестроение, метрополитен и др.).

Нынешнее состояние и перспективы технического перевооружения горнопроходческих работ обуславливают дальнейшее развитие теории и практики ведения взрывных работ. Техническое перевооружение предприятий с целью повышения производительности на очистных работах требует пересмотра основных концепций проведения и крепления горных выработок в части буровзрывных работ и поддержания контура горных выработок.

Анализ современного состояния горных работ на отечественных и зарубежных предприятиях показывает, что проходческие работы имеют большой удельный вес в общем балансе горных работ. В среднем они, как уже отмечалось, занимают 40-45% по трудоемкости. Для своевременной подготовки запасов руды к добыче требуется высокая скорость проведения горных выработок.

Использование новой эффективной и высокопроизводительной техники позволило планомерно совершенствовать параметры и

технологии буровзрывных работ при проведении горных выработок. Например, до 3,5-4,0 м увеличена глубина шпуров, применен прямой призматический вруб с незаражаемыми компенсационными скважинами 89 и 105 мм с различной схемой их расположения во врубе. Для инициирования зарядов применяют неэлектрическую систему «Эдилин», а в качестве ВВ- гранулит А6 собственного изготовления. Для заряжания шпуров используют эффективные пневмозарядчики РПЗ-06. В результате продвижение забоя за цикл увеличилось на полную глубину бурения шпуров, практически без образования или незначительными «стаканами», т.е. значительно повысился КИШ, достигая в среднем значения 0,90-0,95. Производительность, темпы и объемы проходки выработок различного назначения возросли в 2-2,5 раза. Так на горнодобывающих предприятиях Казахстана ежегодно проходят 250-300 км горных выработок различного назначения на глубинах 400-500м. В ближайшие годы большой объем выработок будут проходить на глубине 800-1000 и более метров, при этом необходимо отметить, что с увеличением глубины повышается прочность пород, а в массиве горных пород, окружающих выработку формируется область с повышенной концентрацией объемного напряженного состояния. Оба эти фактора (повышение прочности пород и повышение концентрации напряжения) обуславливают необходимость разработки научно-обоснованных методов управления энергией взрыва при проведении выработок в крепких горных породах, особенно на больших глубинах, что имеет не только научное значение, но и большую практическую значимость, так как позволит повысить скорость и снизить стоимость проведения выработок и в целом рентабельность работы горнодобывающих предприятий.

Анализ и обобщение научно-технической информации [1] по вопросам буровзрывного комплекса и буровзрывных технологий работ позволили выявить уровень и тенденции развития этой сферы горнодобывающей промышленности. В настоящее время благодаря научно-исследовательским, опытно-конструкторским, инженерно-изыскательским, экспериментально-производственным и опытно-промышленным работам получены богатые разнообразные результаты, способствовавшие развитию теории и практики взрывного дела, а также в целом буровзрывного комплекса на проходческих и очистных работах. Достигнутые научно-технические результаты в области буровзрывных работ касаются разных направлений развития взрывного дела, основными из которых являются:

- 1) модифицирование существующих современных и разработ-

ка новых эффективных и безопасных рецептурных составов ВВ на основе пористой аммиачной селитры, эмульсионных и других химических реагентов с использованием невзрывчатых компонентов с изготовлением преимущественно на местах или по близости производства БВР в различном виде (рассыпном, патронированном, ампулированном, гранулированном, порошкообразном) предназначенных для механизированного пневматического заряжания шпуров и скважин на подземных и открытых горных работах;

2) изыскание и создание новых технических средств, оборудования, технологий, методов и способов ведения взрывных работ, повышающих эффективность и качество взрывной отбойки с учетом разнообразия горно-геологических и горнотехнических условий;

3) совершенствование уровня механизации буровзрывного комплекса, сопровождающееся созданием горной техники нового поколения, обеспечивающей научно-технический, социальный и культурный уровень ведения горных работ;

4) автоматизированное и оперативно-компьютерное проектирование и оптимизация буровзрывных работ с разработкой их паспортов для проходки различных горных выработок, исходя из изменчивости горно-геологических условий по мере ведения работ;

5) решение и развитие многих теоретических вопросов взрывного разрушения, охватывающих различные аспекты взрывного дела как с сопутствующими опытно-экспериментальными работами в лабораторных, полигонных и натуральных (производственных) условиях, так и без них.

Таким образом, результаты современных проводимых в развитых странах мира и в Казахстане исследований, позволяют утверждать, что эти пять направлений считаются приоритетными в развитии буровзрывного комплекса в горнодобывающей промышленности. Но следует отметить, что все эти направления основываются на главном концептуальном вопросе как принципы и методы управления энергией взрыва при разрушении твердых сред (горных пород). Поэтому разработка теоретических положений и развитие научно-технических основ управления действием взрыва за счет умелого и рационального распределения его энергии и максимально полезного использования этой не дешевой в нынешних жестких рыночно-конкурентных условиях энергии, на данное время является весьма актуальным вопросом, решение которого требует нынешнее состояние буровзрывного комплекса в Казахстане.

Также следует отметить, что проведенный анализ научно-

технических разработок и достижений в смежной отрасли, как проходка и строительство туннельных сооружений различного назначения и размеров в различных условиях показывает, что уровень техники и технологии работ здесь существенно высок, прогрессирует из года в год, быстрее чем в горнодобывающей отрасли. Как показывает анализ в туннелестроении в основном применяются щитовой (туннелепроходческий механизированный комплекс – ТПМК) и буровзрывной способы. Ведущими странами в туннелестроении являются Норвегия, Швеция, Финляндия, Канада, Австрия, Англия, США, Германия, где бурно развиваются техника и технология туннелестроения. Особенно совершенствуется и развивается щитовой метод туннелесооружения, создаются все новые туннеле-проходческие машины с роторными исполнительными органами различных диаметров и мощности. Производителями этих механизированных щитовых комплексов в основном являются выше названные страны, среди них лидеры это – Канада, Германия, Швеция, Австрия и др. Ежегодно в развитых европейских странах этим и буровзрывным методами проходят сотни километров различных размеров туннелей в различных природных горно-геологических условиях в соответствии с нуждами этих государств, что в целом обуславливает развитие туннелестроения.

Наблюдается тенденция, что при выборе двух способов проходки, предпочтение отдается щитовому методу, т. е. туннелепроходческому механизированному комплексу, нежели буровзрывному, так как первый метод более экологичен, экономичен и эффективен в зависимости от конкретных условий, физико-технических характеристик и параметров слагаемых пород. Объяснением этому может служить тот факт, что буровзрывной способ по-прежнему хоть и остается приоритетным вариантом, но во многих случаях при проходке туннелей, не выгоден, не экономичен и не безопасен, в силу своих известных специфических недостатков. Несмотря на то, что при туннелестроении этот способ используется в несколько других специфических условиях, чем в обычной проходке подземных горных выработок, но никак не изменился, т.е. этот способ в проходке туннелей применяется практически в том же виде, что из горной практики.

Поэтому вопросы совершенствования БВР, в основу которых должно быть заложено прежде всего рациональное управление энергией взрыва, обеспечивающее эффективное, экономичное и безопасное ведение горных работ по-прежнему остаются актуальными.

Таким образом, общий анализ современного состояния вопроса и исследование условий влияния различных факторов на эффектив-

ность буровзрывных работ и путей их совершенствования позволяет сделать основные нижеследующие выводы.

Среди множества факторов, влияющих на показатели шпуровой отбойки при проведении горных выработок, основными являются разнообразие и изменчивость горно-геологических и горнотехнических условий, в связи с этим во многих случаях не соответствие принятых параметров технологии БВР к этим условиям, не эффективное использование горной техники и оборудования, человеческий фактор и так называемый фактор коллективности, т.е. коллективный труд, усиливающий влияние этого фактора на результаты работ. Таким образом, все указанные факторы как в отдельности, так и все вместе в совокупности могут влиять на показатели взрывной отбойки по-разному в зависимости от конкретных ситуаций и метода ведения буровзрывных работ.

Главной предпосылкой повышения эффективности БВР в различных горно-геологических условиях является установление характеристик и состояния массива по мере удаления от поверхности отрыва вглубь забойного массива в результате ведения взрывных работ и, в зависимости от этого, надлежащая подготовка забоя к следующему циклу взрыва, что должно включать требуемую корректировку и уточнение технологических параметров, как сетка и глубина бурения шпуров, число и схема расположения компенсационных скважин, а также врубовых, вспомогательных, отбойных и контурных шпуров, величина зарядов ВВ в комплекте всех групп шпуров, схема сети взрывания с уточнением интервала замедления и очередности взрывания секций зарядов в шпурах.

Одной из эффективных мер в борьбе с человеческим фактором является создание такой технологии, при которой он сводился бы к минимуму, для чего необходимо изучить этот вопрос глубже и всесторонне в комплексе с совершенствованием техники и технологии БВР, что обеспечит повышение показателей шпуровой отбойки в проходческих и очистных забоях, следовательно, снижение себестоимости добычи руды.

Основываясь на современных научно-технических достижениях в области БВР считаем, что одной из действенных и эффективных мер повышения качества и эффективности взрывного разрушения шпуровой отбойкой, несомненно, является переход от практики частичного улучшения отдельных или некоторых составляющих в целом к оптимизации всего технологического комплекса БВР на основе развития научно-технических положений управления энергией взрыва.

При этом одним из главных условий повышения эффективности производства БВР, темпа и скорости проведения выработок является максимальное использование технической (эксплуатационной) возможности бурового оборудования с доведением глубины бурения шпуров до технологически возможного в зависимости от физико-технических характеристик горного массива, площади поперечного сечения (забоя) выработки и применяемого типа ВВ, а также метода и схемы ведения работ в целом. В связи с этим совершенствование технологии и повышение эффективности взрывной отбойки, базирующиеся на развитии научно-технических основ управления энергией взрыва при проведении горных выработок, особенно в крепких породах на больших глубинах является весьма актуальной задачей, имеющей как теоретическое, так и практическое значение в развитии буровзрывного комплекса.

Литература

1. Абдыкапаров Ч. А., Имаралиев А. И., Мамбетов Ш. А., Чунуев И. К. Эффективность отбойки пород в проходческом забое// Горный журнал.— 1990. — №6. — С.28-30.

ТАМБИЕВ П. Г.

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ В КАЗАХСТАНЕ НА МИНИ-ЗАВОДАХ

Мақалада Қазақстанда жарылғыш заттарды кіші зауыттарда дайындаудағы тиімді шешімі қарастырылған

В статье рассмотрены вопросы об эффективности изготовления взрывчатых веществ в Казахстане на мини - заводах

In article were considered issues about manufacturing efficiency of blasting substances in mini-factories of Kazakhstan

Исходя из современных тенденций мирового развития технологий производства взрывчатых веществ (ВВ), наиболее эффективным направлением следует считать изготовление ВВ из невзрывчатых компонентов.

В Казахстане возможны два основных направления решения данной проблемы: строительство крупного завода, обеспечивающего потребности страны или создание мини-заводов, изготавливающих ВВ непосредственно на горных предприятиях. Укрупненная оценка формирования стоимости ВВ (таблица 1) показывает, что затраты, связанные с изготовлением ВВ на мини-заводах, значительно меньше, чем при изготовлении на крупных заводах.

Из таблицы 1 видно – стоимость изготовления ВВ на мини-заводах составляет 56,5% от стоимости промышленных ВВ.

Как показывает опыт развитых зарубежных стран, в последние 20-30 лет происходит разукрупнение производственных мощностей по приготовлению ВВ, так, в настоящее время в России большинство крупных карьеров имеют пункты (своего рода мини-заводы) изготовления эмульсионных и других простейших ВВ [1]. В России на местах применения изготавливается более 800 тыс. тонн ВВ, в том числе более половины эмульсионных. В США на местах применения изготавливается порядка 83% от общего объема производства ВВ. В последние годы и в Казахстане наметалась тенденция увеличения числа мини-заводов, размещенных на горных предприятиях.

Таблица 1 - Формирование стоимости ВВ для горных предприятий

<i>Наименование</i>	<i>Заводские ВВ, долл. США</i>	<i>ВВ местного изготовления, долл. США</i>
Стоимость на условиях EXW. Завод изготовитель, т: - взрывчатого вещества - взрывчатых компонентов	441,2	238,5
Транспортные расходы: - по ВВ (25%) - по компонентам	110,3	23,8
Налог на добавленную стоимость, (20%)	88,2	47,7
Таможенный сбор (1%)	4,4	2,4
Оформление лицензии, квоты (2%)	8,8	
Погрузочно-разгрузочные и складские работы, охрана (10%)	44,1	23,8
Приготовление ВВ (20%)		57,8
ИТОГО	697,0	394,0

Изготовление ВВ на мини-заводах осуществляется специализированными фирмами, которые также ведут научно-исследовательские работы по совершенствованию составов ВВ, разработке технологического оборудования, строительству и эксплуатации объектов, механизации транспортирования и заряжания. К числу таких фирм относится ТОО НПП «Интеррин», работающее на территории Казахстана. Для условий горнодобывающего производства республики научно-производственным предприятием «Интеррин» разработана собственная концепция по созданию производств изготовления промышленных ВВ. Суть концепции заключается в строительстве мини-заводов наземного и подземного базирования непосредственно на горных предприятиях и кустовых (наземных) для обслуживания региона.

Мини-заводы проектируются и строятся с учетом местных условий производства буровзрывных работ. Технологическое оборудование для мини-заводов проектируется и разрабатывается в модульном исполнении.

Важнейшей задачей проектирования и строительства мини-завода является оптимизация его расположения относительно базисного склада ВМ горного предприятия и его рудников. На мини-заводах может изготавливаться широкий ассортимент взрывчатых веществ различных типов, таких как: гранулированные бестротиловые, водо-

содержащие (сларри – смесь нерастворимых веществ с водой, гели – текучие коллоиды, эмульсии – смеси двух-трех жидкостей с образованием суспензии).

Промышленные ВВ любой рецептуры, изготавливаемые на местах потребления в 1,2-1,5 раза дешевле, чем заводские. Так среди гранулированных бестротилового для изготовления на местах применения рекомендован: гранулит А6, Д-5, игданит, игданит-П, ПС-1 и ПС-2. Типаж водосодержащих ВВ, рекомендованный для изготовления на местах применения достаточно широк, при этом к наиболее эффективным следует отнести такие ВВ, как ТАСДТ, порэмиты, гранэмиты, сибириты, интериты.

Появлением в горном деле и широким распространением гранулированных взрывчатых веществ (ГВВ) из невзрывчатых компонентов знаменательны шестидесятые годы прошлого века. Основными преимуществами ГВВ были высокая безопасность применения, сравнительно низкая стоимость, возможность механизации ручного труда в обращении с ВВ.

Вначале ГВВ представляли собой бинарную смесь, составленную из аммиачной селитры и твердого горючего, например, сажи. Позже в состав ГВВ стали входить жидкие нефтепродукты, в частности дизельное топливо, что привело к значительному улучшению качества параметров ВВ. Так появились знаменитые игданиты. С промышленным освоением выпуска пористой аммиачной селитры (ПАС) произошло усовершенствование игданитов – появились ВВ типа ПАС/ДТ, ПАС/ДТ/АП (с добавкой алюминиевой пудры)

В таблице 2 приведена характеристика работоспособности рассмотренных ВВ.

Таблица 2 - Характеристика работоспособности ГВВ в зависимости от процента алюминиевого порошка (АП) входящего в состав взрывчатого вещества

Состав ВВ	Насыпная плотность, г/см ³	Относительная работоспособность ПАС/ДТ-100	Относительная работоспособность с участием плотности
ПАС/ДТ	0,85	100	1,00
ПАС/ДТ/АП (5%)	0,88	112	1,16
ПАС/ДТ/АП (10%)	0,91	123	1,32
ПАС/ДТ/АП (15%)	0,94	134	1,48

ВВ, состоящие из гранулированной аммиачной селитры, омасляной соляровым маслом и опудренной алюминиевой пудрой называются гранулитами. Гранулиты мощнее игданитов, жидкое горючее легче удерживается на гранулах за счет твердой горючей добавки, в результате чего повышается стабильность свойств заряда.

Анализ продолжительного опыта применения гранулированных ВВ местного приготовления показывает, что преобладающая часть их рецептур, в определенной степени, обеспечивает улучшение условий безопасности на стадии применения, по сравнению с ГВВ заводского изготовления. Основным их недостаток – отсутствие водоустойчивости.

Водоустойчивость – водосодержащие взрывчатые вещества (ВВВ) появились в конце шестидесятых – начале семидесятых годов и получили название «сларри». ВВВ делятся на составы заводского изготовления (акватолы, акваниты) и составы, которые готовятся непосредственно на предприятиях (ифзаниты, горячельющиеся ВВ, карботолы, порэмиты, сибириты, эмульсолиты). ВВВ содержат в своем составе два основных компонента – окислитель (аммиачная, иногда натриевая селитра) и горючее взрывчатое или невзрывчатое (алюминий в виде пудры или порошка, тротил в виде гранул или чешуек), а также вода и загустители. ВВВ обычно имеют кислородный баланс от положительного (+10%) до отрицательного (-30%). Примерное содержание компонентов: аммиачной селитры – 50-70%, натриевой селитры – 0-20%, тротил или его сплавов с другими ВВ – 10-30%, алюминиевой пудры -0-20%, воды-5-15%, загустителей -0,5-3%, прочих добавок – до 0,05%. Для всех водосодержащих ВВ характерны большая плотность заряжания, достаточная водоустойчивость, большая скорость детонации и низкая чувствительность к внешним воздействиям.

Широкое использование ВВ простейшего состава и водосодержащих ВВ позволило резко повысить технико-экономические показатели буровзрывных работ в горнодобывающей промышленности развитых стран. Так, в США объемы производства ВВ этих типов, в настоящее время превышают 96% от общего количества (около 2 млн. тонн в год) применяемых промышленных ВВ. При этом около 60% общего количества ВВ изготавливается непосредственно на горных предприятиях. В заводских условиях изготавливается 40% ВВ, из которых 13% выпускается в патронированном виде.

В начале 70-х годов XX века в США появилась новая разновидность водосодержащих ВВ, принципиально отличающихся от известных, т.е. взрывчатые эмульсии, представляющие собой обратную

эмульсию типа «вода в масле», сенсibilизированную пузырьками газа или полыми микросферами. При стационарном пункте все технологические стадии производства ВВ сосредотачиваются на единой площадке, а основные технологические процессы в едином здании (мини-завод). Достоинства стационарной технологии – непрерывность технологического процесса, высокий уровень безопасности. Недостатки – необходимость удаления помещения по приготовлению сенсibilизированной эмульсии (взрывоопасная зона) от сложившейся производственной инфраструктуры и инженерных сетей. Содержание окислителей эмульсии варьируется в пределах 60-85% по весу, воды 8-20%, жидкого горючего 3-7% и эмульгатора 0,5-2,5%. При необходимости в состав вводятся специальные добавки (алюминиевый порошок, ферросилиций и т.п.) повышающие энергетические характеристики ВВ. В таблице 3 приведена классификация технологий производства эмульсионных ВВ.

Анализ практики показывает, что технология стационарного типа эффективна для горных предприятий с годовой потребностью в ВВ более 8-10 тыс. тонн. Напротив мобильная технология (типа фабрика на колесах) более подходит для предприятий с меньшим объемом потребления ВВ. Для повышения эффективности идеи использования мини-заводов для производства ВВ в НПП «Интеррин» разработан двухстадийный процесс изготовления эмульсионных ВВ. На первой стадии производится так называемая эмульсионная матрица, на второй – ЭВВ.

Таблица 3. Классификация технологий производства эмульсионных ВВ

Признак	Характеристика
1. По способу изготовления эмульсионной матрицы	-на стационарном пункте; -на СЗМ (смесительно-зарядная машина) типа «мультитрак»; -на СЗМ типа «фабрика на колесах»
2. По способу зарядки эмульсионного ВВ	-бестарные эмульсионные ВВ; -патронированные эмульсионные ВВ
3. По типу миксера	-статический; -динамический (открытого типа, закрытого типа с противодавлением)
4. По способу сенсibilизации эмульсионной матрицы	-газогенерирующая добавка; -микросферы; -полиэтиленовый наполнитель
5. По составу раствора окислителей	-на основе монораствора (водный раствор аммиачной селитры); -на основе бираствора (водный раствор аммиачной и натриевой селитры или кальциевой селитры)
6. По составу эмульсионного ВВ	-сенсibilизирующая эмульсия; -смесь сенсibilизирующей эмульсии с ВВ простейшего состава (водоустойчивое ЭВВ, неводоустойчивое ЭВВ)

При этом используется блок аппаратов циклического действия, обеспечивающий высокую точность дозирования компонентов, в качестве которых используется рядовое сырье, не подвергающееся очистке [2].

В настоящее время производство ВВ из невзрывчатых компонентов на мини-заводах с использованием отходов промышленных производств, находятся на стадии освоения, разрабатываются и опробываются новые технологические решения, новое оборудование. Мини-заводы становятся наиболее предпочтительной формой производства эмульсионных и других простейших ВВ из-за технологической безопасности, низкого уровня затрат и себестоимости продукции, высокой степени адаптации технологий изготовления ВВ к местным условиям применения и сырьевой базе предприятий. Имеющийся уже первый опыт изготовления ВВ на Казахстанских мини-заводах показывает, что себестоимость выпускаемой продукции на 25-30% ниже себестоимости выпуска тех же ВВ на крупных заводах СНГ.

В заключение следует отметить – повышение экономической эффективности добычи твердых полезных ископаемых связано в Казахстане с укоренением масштабной реализации идеи производства ВВ на мини-заводах горнодобывающих предприятий.

Литература

- 1 Кореев Н. И., Кутузов Б. Н., Сорокин А. Л. О применении патронированных эмульсионных ВВ на открытых горных работах// Горный журнал. – 2006. №1 с 40-42
- 2 Тамбиев Г. И. Организация производства промышленных ВВ на стационарных пунктах изготовления// Передовые технологии проектирования буровзрывных работ на карьерах: сб. докл. междунар. семинара – Бишкек, 2006 с. 125-131.

Бажанов Б. Б., Мырзахметов С. С.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ НА СТАЦИОНАРНЫХ ПУНКТАХ

Бұл жұмыста жарылғыш заттың құрамына пенополистиролды енгізу арқылы эмульсионды жарылғыш заттардың қасиеттерінің өзгеруін анықтауға бағытталған лабораториялық және өндірістік тәжірбелердің нәтижелері келтірілген.

В статье приведены результаты лабораторных и опытно-промышленных испытаний по повышению эффективности применения взрывчатых веществ, путем введения в состав взрывчатого вещества пенополистирола в качестве регулятора плотности, что позволило контролировать взрывчатые характеристики эмульсионных взрывчатых веществ (ЭВВ).

In article results of laboratory and trial tests on an increase of efficiency of application of explosives, by introduction in the complement of explosive polystyrene foam as a density regulator that has allowed to supervise explosive characteristics emulsion explosives.

Отдел параметров БВР ТОО НПП «Интеррин» производит работы по повышению эффективности применения взрывчатых веществ на объектах производства буровзрывных и взрывных работ производственных участков.

Управление эффективными параметрами буровзрывных работ (БВР) направлено на повышение производительности горнотранспортного оборудования и снижения себестоимости добычи полезного ископаемого и базируется, прежде всего, на выборе типа взрывчатых материалов и рациональных параметров БВР, при этом в роли оценки выступает критерий качества взорванной горной массы.

К достоинствам ЭВВ следует отнести их низкую стоимость, водостойчивость и стабильность. Благодаря отсутствию дорогостоящих и дефицитных загустителей и структуро-образователей ЭВВ значительно дешевле других типов водосодержащих смесей. Водостойчивость ЭВВ выше, чем суспензионных и водно-гелевых составов из-за того, что каждая капелька раствора окислителя покрыва

тонкой пленкой жидкого горючего, предохраняющего окислитель от прямого контакта с водой в скважине.

Поскольку эмульсии различного состава имеют высокие плотности $1,3 - 1,5 \text{ г/см}^3$, может происходить затухание детонации для этого их инициируют с помощью мощных промежуточных детонаторов или применяют многоточечное инициирование, стабилизируют путем введения газогенерирующих добавок (ГГД) или микросфер из стекла, полимера, перлита, содержание которых в ЭВВ не превышает 4%.

Обладая хорошими детонационными характеристиками Интериты хорошо зарекомендовали себя на казахстанском рынке потребления ВВ. Но на современном этапе рыночные отношения требуют более детального подхода к технологии БВР, где эффективность определяется требуемым качеством дробления горной массы и минимальными затратами на БВР. Взяв за основу принцип регулирования плотности ВВ, при которой изменяются взрывчатые характеристики, специалистами ТОО НПП «Интеррин» были проведены предварительные лабораторные и полигонные испытания пенополистирола в качестве регулятора плотности, что дало положительные результаты. Введение в состав ВВ пенополистирола позволило в широком диапазоне контролировать взрывчатые характеристики ЭВВ типа Интерит 20 и Интерит 40 и значительно расширить область их применения, а также методики ведения взрывных работ на горнодобывающих предприятиях.

При введении в состав данных ЭВВ пенополистирола в результате полигонных и лабораторных испытаний получены следующие результаты, представленные в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что скорость детонации Интеритов изменяется в широком диапазоне от 2100 до 4500 м/с в зависимости от насыпной плотности ВВ. При этом получена устойчивая и полная детонация составов при скорости до 2100 м/с.

Испытания составов Интеритов, содержащих пенополистирол, были продолжены в производственных условиях при скважинной отбойке на открытых горных работах в различных горнотехнических условиях.

Для этого в соответствии с горно-геологическими условиями и на основании результатов полигонных испытаний для каждого карьера в качестве скважинного заряда был применен Интерит с соответствующим содержанием пенополистирола, результаты проведения испытаний представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Скорость детонации Интеритов, содержащих пенополистирол

Взрывчатое вещество	Содержание пенополистирола, % по объему	Плотность Интеритов с пенополистиролом, кг/м ³	Скорость детонации открытого заряда, диаметром 170мм, м/с
Интерит 40	0	1400	3900
Интерит 40	18	1212	4200
Интерит 40	25	1152	2700
Интерит 40	30	1112	2400
Интерит 40	40	1041	4300
Интерит 40	50	979	4500
Интерит 20	0	1200	3500
Интерит 20	20	1013	3200
Интерит 20	30	941	3800
Интерит 20	40	878	2900
Интерит 20	50	823	3200
Интерит 20	60	775	2100

Параметры БВР при одинаковых горнотехнических условиях (сетка расположения скважин и глубина перебура при определенном диаметре взрывных скважин) зависят от взрывчатых характеристик применяемых ВВ. Правильный выбор ВВ с определёнными взрывчатыми характеристиками в этом случае является основным фактором, влияющим на качество и себестоимость БВР. Отделом параметров БВР разработана методика расчета, учитывающая изменяющиеся характеристики ВВ для подбора оптимального состава Интерита с соответствующей плотностью. Для конкретных горнотехнических условий были отработаны оптимальные параметры БВР обеспечивающие требуемое качество дробления и минимальные затраты на БВР. Результаты проведения опытно-промышленных взрывов показали снижение удельного расхода ВВ в среднем на 10%, при этом качество дробления горной массы по процентному выходу негабарита, составляющего в среднем 1-1,7%, и проработка подошвы уступа не изменились.

Таблица 2 – Результаты опытно-промышленных испытаний

Месторождение	Высота уступа (м)	Крепость пород по шкале проф. Протодьяконова М. М.	Наименование ВВ	Диаметр бурения (мм)	Сетка бурения	Глубина перебура	Удельный расход
Рудник «Атансор»	10м	12-16	Интерит 40+40% пенополистирола-нижняя часть заряда, Интерит 20+30% пенополистирола верхняя часть заряда	156	5*5	1,5	0,6-0,7
Рудник «Кентобе»	10м	18-20	Интерит 20+30% пенополистирола	250	6*6 6*7	1	0,8-0,94
Рудник «Приорский», «50 лет Октября»	10м	16-18	Интерит 40+18% пенополистирола.	170	4*5	1,5	0,78-0,91
Карьер строительного камня «Капчагайское-2»	10м	14	Интерит 20+40% пенополистирола	110	4*4	0,5	0,5-0,6
Карьеры Северо-Жезказганского Рудника – «Кипшаклай», «Средний-Спасский» и др.	15м	10-14	Интерит 20+30% пенополистирола	215-250	8*8 9*9	1,5-2	0,5-0,65

На сегодняшний день современные технологии позволяют существенно расширить области применения эффективных способов производства БВР и изготовления ВВ с требуемыми взрывчатыми показателями, осуществить эффективное их применение в производстве. Работа по совершенствованию технологий изготовления и применения ВВ ведется НПП «Интеррин» на основе налаженных долгосрочных взаимоотношений с горнодобывающими предприятиями и компаниями. Создаются и испытываются новые составы ВВ применительно к конкретным условиям, а также на основе разрабатываемых научных рекомендаций по районированию месторождений, определению категорий взрываемости горных пород в зависимости от их крепости, вязкости, трещиноватости, блочности, водосодержания и других факторов. Для расчета оптимальных

параметров бурения скважин составлены аналитические программы, учитывающие результаты замеров, глубину и диаметр скважин, кондиционные показатели степени дробления горных пород. На основе полученных расчетов могут быть определены оптимальные параметры буровзрывных работ, рекомендованы сетки бурения скважин и типы рекомендуемых ВВ.

Анализ современного состояния производства и применения промышленных ВВ в Казахстане показывает, что наблюдается стабильное развитие и совершенствование технологий на основе снижения затрат на взрывные работы, увеличения рентабельности предприятий, повышения безопасности процессов изготовления и использования ВВ. Понимание этих процессов, повышение требовательности к безопасности изготовления и применения ВВ в конкретных условиях горных предприятий, применение научных методов и рекомендаций по данным вопросам будут способствовать экономическому развитию Казахстана.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭМУЛЬСИОННЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

Kіші зауыттарға эмульсиялық жарылғыш заттар дайындаудың дайын технологиясы ұсынылады

Представлена разработанная технология производства эмульсионных взрывчатых веществ для мини-заводов.

The developed technology for production of emulsion explosives for the mini-mills is presented

В Казахстане ежегодно расходуется более 200 тыс. тонн взрывчатых веществ (ВВ), значительная часть которого импортного производства. В то же время в Республике имеются условия и возможности для создания собственных производств ВВ требуемого ассортимента. В мировой горнодобывающей промышленности получила развитие концепция создания заводов, производящих ВВ в условиях, приближенных к горным предприятиям [1].

По инициативе и разработкам НПП «ИНТЕРРИН» на ряде предприятий уже созданы мини-заводы [2,3]. Дальнейшее развитие этого направления связано с обеспечением производства ВВ совершенными технологиями и оборудованием для изготовления широкого ассортимента ВВ.

Цель настоящей работы – разработать технологию производства эмульсионных ВВ на мини-заводах для условий горных предприятий Республики Казахстан.

Она реализована путем анализа и обобщения результатов многолетних исследований, выполненных в ТОО НПП «Интеррин».

Согласно нашему опыту, при проектировании и строительстве мини-заводов необходимо соблюдать следующие принципы:

- возможность выпуска разнообразного ассортимента ВВ, отвечающего требованиям обслуживаемого производства;
- унифицированное оборудование, пригодное для изготовления ВВ различного состава;
- обеспечение необходимого объема производства ВВ;
- обеспечение безопасности производства при максимально возможном использовании невзрывчатых компонентов;

- возможность широкого использования для изготовления ВВ отходов местного промышленного производства.

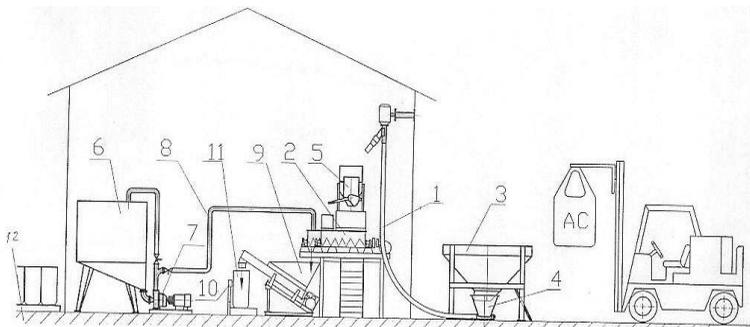
В зависимости от конкретных условий производства возможны два варианта размещения технологической линии на мини-заводе:

- в стационарном исполнении при капитальном строительстве мини-завода, или при размещении его в имеющихся свободных помещениях;

- в контейнерно-модульном исполнении с размещением 1-2 модулей снаружи мини-завода, или в зданиях из легких металлических конструкций.

В мировой горнорудной практике начали находить большое применение эмульсионные взрывчатые вещества (ЭВВ), в частности, изготавливаемые на мини-заводах. Технология изготовления ЭВВ двухстадийная. На первой стадии изготавливается водомасляная эмульсия (ВМЭ), на второй – производится смешение этой матричной эмульсии с гранулированной аммиачной селитрой. Для изготовления ЭВВ разработан технологический комплекс (рисунок 1), который работает следующим образом.

Аммиачную селитру доставляют с материального склада на решетку расходного бункера 3, здесь она растаривается, поступая в приемный бункер 4, являющийся питателем спирального транспортера 1. При включении транспортера селитра разгружается в дозатор АС 5, из которого периодически направляется в смеситель 2. Матричная эмульсия из накопительно-расходной емкости 6 дозируется дозировочным насосом 7 и по эмульсопроводу 8 подается в смеситель СДГ-200. Изготовленное ЭВВ поступает в перегружатель 9 и затаривается в мешкотару 11 или в полипропиленовые оболочки патронов большого диаметра. Готовая продукция после взвешивания на дозировочных весах 10 доставляется на отгрузочную площадку 12.



1 – спиральный транспортер; 2 – смеситель двухшнековый горизонтальный СДГ; 3 – бункер приемный; 4 – дозатор АС; 6 – накопительно-расходная емкость матричной эмульсии; 7 – дозировочный эмульсии; 7 – дозировочный насос; 8 – эмульсопровод; 9 – перегружатель; 10 – дозировочные весы; 11 – мешкотара; 12 – отгрузочная площадка

Рисунок 1 – Технологическая линия комплекса по изготовлению ЭВВ

Для производства матричной эмульсии разработана трехэтапная циклическая технология. На первом этапе готовят горячие растворы моноокислителя – в виде высококонцентрированного раствора аммиачной селитры в воде и горючего – в виде раствора эмульгатора в нефтепродукте. На втором этапе производится дозирование и смешение растворов с изготовлением полупродукта в виде первичной эмульсии. На третьем этапе первичная эмульсия диспергируется в матричную эмульсию, рисунок 2.

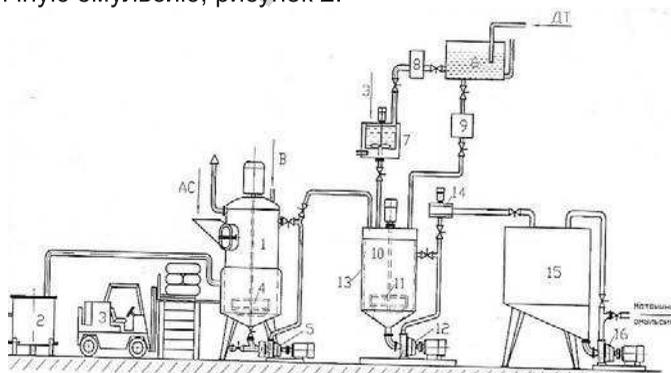


Рисунок 2 - Схема установки для приготовления матричной эмульсии

В качестве агрегатов первого этапа используются диссольтверы для приготовления окислителя и баки-нагреватели для приготовления горючего. На двух диссольтверах производится до 4-5 т матричной эмульсии. Баки-нагреватели представляют собой более упрощенную конструкцию диссольтвера с электрическими теплообменниками для нагрева эмульгатора в процессе его активного растворения в нефтепродукте.

В качестве агрегата второго этапа используется реактор для приготовления полуфабриката в виде первичной эмульсии. Реактор представляет собой агрегат периодического действия с цилиндрической емкостью диаметром 800 мм и высотой 2100 мм без высоты двигателя. Снаружи емкость снабжена охладителем в виде рубашки, заполняемой циркулирующей водой.

В качестве агрегата третьего этапа используется роторно-пульсационный диспергатор, соединенный через запорно-пусковую аппаратуру с трубопроводом циркуляционного насоса реактора и с накопительной емкостью матричной эмульсии.

Изготавливаемая установкой матричная эмульсия обладает абсолютной водоустойчивостью и отрицательным кислородным балансом, делающим ее нечувствительной к механическим и тепловым воздействиям, а также неспособной к детонации.

Типовая технологическая схема производства эмульсии приведена на рисунке 3

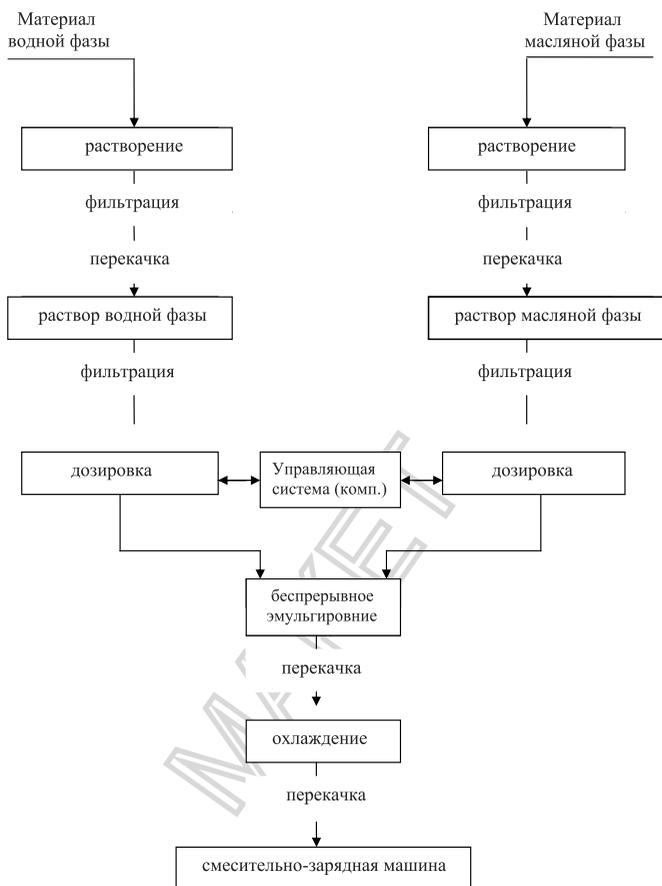


Рисунок 3 – Принципиальная технологическая схема производства эмульсии

Для эмульгирования в промышленном производстве могут использоваться аппараты различных конструкций с мешалками, вращающимися барабанами и т.п. Все конструкции, применяемые в промышленном производстве, можно разделить на 3 основные группы:

1. Статические специальные смесители, работающие под давлением до 60 атм.
2. Динамические смесители с использованием перемешиваю-

щих устройств, работающие под давлением, с большими сдвиговыми усилиями с небольшим объемом.

3. Динамические смесители с использованием перемешивающих устройств, работающие без давления.

Данные смесители обладают достаточно высокой производительностью (до 20 т/ч), не требуют специальных насосов-дозаторов и точности дозировок, стабильно работают на любом сырье и позволяют обходиться без насосов при загрузке смесительно-зарядных машин, что исключает применение накопительных емкостей.

Одним из ключевых этапов в производстве эмульсионных взрывчатых веществ является этап разработки (изготовления) эмульгатора. В процессе исследования эмульсионных ВВ в НПП «ИНТЕРРИН» с участием автора разработан новый эмульгатор – эмульгатор П (пигментный). Основным сырьем для его изготовления служат имеющиеся в избытке отходы местного промышленного производства. Для получения эмульсии использован способ омыления, когда одна часть эмульгатора – жирная кислота – растворяется в масле, а другая – щелочь – в воде. При взаимодействии этих частей на поверхности их раздела образуется мыло, создавая дополнительно устойчивую эмульсию.

После изучения закономерностей действия отдельных ингредиентов сложного эмульгатора был сделан вывод, что процесс эмульгирования представляет собой не столько катализационное смешение взаиморастворимых жидкостей, сколько поглощение одной жидкости другой. При этом структура поглощенной жидкости под воздействием эмульгатора ослабляется, чем обеспечивается ее диспергирование, а поглощающая жидкость при воздействии этого же эмульгатора становится достаточно упругой и вязкой. Таким образом, эмульгатор должен действовать избирательно, и чем сильнее его действие в обоих направлениях, тем меньше требуется механических усилий для диспергирования и гомогенизации эмульгируемой массы. Поглощаемой жидкостью для водомасляной эмульсии служит водный раствор аммиачной селитры. Другие виды окислителя не требуются.

Для ослабления межмолекулярных связей раствора аммиачной селитры наиболее приемлема реакция ощелачивания (омыления), т.е. использование жирных кислот в совокупности со щелочью.

В отличие от ранее применяемых составов для данного случая были выбраны натуральные жирные кислоты (НЖК), содержащие только углерод $C_{17}-C_{20}$, так как эти углеродные фракции обеспечивают качественное омыление раствора окислителя. В качестве эмульги-

рующего стабилизатора был использован природный пигмент формулы $C_{30}H_{30}O_8$. Этот пигмент обладает неопределимыми для эмульгатора свойствами, имея в своей структуре как гидрофильные, так и гидрофобные радикалы, способствующие образованию мицелл. Все это и определило состав разработанного эмульгатора П – смесь натуральных жирных кислот с сопутствующими нейтральными жирами и природным смолянистым пигментом.

Данная смесь подвергается воздействию высоких температур совместно со щелочью. При этом происходит полимеризация и конденсация производных пигмента между собой, а также с жирными кислотами. В результате образуется однородная вязкотекучая масса от темно-коричневого до черного цвета. В процессе испытания выявлена высокая активность эмульгатора. Процесс подготовки эмульгатора достаточно прост: эмульгатор П растворяется в горючем (дизельном топливе) при температуре 60-80°C. Использование данного эмульгатора позволяет получать стабильную эмульсию с содержанием горючего от 6 до 20 масс %. Эмульгатор П безопасен в обращении, не токсичен, стабилен при длительном хранении в различных температурных режимах.

На основе эмульгатора П согласно стандарту СТ ТОО 38441379-01-2006 разработано два состава ВМЭ – 16,00% и 28,0% (таблица 1).

Таблица 1 - Состав водомасляной эмульсии

Наименование компонентов	Нормативное значение для типов, %	
	Эмульсия водомасляная, 16%	Эмульсия водомасляная, 28%
Селитра аммиачная	69-70	53-61
Дизельное топливо	14-16	26-28
Вода	12-15	12-15
Эмульгатор П	1,0-3,0	1,0-5,0

Разработанная ВМЭ предназначена для изготовления двух основных типов водоземulsionных ВВ – Интерит 20 (для зарядки сухих скважин) и Интерит 40 (для обводненных скважин). Интериты являются аналогами гранулитов марки ЭТВ, созданных ранее ТОО НПП «ИНТЕРРИН» и применяемых в Казахстане в течение последних 10 лет.

Разработанные эмульсионные ВВ различаются по компонентному составу: Интерит 20 содержит 77,7% аммиачной селитры (NH_4

NO₃), 19,4% ВМЭ, 2,67% дизельного топлива (C₁₃H₂₀), 0,23% парафина. Интерит 40 содержит соответственно 62,5% аммиачной селитры и 37,5% ВМЭ,

Состав водомасляной эмульсии в обоих ВВ одинаков: аммиачная селитра – 71,0%, дизельное топливо – 16,0%, эмульгатор П (-СН₂-) –1,0%, вода – 12,0%

Химические формулы ЭВВ (масса компонентов в молях):

Интерит 20 - 11,44NH₄NO₃+0,33C₁₃H₂₀+0,004C₃₀H₃₀O₈+1,28H₂O+0,007C₂₄H₅₀

Интерит 40 – 11,14NH₄NO₃+0,34C₁₃H₂₀+0,007C₃₀H₃₀O₈+2,5H₂O.

Таблица 2 - Физико-химические и взрывные показатели Интеритов 20 и 40

Показатели	Значение показателей	
	Интерит 20	Интерит 40
Взрывная реакция (масса ВВ 1 кг)	ХФ 27,7H ₂ O+3,42CO ₂ + +11,44N ₂ +1,16CO	ХФ 28,29H ₂ O+3,38CO ₂ + +11,14N ₂ +1,25CO
Теплота взрыва, кДж/кг (ккал/кг)	3309(791)	3502(837)
Кислородный баланс, %	-1,16	-1,21
Объем газов, л/кг	979	987
Газовая вероятность (количество ядовитых газов в пересчете на условную окись углерода) л/кг	27,7	28
Температура взрыва, °К	3116	3501
Полная идеальная работа взрыва, кДж	5328	5481
Скорость детонации, м/с	5328	5481
Критический диаметр, мм	100	100
Чувствительность к удару по ГОСТу 4545-88: -нижний диаметр, мм -частота взрыва, %	≥500 0	≥500 0
Чувствительность к трению по ГОСТ ТУ Р 50835-95 -нижний предел, кг/см ²		
Чувствительность к длительному трению: -наличие воспламенения	отсутствует	отсутствует
Температура воспламенения, °С	235	235
Температурные условия применения	Для всех климатических зон	Для всех климатических зон
Насыпная плотность, т/м ³	1,10-1,12	
Водоустойчивость в течение 24 часов	неводоустойчивые	водоустойчивые

Сопоставительный анализ применения разработанных ЭВВ (Интериты) и российских эмульсионных ВВ показал, что по основным рабочим характеристикам и полученным при взрывных результатах Интериты не уступают современным зарубежным аналогам.

Технология изготовления Интеритов создана для их производства на мини-заводах. Варианты мини-заводов под созданную технологию разработаны в НПП «ИНТЕРРИН» для рудников и карьеров.

Применение разработанных эмульсионных ВВ – Интерит 20 и Интерит 40 позволяет существенно снизить стоимость взрывных работ, проводимых на рудниках Казахстана, повысить их эффективность и безопасность.

Литература

1 Колганов Е. В., Соснин В. А. Эмульсионные промышленные взрывчатые вещества. Книга 2 (Технология и безопасность).- М., 2010.-

2 Тамбиев Г.И., Бейсебаев А.М., Ольшанский Е.Н. Научно-технические основы создания производственной базы изготовления и применения промышленных взрывчатых веществ в Казахстане// Тр. Второй межд. научно-практ. конф., посвященной 15-летию независимости Республики Казахстан «Горное дело и металлургия в Казахстане. Состояние и перспективы, том 1 «Горное дело».- Алматы, 2006. – С.219-227.

3 Тамбиев Г.И., Тамбиев П.Г. Современное состояние и перспективы развития производства и применения промышленных ВВ в Казахстане// Мат. межд. научно-практ. конф. «Научно-техническое обеспечение горного производства: Труды ИГД им. Д.А.Кунаева.- Алматы, 2007.- т. 73.- С.298-305.

Тамбиев П.Г., Пальцев С.А., Змейков А.Н.

К ВОПРОСУ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ ЭМУЛЬСИОННЫХ ВЗРЫВАТЫХ ВЕЩЕСТВ

Жарылғыш заттар өндірісіндегі маңызды мәселелер және оларды дайындаудағы, тасымалдаудағы, қолданудағы қауіпсіздік шаралары қарастырылған.

Рассмотрены важнейшие задачи производства взрывчатого вещества и обеспечение безопасности их приготовления, транспортирования и применения.

Was considered the most important tasks of explosive production and ensuring their safety, transportation and use.

В Республике Казахстан разработана и реализуется концепция по изготовлению промышленных взрывчатых веществ (ВВ) на мини-заводах, приближенных к производству горных работ. При этом одной из важнейших задач производства ВВ является обеспечение безопасности их приготовления, транспортирования и применения. Безопасность производства, транспортирования, хранения и применения взрывчатых веществ не может быть обеспечена без учета технологических особенностей изготовления ВВ, физико-химических характеристик компонентов их составляющих, условий хранения сырья и других факторов, по сути определяющих отклик взрывчатого вещества на механические вид воздействия.

Значительные масштабы оборота взрывчатых веществ в горнодобывающей промышленности являются постоянным источником возникновения взрывоопасных ситуаций. Появление в горном деле гранулированных и эмульсионных взрывчатых веществ позволило, в определенной степени, повысить безопасность горнодобывающего производства. Рост объемов применения этих ВВ, низко чувствительных к механическим воздействиям, требует создания научно-обоснованной концепции взрывобезопасности современных низко чувствительных взрывных веществ (ВВ) промышленного назначения и их основного компонента – нитрата аммония. Эти ВВ являются смесями типа окислитель-горючее на основе аммиачной селитры и не содержат мощных ВВ – сенсibiliзаторов. Такие простейшие ВВ изго-

тавливаются из невзрывчатых компонентов на местах применения.

Вышеизложенное определило цель настоящей работы – оценить безопасность производства и применения эмульсионных ВВ.

Она реализована путем выявления наиболее уязвимых звеньев в процессе производства данных ВВ и усовершенствования технологии.

Для обеспечения безопасности производства и применения нового поколения низко чувствительных промышленных ВВ необходим качественно новый подход к разработке и воплощению в практику горнодобывающего производства концепции взрывобезопасности. Для определения взрывоопасности того или иного ВВ, произведенного из нитрата аммония и различных невзрывчатых компонентов, необходимо определять критический диаметр заряда и другие характеристики процесса детонации, а также нестационарные – квазистационарные самораспространяющиеся взрывчатые процессы.

Из практики известно, что порядка 80% аварийных ситуаций, связанных с ВВ, возникает при механических и тепловых воздействиях на взрывчатое вещество. В этой связи низко чувствительные ВВ позволяют существенно обезопасить производство.

В таблице 1 приведены некоторые показатели, характеризующие ВВ нового поколения.

Таблица 1 – Основные физико-химические показатели отдельных ВВ

Показатели	Порэмнты	Гранэмнты	Сибириты	Интерит 20	Интерит 40
1	2	3	4	5	6
Бризантность, мм	15-20	20-25	15-18	15-20	15-20
Теплота взрыва, Ккал/кг	689	800-870	627-655	791	837
Плотность заряжания, кг/м ³	1250	1350-1400	800-1250	1120	1350
Полная идеальная работа взрыва, кДж	3630	4330	3047	3116	3501
Критический диаметр, мм	120	110	125	100	100
Скорость детонации, км/с	4,9-5,2	4,9-5,2	4,9-5,1	5,4	5,4
Чувствительность к удару по ГОСТ 4545-88	0	0	0	0	0

Из таблицы 1 видно, что чувствительность взрыва (испытания к удару по ГОСТ 4545-80) для нового поколения эмульсионных ВВ нулевая. Это дает определенные основания утверждать, что указанные ВВ наименее опасны в обращении, чем тротильные ВВ или гексоген. Применение низко чувствительных ВВ не только повышает безопасность взрывных работ, но и создает условия для полной механизации процесса заряжания шпуров и скважин. В составе этих ВВ не содержится взрывоопасных компонентов, следовательно, снимаются проблемы, сопутствующие перевозке и хранению опасных грузов. Однако, абсолютно безопасных взрывчатых веществ не бывает, а любая смесь окислителя и горючего является взрывоопасной и ее опасность зависит от множества факторов.

Эксплуатационные характеристики эмульсионных ВВ – физическая стабильность, вязкость, детонационные параметры регулируются дисперсностью эмульсионной матрицы. Ненормативное снижение воды и плотности эмульсионной матрицы может привести к возникновению и развитию взрывоопасных ситуаций при производстве и применении ВВ. Безопасность хранения и транспортировки эмульсионной матрицы, а также безопасность изготовления эмульсионного ВВ, при зарядании скважин, обеспечивается оптимальностью кислотности раствора окислителя. Окислитель регулирует термохимическую стабильность эмульсионной матрицы и время запаздывания ее перехода во взрывчатое состояние.

Безопасность производства эмульсии в значительной степени зависит от эффективности эмульгатора. В НПП «ИНТЕРРИН» разработан пигментный эмульгатор П, обеспечивающий минимум механических усилий для диспергирования и гомогенизации эмульгирующей массы. В качестве эмульгирующего стабилизатора был принят природный пигмент с эмпирической формулой $C_{30}H_{30}O_8$. Данный пигмент имеет в своей структуре гидрофильные и гидрофобные радикалы, способствующие образованию мицелл. Состав эмульгатора П – смесь натуральных жирных кислот с сопутствующими нейтральными жирами и природным смолянистым пигментом. Использование данного эмульгатора позволяет получать стабильную, безопасную эмульсию с содержанием горючего от 6 до 20 масс %.

Изготавливаемая на основе эмульгатора П водомасляная эмульсия обладает достаточно высокой плотностью (1,24-1,26г/см³), не растворяется в воде, не взрывается, не чувствительна к ударам и трению. Водомасляная эмульсия, имея отрицательный кислородный баланс, при смешивании с аммиачной селитрой в определенном со-

отношении позволяет получить ВВ с нулевым кислородным балансом. Из-за наличия нефтепродукта эмульсия отнесена к группе горючих материалов и имеет следующие температурные показатели:

- температура вспышки в закрытом тигле - 230°C;
- температура воспламенения в открытом тигле – 263°C;
- температура самовоспламенения - 360°C.

Основная доля используемых в горной промышленности ВВ представлена взрывчатыми веществами на основе гранулированной аммиачной селитры (NH_4NO_3), не классифицируемой как взрывчатое вещество. В технической документации на селитру нет никаких показателей, характеризующих ее взрывоопасные свойства. Однако существует ряд примеров, когда из-за попадания в селитру загрязняющих органических веществ термическая стабильность аммиачной селитры снижается, возникает опасность самовозгорания селитры с переходом во взрыв. Причиной загорания селитры может быть также открытый огонь, искры, разряд электричества и химическое взаимодействие с некоторыми веществами. Так, именно химическое взаимодействие вызвало взрыв высококонцентрированного раствора аммиачной селитры на заводе ПО «Азот», г. Чирчик в середине 70-х годов.

В таблице 2 приведены требования к качеству нитрата аммония (NH_4NO_3) обеспечивающие безопасность обращения, в странах ЕС [4].

Таблица 2 - Требования к качеству аммиачной селитры в части обеспечения безопасности обращения, принятые в странах ЕС

Показатель	Ед. изм.	Требование
Массовая доля, не более:		
-меди		10ppm
-хлора		0,02
-горючие вещества (в расчете на углерод)	%	0,2
-тяжелые металлы		следы
РН		>4,5
Массовая доля фракций:		
-не менее 1 мм	%	не более 5
-не менее 0,5 мм		не более 3
Тест на пористость: удержание масла после 2-х термоциклов 25-50°C	%	не более 4
Должен проходить детонационный тест		более 1-го неразрушенного цилиндра

Принятая в ЕС система позволяет оценивать относительную взрывоопасность различных сортов аммиачной селитры на стадии разработки. Если массовая доля горючих добавок более 0,2%, то продукт классифицируется как ВВ, если менее 0,2%, то по транспортной опасности его относят к окислителю.

Определенную опасность представляет применение гранулированных аммиачно-селитренных ВВ в сульфидных рудах с содержанием серы более 35%, так как при определенных условиях может возникнуть экзотермическая реакция и самопроизвольный взрыв скважинного заряда.

Снижение опасности применения аммиачно-селитренных ВВ для отбойки сульфидных руд связано с применением патронированных ВВ в устойчивой оболочке, что предотвращает вымывание ВВ проточной водой, контакт с сульфидной серой и, соответственно, повышает безопасность заряжания скважин.

Как показывает опыт мировой горнодобывающей промышленности, в последние 20-30 лет происходит наращивание объемов производства ВВ (эмульсионных и других простейших) в местах, приближенных к их потреблению. Сократились объемы перевозки ВВ, улучшились условия их изготовления, хранения и применения. Все это позволило существенно обезопасить горнодобывающее производство. Однако взрывчатые вещества как представляли, так и будут представлять определенную опасность и, несмотря на повышение безопасности их производства, сокращение объемов перевозки, улучшение условий хранения и применения, проблема обеспечения технологической безопасности при взрывных работах не потеряет своей актуальности.

Литература

1 Тамбиев Г.И. Научно-технические основы взрывных работ на подземных рудниках с использованием ВВ местного приготовления: дисс. докт. техн. наук.-05.15.11.- М.,1998.-304 с.

2 Тамбиев Г.И., Бейсебаев А.М., Ольшанский Е.Н. Научно-технические основы создания производственной базы изготовления и применения промышленных взрывчатых веществ в Казахстане// Тр. Второй межд. научно-практ. конф., посвященной 15-летию независимости Республики Казахстан «Горное дело и металлургия в Казахстане. Состояние и перспективы, том 1 «Горное дело».- Алматы, 2006. – С.219-227.

3 Тамбиев Г.И., Тамбиев П.Г. Современное состояние и перспективы развития производства и применения промышленных ВВ в Казахстане// Мат. межд. научно-практ. конф. «Научно-техническое обеспечение горного производства: Труды ИГД им. Д.А.Кунаева.- Алматы, 2007.- т. 73.- С.298-305.

4 Шведов К. К., Беллин В. А. «Концепция безопасности оборота низкочувствительных взрывчатых веществ». Взрывное дело.- №103-60.

**Г.Т. Нұршайықова, А.Ә. Бектібаев, З.К. Тұңғышбаева,
Д.Т. Қаработаев, Ә.Д. Бектібаев**

ЭТАЖДЫ ЕРІКСІЗ ҚОПАРЫП ҚАЗУ ЖҮЙЕСІНІҢ БҰРҒЫЛАУ ТЕХНИКАСЫМЕН БАЙЛАНЫСТЫ ДАМУЫ

Мақалада этажды еріксіз қопарып қазу жүйесінің кен өндіру барысында бұрғылау техникасына байланысты конструкциялық дамуының кезеңдері келтірілген

В статье приведены этапы развития системы разработки принудительного блокового обрушения при добыче руды в зависимости от применения способов буровой техники

The paper presents the development stages of development forced block caving in ore extraction, depending on the application of methods of drilling equipment

Жерқойнауынан қатты пайдалы қазылымдарды өндіру жұмыстары тәсілінде этажды еріксіз қопарып қазу жүйесінің пайда болуы кен қазу саласында оның мәдениетінің көтерілуіне, қауіпсіздігінің артуына және басқа да техникалық көрсеткіштердің жақсаруына түбегейлі өзгерістер енгізді. Осылай жер астынан кен өндіру жұмысының қауіптілігі мен көп еңбек сіңіруді керек ететін қиын да күрделі жұмыс ретінде ғасырлар бойы қалыптасқан пікірдің өзгеруіне жол ашылды.

Кен массивін этаж биіктігіне дейін қопарып, оны кені алынған кеңістікті толтырмалайтын үстіңгі қопарылған бос жыныстар астынан түсіріп алуды, кен мен жанас жыныстарды қопарып қазу жүйесі дейміз [1,2].

Этажды еріксіз қопарып қазу жүйесі әлемдік тәжірибеде ең алғаш Криворождық темір бассейн кеніштерінде қолданылды.

Этажды еріксіз қопарып қазу жүйесін Криворожск бассейнінде қолдану мақсатымен ғалымдар мен мамандар тәжірибе жұмыстарын өндіріс жағдайында тіпті 1941 жылдарға дейін бастаған-ды. Кеніштердің нақты жағдайларына бейімдеп, терең ұңғымалармен этажды еріксіз қопарып қазу жүйесін жасап, оны өндірістік сынақтан өткізіп қолданғандары үшін бір топ инженерлер А.П.Володин, Г.М.Малахов, А.Д.Полищук, Ф.И.Волков, Н.М.Брынза және А.А.Минайло 1948 жылы Сталиндік силыққа ие болды. Бұл қазу жүйесінің тиімділігі өндіріс

жағдайында дәлелденілгеннен кейін оны 1945 жылдан бастап темір мен түсті металдар кенін өндіретін кеніштерде де табысты қолдана бастады. Атап айтқанда: Дзиржинск атындағы кеніші (Кривой Рог), Высокогорск (Орал), Таштагольск кеніші (Сібір), Заполярный кеніші, Лениногор мен Зырян кеніштері, Қазақстан және тағы басқа.

Аталмыш қазу жүйесінде қопарылған кенді тазалап қазу жұмыстарына блоктың астын кеулеп кеңістік жасау, терең ұңғымаларды бұрғылау, оларды жарылғыш заттармен оқтап аттыру және қопарылған кенді блоктан ағызып түсіріп алу жұмыстары жатады.

Қазақстанда 1947-1948 жылдардан бастап кеніште этажды еріксіз қопарып қазу жүйесін қолдану мақсатымен эксперимент жұмыстары жүргізіле бастады. Этажды еріксіз қопарып қазу жүйесінің бірінші даму кезеңінде Сокольный кенорны жағдайында алғаш рет бірінші тәжірибе блогында кен массивін мина оқтамымен қопарып қазу тәсілі қолданылды. Бірінші блоктың қорын қазып алу нәтижесі Сокольный кенорнының көпшілік жеріне этажды еріксіз қопарып қазу жүйесін тиімді қолдануға болатынын көрсетті. Сонымен бұл қазу жүйесі Сокольный кенорнының жағдайында өзінен бұрынғы қолданылып келген қазу жүйелерімен салыстырғанда мына төмендегідей артықшылықтарын байқатты:

- жоғары еңбек өнімділігі және 1т кен өндіруге аз қаржы жұмсалатындығы;

- блок қорын қазу барысында кенді тасымалдау жұмысын толығымен механикаландыруға болатындығы;

- перфоратормен бұрғылау көлемінің күрт азаюы.

Сонымен қатар этажды еріксіз қопарып қазу жүйесінің алғашқы нұсқасы кен массивін минамен қопарып қазу варианты да кемшіліксіз емес болатын. Олар:

- мина құдықтарын жүру және оны оқтау (зарядтау) көп еңбек сіңіруді керек ететіндігі мен күрделілігі;

- мина қазбаларын жүргізу барысында шпурларды бұрғылау нәтижесінде көп мөлшерде шаңның пайда болуы мен оны айдап желдетудің қиындығы;

- кен массивін қопарғанда қайталап ұсатуды қажет ететін ірі кен кесектерінің пайыздық үлесінің жоғары болуы блоктан кен түсіру мен оны тасымалдау өнімділігін төмендететіндігі.

Осы кемшіліктерді жою мақсатымен блоктың аясындағы кен массивін қопарып ұсатуға сол кездегі бұрғылау техникасының даму деңгейіне сай терең ұңғымаларды жоғарыдан төмен қарай бытырамен бұрғылайтын станоктарды (ЗИВ-150, СВБ-1, СВБ-2) қолданғанды.

Оның нәтижесі кен массивін мина зарядпен қопарып қазғаннан анағұрлым тиімді екенін көрсетті [3].

Терең ұңғымалардың бұрғылану бағытына байланысты қазу жүйесінің конструкциясы да мүмкіншілігінше жетілдіріліп отырады. Қазу жүйесінің жоғарыда келтірілген екі нұсқасында да блоктың параметрлеріне шек қойылмады. Блоктың биіктігі шоғырдың қалыңдығымен немесе этаж биіктігімен шектелсе, ал горизонтальдық бағыттағы блоктың ұзындығы мен ені жұмыстың орындалу жоспарына байланысты анықталады да немесе кен денесінің параметріне қарай қабылданады. Дайындық жұмыстарының негізгі бөлігі блоктың төменгі жағында жүргізіледі. Оған бір-біріне параллель етіп арасы 10-12м қатарлап жүргізілген ысырма орттары (штректер), оларды екі жағынан әрбір 5-6 метрден кейін биіктігі 6,5-8 м қопарылған кенді ағызып түсіретін диаметрі 1,5 м дучкалар жатады. Дучкалардың жоғары жағы майқұйғыш (воронка) тәрізді етіп кеңейтіледі. Воронка деңгейінен жоғары қарай, яғни блоктың түбінен арасында уақытша қалдырылатын тыңтіректері бар кеңістіктер жасалынады. Кеңістіктердің биіктігі 2-2,5 м. Сөйтіп блоктың түбі қуысталады. Олардың (қуыстардың) негізгі міндеті: кен массивін қопарғанда қопарылған кен көлемінің өсуіне байланысты көлемді аздап болсада теңелту, жоғары бағытталған ұңғымаларды бұрғылайтын станоктерді орналастыру және кен массивін қопарғанда ысырма орттарының (штректердің) төбесіндегі тыңтіректер мен жоғарғы жағы воронка тәрізделіп жасалған дучкалардың бұзылмауын сақтау.

Этажды еріксіз қопарып қазу жүйесінің келесі даму кезеңі ретінде оның кен массивін ұңғымаларды жоғары қарай бағыттап пневмосоққылармен (пневмоударник) бұрғылайтын станоктардың пайда болуымен байланысты екенін айтуға болады. Аталмыш қазу жүйесінің бұл нұсқасын өндірісте қолданудың қорытындысында дайындық және тілме жұмыстарында жүргізілетін қазбалардың көлемі кен массивін қопаруға ұңғыманы бытырамен төмен қарай бұрғылаумен салыстырғанда 30% қысқарды. Сонымен қатар бұл қазу жүйесін кен денесінің қалыңдығы 25м төмен болғанда да қолдануға қол жеткізілді.

Осы уақытқа дейін Сокольный кенорнының тау-кен геологиялық жағдайларының өзгергіштігінің салдарынан туындайтын кейбір кемшіліктер қазу жүйесінің қолданысында біртіндеп біліне бастағанды. Олар – ұңғымаларды жатық және көлбеу бағыттарында бұрғылау мүмкіншілігінің шектеулілігі, кенорынның кейбір бөліктеріне этажды еріксіз қопарып қазу жүйесінің белгілі нұсқаларының дөп келмеуі, кен

массивінің физикалық-механикалық қасиеттері мен тектоникасының бұзылысы және жарықшақтар бағытын ескеріп ұңғымаларды орналастыру арқылы қопарылған кен кесектерінің біркелкілігіне қол жеткізу мүмкіншілігінің жоқтығы сияқты факторлар.

Этажды еріксіз қопарып қазу жүйесінің үшінші даму кезеңі Лениногор полиметалл комбинатының кеніштерінде терең ұңғымаларды шарошкамен бұрғылауды игерумен байланысты болды. Бұл тұста кен массивін жатық және көлбеу (0-45°) орналасқан ұңғымалармен қопарып қазу мүмкіншілігі іске асты. Енді кен массивінде ұңғымаларды жатық және көлбеу бағытта орналастыруға СБ-5, БТ-145, ЛПС-3 станоктері қолданылатын болды. Ұңғыманың диаметрі 150 мм, ал олардың орналасуының ара қашықтықтары 3 м, яғни тор көзі 3x3 м.

Дегенмен этажды еріксіз қопарып қазу жүйесінің бұл нұсқасында кен массивін өрлеу (тік) бағытында бұрғыланған ұңғымалармен қопарып қазу нұсқасымен салыстырғанда дайындық пен тілме жұмыстарының көлемі 1,6 есеге артатын болды. Оның есесіне 1м ұңғымаға шаққандағы қопарылған кен көлемі анағұрлым өсті.

Сонымен бұрғылау техникасының кен өндіру жұмыстарының тиімділігін арттыруда өндірістің талабына сай дамуы нәтижесінде кен массивін қопаруға кез келген бағытта терең ұңғымаларды бұрғылап оңтайлы орналастыруға мүмкіндік туды. Мұның өзі кен денелерінің параметрлері құбылмалы болып, морфологиясы күрделі болған жағдайда да жоғарыда аталған қазу жүйесінің нұсқаларын қажет болғанда бір блок аясында да бір-бірімен үйлестіріп, пайдалануға мүмкіндік берді.

Этажды еріксіз қопарып қазу жүйесін өндіріске енгізу нәтижесінде ұңғымаларды бұрғылау, жарылғыш заттарды дәрілеп аттыру және қопарылған кенді блоктан ағызып түсіру жұмыстарын механикаландыру деңгейі күрт жоғарылады. Осы қазу жүйесінің конструкциясын жетілдіріп өндіріске енгізгендері үшін бір топ комбинаттың және Каз ССР ҰҒА Тау-кен ісі институтының қызметкерлеріне (И.М.Малкин, Д.С.Кутузов, В.Н.Бублис, П.К.Халин, В.Г.Бережа, А.С.Травников, А.Ч.Мусин, және А.Н.Жакупбаев) Лениндік сыйлық берілді.

Этажды еріксіз қопарып қазу жүйесінің Зырян қорғасын кеніштері жағдайындағы даму кезеңдері оның Лениногор түстіметалл комбинаты кеніштерінің жағдайындағы даму жолдарынан айырмашылығы мен ерекшеліктерінің онша көп өзгешеліктері шамалы. Зырян қорғасын комбинатының мамандары этажды еріксіз қопарып қазу жүйесін өндіріске енгізу барысында басқа комбинаттар кеніштеріндегі техника және

технология салаларында қол жеткен жаңалықтары мен ескеруді қажет ететін кемшіліктерін мұқият қадағалап жергілікті тау–кен геологиялық ерекшеліктеріне бейімдеп, бұл қазу жүйесін орынды қолдана білді. Нәтижесінде өте қысқа уақыт ішінде (екі жылда) өндірілетін кеннің үштен бірі осы этапты еріксіз қопарып қазу жүйесімен қазып алына бастады. Алайда талдау қорытындысында аталмыш қазу жүйесімен өндірілген кенге жұмсалған шығынның 35-55% дайындық және тілме жұмыстарын орындауға кететіні анықталған-ды. Қазу жүйесінің келесі бір көңіл аударарлық тұсы - қопарылған кенді блоктан өз салмағының әсерімен ағызу арқылы түсіріп алу жұмысы. Жалпы шығындағы оның үлесі 15-35% аралығында болатындығы байқалды. Тағы да назардан тыс қалдырмайтын жұмыс-терең ұңғымаларды бұрғылау. Қазу жүйесі бойынша жалпы шығындағы оның үлесі 25-35% құрайтын болды.

Жалпы кен өндіруде қолданылатын қазу жүйелерінің конструкциялық жетілдірілуінің негізгі көзі техникамен орындалатын жұмыстың механикаландырылуына байланысты. Оны этапты еріксіз қопарып қазу жүйесінің пайда болуы мен жетілдірілуі кезеңінен аңғаруға болады.

Әдебиеттер тізімі

1 Совершенствование горных работ на рудниках Лениногорского полиметаллического комбината. Под. редакцией канд. техн. наук М.М. Ахметова. Алма-Ата. 1968. 624 с.

2 М.И. Агошков, С.С. Борисов, В.А. Боярский. Разработка рудных и нерудных месторождений. Москва. «Недра». 1970 г. 456 с.

3 Р.П. Каплунов, Е.П. Прокопьев, Н.А. Стариков, А.В. Бричкин. Подземная разработка рудных и россыпных месторождений Гос НИЛ по черной и цветной металургии. М. 1955. 680 с.

4 Ә.Д. Бектібаев, А.Ә. Бектібаев Кен өндіру технологияларын бағалау мен таңдау. Алматы, «Ғылым» ғылыми баспа орталығы. 2003. 210 б.

**Г.Т. Нұршайықова, А.Ә. Бектібаев, З.К. Тұңғышбаева,
Д.Т. Қаработаев, Ә.Д. Бектібаев**

КЕН ӨНДІРУДЕ ӨНІМ САПАСЫН РЕТТЕУДІҢ НЕГІЗДЕРІН ЖАСАУҒА ҚАЖЕТТІ АМАЛДАР

Мақалада кәсіпорындарының соңғы өнімдерінің сапасы қолданылып жүрген техника мен технологияның деңгейіне мүмкіншілігінше сай болуы қажеттілігі айтылған

В статье сказано качество реализуемой предприятием конечной продукции должно соответствовать по возможности уровню применяемых техники и технологии добычи руды

The article says the company realized the quality of the finished produkt must conform to the extent possible the level of applied engineering and technology mining

Қай кәсіпорнын алсаңыз да оның негізгі көрсеткіші болып, өндірілетін өнімінің сапасы алда тұрады. Сол көрсеткіш арқылы оның бәсекелестік қабілеті анықталып, соған орай кәсіпорынның экономикалық тынысы, жетістігі, болашаққа сенімділігі сипатталады. Ал, кәсіпорынның мұндай деңгейде жұмыс істеуіне, оның өнім сапасының тұрақты түрге айналып қалыптасуына тау-кен ісі саласы жағдайында өндірілетін өнімге қажетті шикізаттың табиғи қалпындағы құндылығы мен одан қазу және ұқсату барысында алынатын құндылықтың айырмасын мейлінше қысқарту басты шарт болып табылады. Оны орындау үшін қазылатын шикізаттан бастап, соңғы өнімді тұтынушыларға өткізуге дейінгі аралықта орындалатын көптеген бір-бірімен байланысты технологиялық процестер мен өнімнің сапасын жақсартатын тәсілдерді және сандық мәндермен әр кезеңде бағалап отыратын әдістемелерді жетілдіру қажет. Кен өндіретін кәсіпорындарының соңғы өнімдерін халық шаруашылығына қолдану түріне келтіретін кейінгі өңдеуші кәсіпорындар жұмыстарының нәтижесі де сол тау–кен кәсіпорындарының өнімдері сапасына тікелей байланысты. Егер тау–кен кәсіпорындарының өнімдері сапа жағынан тұтынушы кәсіпорындарының талабына сай келмеген жағдайда, кен өндіруші кәсіпорындарының бәсекелік күресте экономикалық келеңсіз зардабына ұшырауы ықтимал.

Кенорнын қазудың әдеттегі жоспарланған жағдайынан экономикалық жағынан кез-келген негізсіз ауытқуы белгілі бір дәрежеде қалыптан тыс жоғалымның пайда болуына әкеп соқтырады.

Тау-кен жұмыстарында кездесетін қалыптан тыс жоғалымдар кенорнының қазып алынатын учаскелерінде қазу жүйелерінің тау-кен техникалық жағдайларына сәйкес келмеуінен, нендей бір өндіру технологиясының жобамен белгіленген параметрлерінен ауытқуынан, тау-кен жұмыстарын жүргізу технологиясының орындалу барысында бірізділіктің сақталмауынан, тау-кен жұмыстарын жүргізгенде кен мен бос жыныстардың физикалық-механикалық қасиетін ескермеуден және т.б. себептерден пайда болуы мүмкін.

Кен қазу жұмыстарын жоспарлауда жалпы кенорнына белгіленген сапашарт параметрлерін тау кен-геологиялық, технологиялық және экономикалық жағдайларды ескермей ұзақ (5-40 жыл) уақыт бойы күнделікті және барлық кенорындарында қолдану нәтижесі пайдалы қазылымдардың не қалыптан тыс үстеме жоғалымға, немесе өзін ақтамайтын барланған қордың жұтаң бөлігіне қаржы мен еңбекті жұмсауға әкеп соғады. Нәтижесінде тау-кен кәсіпорындарының техникалық-экономикалық көрсеткіштері төмендейді, пайдалы қазылымдардың толық алынуы, кенорнының сапалы қазылуы нашарлайды.

Осы және тағы басқа факторлардың ескерілмеуінің нәтижесінде тау-кен кәсіпорындары соңғы өнімдерінің сапасы қазіргі техника, технология және экономиканың даму деңгейінде алынатын өнімнің мүмкіндік сапасынан төмен екендігін көрсетеді.

Пайдалы қазылымдарды қорғау мен тиімді пайдаланудың осы күнгі қолданылып жүрген нұсқаулық материалдар осыдан 40 жыл бұрын орындалған ғылыми жұмыстардың баптарына негізделген. Сондықтан Қазақстан Республикасының дербестік жағдайында оның мүддесіне сай пайдалы қазылымдар жоғалымы мен құнсызданудың экономикалық зардабын дәлелдеу проблемасы ғылыми жұмыстар жүргізіп қайта қарауды қажет етеді.

Кенорнын қазып алу барысында жиі кездесетін жоғалымның нәтижесі оның экономикалық зардаптары арқылы көрінеді. Олар: біріншіден, алынған өнімнің өзіндік құнына кіретін өнімсіз қаржының үлесі артады, тиісінше өзіндік құн мөлшері өседі; екіншіден, кенорнын қазып алу уақыты қысқарады, нәтижесінде шахта ғимараттары мен күрделі қазбаларды пайдалану мүмкіндігін ақырына дейін қолданбау салдарынан бір тонна кенді қазып алуға шаққандағы амортизациялық қаржының мөлшері жоғарлайды; үшіншіден, қол жеткен және игерілген

кенорындары пайдаланудан белгіленген уақыттан ерте шығады да, халық шаруашылығының шикізатқа деген мұқтажын қамтамасыз ету үшін игерілмей шалғай жатқан, тау-кен геологиялық және географиялық жағдайы қиын аймақтардағы жаңа кенорындарын мезгілінен бұрын іске қосуға тура келеді. Мұның өзі қосымша күрделі қаржы жұмсауды керек етеді; төртіншіден, бір қатар түсті металдар кенорындарында қазу жұмыстары деңгейінің жер қойнауына тереңдеуіне байланысты кендегі металдардың үлестік мөлшерінің жұтаңдауы мен қатар қазып алу жұмысында қиындай түседі.

Әдетте бір тонна дайын металл алу нәтижесінде барлық жоғалымнан келетін шығынның едәуір бөлігі кенорнын қазып алу жұмысының үлесіне тиеді. Оны 1 тонна дайын металл алуға технологиясының әрбір кезеңінде (кен қазып алу, кен байыту және металлургиялық өңдеуге) жұмсалатын қаржы шығынынан байқауға болады. Мысалы, Кенді Алтай кәсіпорындарында бір тонна дайын металл алу үшін кезінде Лениногор (қазіргі Риддер) түсті металл комбинаты бойынша барлық қаржының 50, ал Ертіс түсті металл комбинаты бойынша кен қазып алу жұмысына 50-60 пайызы жұмсалатын.

Қазіргі кезде барланған шикізаттың барлық түрінің есептелген қоры көптеген ұсақ кенорындары түрінде шашыранды орналасқан. Уақыт өткен сайын кен өндіру мөлшерін бір қалыпта ұстау немесе кемітпеу мақсатында кен қазу жұмысын болашақта осы ұсақ кенорындарында жүргізуге тура келеді.

Мұның өзі бір жағынан жаңа кенорындарын игеруге қомақты қаржы жұмсаумен байланысты болса, екінші жағынан, еңбек өнімділігінің төмендеуіне әкеп соқтырады. Себебі кен өндіру жұмысының еңбек өнімділігі ірі кенорындарында ұсақ кенорындармен салыстырғанда бірнеше есе жоғары болады.

Кенді қазып алу кезінде пайдалануға тиімсіз жұтаң кендермен немесе бос жыныстармен араласып оның құнсызданатыны белгілі. Ал мұндай жағдай ірі кенорындарының пайдаланудан шығып, олардың орнына желі тектес жаңа кәсіпорындары іске қосылған сайын жиі кездеседі. Соған орай құнсызданудың экономикалық зардабы да өседі. Сондықтан Қазақстан жер қойнауы пайдалы қазылымдарға қаншама бай болғанымен, кен қазу мен оны байыту барысында қайталап алынбайтын орасан көп жоғалымдардың деңгейін төмендетуімен қатар, қайтадан пайда болмайтын минералды шикізатты үнемді пайдалану проблемасын шешу жұмысы толастамауы және назардан тыс қалмауы керек. Қазақстанның көпшілік түсті металдар кенорындарына

тән ерекшелігі бір деңгейдегі есепке алынған қор сапасы құбалмалы келеді және кен қазу жұмыстары жер қойнауына тереңдеген сайын кендегі металдардың үлестік мөлшерінің азаю үрдісі байқалады. Бұл - алдағы уақытта кенорындарын толығырақ және тиімді қазып алу проблемасын шешу одан әрі қиындайды деген сөз.

Кен қазып алу мен ұқсату барысында жоғалымның жоғарғы деңгейде болуының және оның құнсыздануының негізгі себептеріне мыналар жатады:

- кенорны геологиясының қазба жұмысына әсері бар көрсеткіштерінің жете зерттелмеуі;

- көпшілік жағдайда кенорындарындағы пайдалы қазылымдарды халық шаруашылығы мүддесіне сай толығырақ алу қажеттігін ескермей, кен жоғалымы кәсіпорынның мүддесіне сай тиімді болған кезде, оларды толық қазып алуға кәсіпорындар ынтасының бәсеңдеуі;

- кен қазу мен ұқсату барысында жобалауда көрсетілген технологиялардың бұзылуы;

- кенорындарының ерекшеліктері мен тау-кен геологиялық жағдайларының талаптарына қазіргі қолданылып жүрген қазу жүйелерінің сай келмеуі;

- пайдалы қазылымдарды өндіру барысында халық шаруашылығы мен жеке кәсіпорын мүдделерін бірдей қанағаттандыратын жоғалым мен құнсыздану деңгейлерін анықтайтын жалпыға бірдей әдістеменің жоқтығы.

Осы күнге дейін жоғалым мен құнсызданудың зардабын бағалайтын көпшілік таныған әдістемелер жасалған жоқ. Олардың критериясы ретінде әркім әртүрлі пікір айтады, яғни өзіндік құн, кіріс, және сол сияқты көрсеткіштерді қабылдауды ұсынып келді. Себебі жер қойнауын, оның ішінде қатты пайдалы қазылымдарды тиімді пайдаланудың проблемасы экономика, геология, тау – кен өндірісі және ұқсату технологияларын қамтитын аса кең ауқымды мәселелерді қозғайды. Сонымен қатар бұл проблеманың барлық кенорындарына ортақ, әмбебап шешімді талап ететіні және оны табудың аса қиын екенін айта кеткен жөн. Дегенмен кен қазуда кенорнының нақты тау–кен геологиялық сипаттамасын және кен қазып алу мен ұқсатудың технологиялық ерекшеліктерін ескере отырып, осы күнгі жағдайдың талабына сай пайдалы қазылымдар жоғалымы мен құнсыздануының деңгейін анықтайтын әдістемелерінің негіздерін жасау қажет.

Қазақстан тау–кен кәсіпорындарындағы қазба жұмыстары жер қойнауына тереңдей түскен сайын кендегі пайдалы компоненттердің

үлестік мөлшерінің тұрақты түрде табиғи төмендеу үрдісі байқалатынын еске алып, кенорындарындағы минералды шикізаттар қорларын толығырақ және ұтымды пайдалану мен соңғы өнім сапасын арттырудың ғылыми негізін жасауда осы күнге дейін мына төмендегі факторлар ескерілмей келеді.

– кенді қазу мен ұқсату барысында оның жоғалымы мен құнсыздануының деңгейлерін анықтайтын әдістемелер 1972 жылы жасалынған баяғыда ескірген нұсқаулық материалдарға негізделген;

– бір мезгілде кенорнына белгіленген сапашарттың төменгі мәні ұзақ уақытқа дейін қолданылады және ол көрсеткіш кенорны жеке бөліктерінің тау кен - геологиялық жағдайы жалпы кенорны бойынша тау кен -геологиясының орташа жағдайынан өзгеше болу нәтижесінде кен жоғалымы қалыптағыдан не жоғары болады да, не көлемі жағынан артық алынған сапасыз кенді қазу мен ұқсатуға ақталмайтын қаржы мен еңбек жұмсауды қажет етеді;

– тау кен -геологиялық жағдайларының әрі тіке, әрі жатық бағытта өзгергіштігі әсіресе түсті металдар кенорындарына тән қасиет;

– кенорындарының есепке алынған қорларындағы пайдалы компоненттердің кен денесінде орналасуы біркелкі болып келмейді;

– егеменді Қазақстанның жер қойнауындағы шикізат қорларын тиімді пайдалану жөніндегі қазіргі мүддесі бұрынғы одақ тұсындағыдан әлдеқайда өзгеше.

Кенорнын жоғарыда көрсетілген дәлелдерді ескермей қазу нәтижесі барланған жер қойнауының қорларын тиімді және көшенді пайдаланып, соңғы өнім сапасын жоғарлатуға мүмкіндік тудырмайды.

Қатты пайдалы қазылымдар кенорнын қазу барысында жер қойнауын қорғаудың жалпыға бірдей ережелерінде пайдалы қазылымдар қорларын толығырақ пайдалануды қамтамасыз ету үшін қолданылып жүрген шикізат сапашартының төменгі мәніне қазылып алынатын пайдалы қазылымдардағы пайдалы компоненттердің төменгі шекті мөлшерін қосымша анықтап, жоғарғы орындардың рұқсатымен қолданысқа енгізуге болатындығы көрсетілген. [1,2,3]

Сондықтан кен өндіруде жер қойнауындағы пайдалы қазылымдарды орынды пайдалану мақсатында ілгеріде айтылған факторларды мүмкіншілігінше ескеру керектігі туындайды.

Әдебиеттер тізімі

1. Типовые методические указания по определению, учету, экономической оценке и нормированию потерь твердых ископаемых и содержащихся в них компонентов при переработке минерального сырья. Москва, 1987. 49 с.

2. Единые правила охраны недр при разработке месторождений твердых полезных ископаемых. Москва. 1986 г.

3. А.Д. Бектыбаев. Пути повышения полноты и эффективности извлечения полезных ископаемых из недр (на примере подземных рудников Алтая). Автореф. дисс. д.т.н. Бишкек – 1992. 40 с.

МАКЕТ

Рогов А.Е.

К ТЕОРИИ ФИЛЬТРАЦИИ РАСТВОРОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛ ГРАВИТАЦИИ

Ерітінділерді гравитация күші әсерімен төмен түсірудің жаңа заңдылығы анықталды.

Установлена новая закономерность опускания растворов под действием сил гравитации.

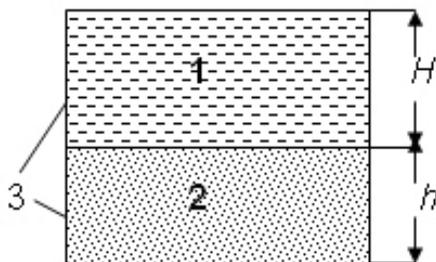
New regularity of lowering the solutions under gravity impact has been established.

При подземном скважинном выщелачивании (ПСВ) металлов силы гравитации оказывают существенное влияние на геотехнологические параметры. Известно, что вследствие положительной разницы между удельным весом растворов γ_p и пластовых вод - γ_b возникает вертикальная составляющая ламинарной скорости фильтрации растворов до определенного нижнего водоупора.

Если нижний водоупор находится на значительном > 50 м расстоянии от почвы продуктивного пласта, то без специальных мер будет происходить потеря в большом объеме реагента, в частности серной кислоты и металла (урана). Это явление «тонущих» растворов может привести к полной потере металла, т.е. к остановке рудника.

В этой связи теоретическое обоснование параметров фильтрации растворов в пористой среде под действием сил гравитации является весьма актуальной проблемой при ПСВ металлов. Анализ литературных источников [1, 2, 3] показал, что этой проблеме почти не уделено внимания, за исключением известной нашей монографии [2].

Рассмотрим простейшую схему фильтрации жидкости, например, воды через пористую среду под действием сил тяжести (рисунок 1)



1 – жидкость; 2 – пористая среда; 3 – непроницаемые стенки; H – гидравлический уклон на H пути фильтрации L .

Рисунок 1 – К фильтрации жидкости через пористую стену

Эта простейшая схема фильтрации характерна для случая, когда происходит инфильтрация воды или раствора через перемычку 2.

В этом случае движение жидкости подчиняется закону Дарси (линейная фильтрация) согласно которому будем иметь скорость расхода воды под напором H в виде:

$$V = \frac{HK_{\phi}}{L}, \text{ м / сут} \quad (1)$$

где K_{ϕ} – коэффициент фильтрации среды 2, м/сутки;
 H – разница в отметках начала и конца пути, м;
 L – длина пути, м.

Из формулы (1) можно записать:

$$K_{\phi} = \frac{L \cdot V}{H}, \text{ м / сут} \quad (2)$$

Следует заметить, что из (2) легко определить фактический K_{ϕ} для любых условий, замерив всего три параметра: L , H и V .

Нас интересует, прежде всего, фильтрация флюидов в пористых средах продуктивных пластов, заполненных пластовыми водами.

В этой связи под действием сил гравитации опускание растворов происходит только за счет разницы удельных весов выщелачивающих

и продуктивных растворов (ВР и ПР) и воды. При этом скорость опускания (фильтрации) ВР и ПР имеет вид:

$$V_z = \frac{\gamma_p - \gamma_b}{\gamma_b} \cdot \frac{K_{фв}}{K_{п}}, \quad (3)$$

где γ_p, γ_b – удельный вес ВР И ПР и воды соответственно, т/м³;
 $K_{фв}$ – вертикальный коэффициент фильтрации продуктивного пласта, м/сут.;

$K_{п}$ – эффективная пористость пласта, доли ед.

Обозначив $\gamma_p - \gamma_b = \Delta\gamma$ и $\gamma_b = 1$ т/м³ имеем $K_{фв} = \theta K_{фг}$ [3],

где $\theta < 1$.

Из (3) получим:

$$V_z = \frac{\Delta\gamma\theta \cdot K_{фг}}{K_{п}}, \text{ м / сут} \quad (4)$$

где $K_{фг}$ – горизонтальный коэффициент фильтрации пласта, м/сут.

По нашим данным [1, 2] можно принимать:

$$K_{фв} = (0,1 \div 0,25) \cdot K_{фв}. \quad (5)$$

Далее рассмотрим наиболее характерные ситуации при ПСВ металлов, когда нижний водоупор имеется частично – $x_{1,1}$ на p % от площади блока или даже полностью $x_{1,2}$ на всей площади обрабатываемого блока, т.е. имеем:

$$X_1 = \{x_{1,1}; x_{1,2}\} \quad (6)$$

Состояния ЗС и ОС отобразим на множестве X_2 :

$$X_2 = \{x_{2,1}; x_{2,2}; x_{2,3}; x_{2,4}\} \quad (7)$$

где $x_{2,1}$ – все ЗС и ОС находятся в работе;

$x_{2,2}$ – все ЗС и ОС остановлены;

$x_{2,3}$ – часть ЗС остановлены;

$x_{2,4}$ – часть ОС остановлены.

Отобразим множества X_1 и X_2 на квазиупорядоченном графе $G = (X, \Gamma)$ (рис. 2).

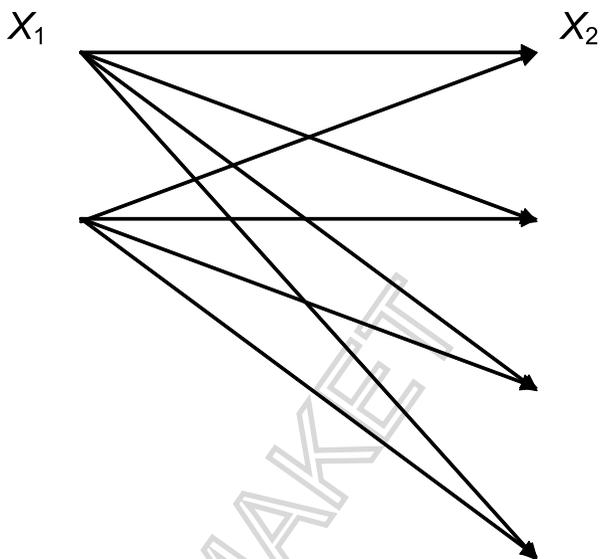


Рисунок 2 – Квазиупорядоченный граф состояний нижнего водоупора и технологических скважин в блоке

На графе G всего 8 путей от x_1 до x_2 все они допустимые.

Неблагоприятным сочетанием является путь: $\mu = [x_{1,2}; x_{2,2}]$, если (6) не предусмотрены меры по улавливанию растворов. В этом случае при остановке насосов в течение τ суток ВР и ПР опустятся на величину:

$$H = V_z \cdot \tau, м \quad (7)$$

или с учетом (4) получается:

$$H = \frac{\Delta\gamma \cdot \tau \cdot \theta \cdot K_{\text{фг}}}{K_{\text{п}}} \quad (8)$$

Пример: дано $\Delta\gamma = 0,03$; $K_n = 0,28$; $\theta = 0,2$; $K_{\text{фр}} = 10$ м/сут; $\tau = 2$ сут.; $S_{\text{бп}} = 85 \cdot 10^3 \text{ м}^2$

$$H = \frac{0,03 \cdot 2 \cdot 0,2 \cdot 10}{0,28} \cong 0,5, \text{ м}$$

Следовательно, за двое суток растворы опустятся на 0,5 м, тогда при этом объем этих растворов составит:

$$V_o = 0,5 \cdot 85 \cdot 10^3 = 42 \cdot 10^3, \text{ м}^3$$

При среднем содержании металла в ПР 500 мг/л будет в этой ситуации потеряно:

$$M_n = \frac{85 \cdot 10^6 \cdot 0,5}{10^6} = 42, \text{ кг}$$

Рассмотрим самую худшую ситуацию пусть $\mu = [x_{1.2}; x_{2.1}]$ и при этом не предусмотрено каких-либо мер по улавливанию тонущих растворов за счет управления радиусом ячейки - R_o и высотой фильтровых колонн в ячейках [1, 2].

В этом случае опускание растворов происходит не только под действием сил гравитации, но и от сложного поля динамических напоров в ячейках. Приближенно можно поле динамических напоров на пластовые воды с растворами считать постоянными и равными:

$$P(R) = \frac{S_n - S_o}{2}, \text{ м вод. ст.}, \quad (9)$$

(9) где S_n – компрессия на ЗС и S_o – депрессия на ОС, м вод. ст.

В каждой ячейке блока очевидно растворы будут тонуть под действием двух сил и тогда скорость опускания растворов составит:

$$V_z = V'_z + \frac{\Delta\gamma \cdot \theta \cdot K_{\text{фр}}}{K_n}, \quad (10)$$

где

$$V'_z = \frac{1,157 \cdot \bar{K}_\phi (S_H - S_o) \cdot \ln \left(\ln \frac{R_o}{R_c} \right)}{10^2 \cdot \bar{K}_\pi \cdot R_o \cdot 2} \text{ м/сут.} \quad (11)$$

V'_z - скорость опускания растворов под действием динамического напора $\frac{(S_H - S_o)}{2}$, м/сут.

Для рассмотренного выше примера будем иметь при $K_{\phi z} = \bar{K}_\phi$ и $S_H = 70$ м вод. ст., а $S_o = 10$ м вод. ст., $R_o = 50$ м, $R_c = 0,08$ м:

$$V_z = \frac{1,157 \cdot 10 \cdot (70 - 10) \cdot \ln \left(\ln \frac{50}{0,08} \right)}{10^2 \cdot 0,28 \cdot 50 \cdot 2} + \frac{0,03 \cdot 0,2 \cdot 10}{0,28} = 0,46 + 0,21 = 0,67 \text{ м/сут.}$$

За время t , сут. раствор опустится на H глубину, табл. 1.

Таблица 1 – Зависимость глубины H опускания ВР и ПР от времени

t , сут.	1	2	5	10	20	50
H , м	0,7	1,4	3,3	6,7	13,4	33,5

Из табл. 1 следует, что за 50 суток отработки блока без водоупора будет уже безвозвратно потеряны металл и реагенты в большом количестве:

- объем потерянных растворов

$$V_p = 85 \cdot 10^3 \cdot 33,5 \cdot 0,28 = 797 \cdot 10^3 \text{ м}^3$$

при $\eta = 0,9$; $M_s = 8$ м; $\gamma_p = 1,7$ и расходе реагентов 15 г/л имеем потери ΔR :

$$\Delta R = \frac{797 \cdot 10^6 \cdot 15}{10^6} = 797 \text{ т,}$$

и металла при $M_3 = 8$ м и $C = 0,05\%$

$$\Delta m = 85 \cdot 10^3 \cdot 1,7 \cdot M_3 \cdot 0,9 \cdot 0,05 \cdot 8 = 65 \text{ т/месяц}$$

В среднем, например, при добыче урана стоимости 1 т кислоты $C_k = 56$ \$/т и окиси-закиси урана 1 т = 26,0 \$/кг.

В этом случае при надлежащей технологии без потерь урана и кислоты только по одному блоку экономия составит:

$$\mathcal{E} = 56 \cdot 10^3 \cdot 26,0 + 797 \cdot 56 = 14560 \cdot 10^3 + 44700 + 1456 \cdot 10^3 \text{ \$США},$$

т.е. почти полтора миллиона \$ или $219 \cdot 10^6$ тенге.

Литература

1 Язиков В.Г., Рогов Е.И., Забазнов В.Л., Рогов А.Е. Геотехнология металлов. Алматы. FORTRESS, 2005, 393 с.

2 Рогов А.Е., Рыспанов Н.Б. Математические основы геотехнологий. Алматы, FORTRESS, 2007, 367 с.

3 Справочник по геотехнологии урана: М. Энергоатомиздат, 1997, 672 с.

Рогов Е.И., Рогов А.Е.

К ТЕОРИИ РАСЧЕТА ПОДПОРА ВОДЫ В КАМЕРАХ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ СКВАЖИННОЙ ГИДРОДОБЫЧЕ

Жерасты ұңғы арқылы сумен өндіруде камералардың төбесі мен бүйірлерінің төзімділігін сұйықтың статикалық қысымы есебінен анықтаудың есептік формулалары берілген.

Даны расчетные формулы для определения устойчивости кровли и боков камер при ПСГД за счет статического напора жидкости.

Estimate formulas are given for determination of stability of roof and walls of chambers at underground borehole hydromining due to static liquid head.

При подземной скважинной гидродобыче полезных ископаемых (ПСГДПИ) центральной проблемой является управление горным давлением в добычных камерах, создаваемых гидроагрегатом. Понятно, что момент выемки полезного ископаемого камера должна находиться в устойчивом состоянии, т.е. кровля и ее боковые поверхности должны обеспечить надежную работу гидроагрегата. При обрушении пород кровли или боков, или того и другого совместно добычная скважина подвергается деформациям и может выйти из-под контроля с потерей всех ее систем. Чтобы исключить этот отказ, следует уметь прогнозировать поведение боковых пород в камере и предотвращать такие отказы за счет дополнительного подпора боков и кровли. Этот подпор можно обеспечить путем динамического напора жидкости, например воды или бурового раствора, подаваемой в камеру под избыточным давлением - $S_{\text{н}}$, м вод. ст. На решение именно этой задачи и направлена работа.

Рассмотрим пока отдельную идеальную камеру в ее предельном состоянии отработки (рисунок 1).

На рисунке 1 обозначено:

H – полная глубина отработки, м;

m – мощность пласта, м;

\overline{h}_o – суммарная мощность толщи налегающих пород, м;

γ_{Π} – средний удельный вес пород \overline{h}_o , тс/м³;

γ_1 – удельный вес пород ПИ, тс/м³;

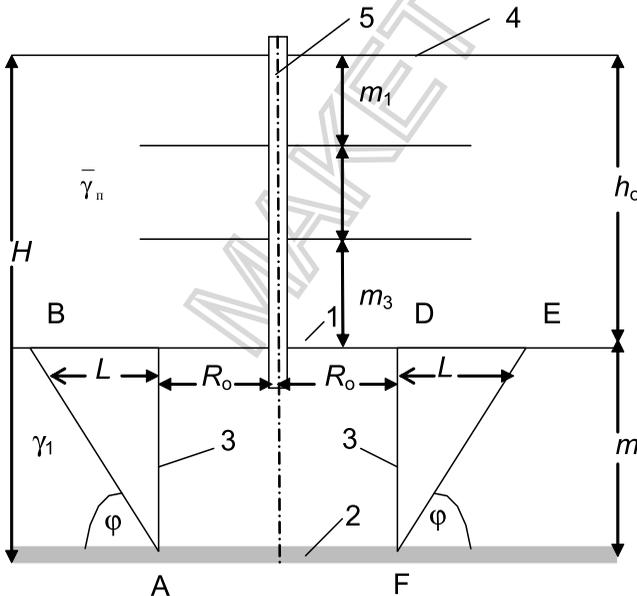
φ – угол сдвига пород, для рыхлых, это угол естественного откоса, град.;

R_o – радиус камеры, м.

Рассмотрим вес ПИ в усеченном полном конусе с учетом, что камера всегда заполнена пульпой или водой.

Вес пород цилиндра:

$$G_1 = \pi \cdot m \cdot R_o^2 \cdot \gamma_1, \text{ тс.} \quad (1)$$



1 – кровля камеры; 2 – почва камеры; 3 – бока камеры; 4 – поверхность; 5 – добычная скважина.

Рисунок 1 – Схема к определению нагрузок на кровлю 1 и бока камеры 3

Вес пород усеченного конуса ABCDEF:

$$G_k = \frac{\pi \cdot m \cdot \gamma_1}{3} \left[\left(R_o + \frac{m}{\operatorname{tg}\varphi} \right)^2 + R_o^2 + \left(R_o + \frac{m}{\operatorname{tg}\varphi} \right) \cdot R_o \right], \text{тс.} \quad (2)$$

Вес пород усеченного полого конуса ABCDEF:

$$G_2 = G_k - G_1 = \frac{\gamma_1 \cdot \pi \cdot m}{3} \left[\left(R_o + \frac{m}{\operatorname{tg}\varphi} \right)^2 + R_o^2 + \left(R_o + \frac{m}{\operatorname{tg}\varphi} \right) \cdot R_o \right] - \pi \cdot m \cdot R_o^2 \cdot \gamma_1, \text{тс.} \quad (3)$$

Давление на кровлю камеры определяется по известной формуле А.С. Булычева [1]:

$$P = \frac{\gamma r - 2C}{2\lambda \cdot \operatorname{tg}\varphi} \left[1 - \exp\left(-2\lambda \frac{H}{r} \operatorname{tg}\varphi \right) \right], \text{тс/м}^2, \quad (4)$$

где

γ - тс/м², удельный вес;

C - сцепление, тс/м²;

λ - коэффициент бокового распора, $0 < \lambda < 1$;

φ - угол внутреннего трения, град. или (угол естественного откоса для сыпучего материала) град.;

r - полуширина пролета камеры, м;

H - глубина залегания, м.

Исследование функции позволяет заключить, что при $F \geq 3$

$$F = 2\lambda \frac{H}{r} \operatorname{tg}\varphi \geq 3 \quad (5)$$

можно принять:

$$\exp(-F) \cong 0, \quad (6)$$

тогда для (4) и C запишем:

$$P = \frac{\bar{\gamma} \cdot r - 2C}{2\lambda \cdot \operatorname{tg}\varphi}, \text{тс/м}^2. \quad (7)$$

Для слабосвязных грунтов имеем $C = 0$, тогда получим:

$$P = \frac{\bar{\gamma} \cdot r}{2\lambda \cdot \operatorname{tg}\varphi}, \text{ тс/м}^2. \quad (8)$$

Таким образом, с максимальным запасом надежности напряжения на кровле камер можно определить по простой формуле:

$$P = \frac{\bar{\gamma} \cdot r}{2\lambda \cdot \operatorname{tg}\varphi}, \text{ тс/м}^2. \quad (9)$$

Эту формулу рекомендуется применять при значениях:

$$2\lambda \frac{H}{r} \operatorname{tg}\varphi \geq 3.$$

Рассмотрим конкретный пример для условий: $H = 350$ м; $\bar{\gamma} = 1,83$ тс/м³; $r = 4$ м; $\lambda = 0,23$; $\varphi = 38^\circ$; $C = 0,8$ тс/м²; $\lambda = 0,4$.

По формуле (4) имеем:

$$P = \frac{1,83 \cdot 4 - 2 \cdot 0,8}{2 \cdot 0,4 \cdot \operatorname{tg}38} \left[1 - \frac{1}{e^{\frac{2 \cdot 0,4 \cdot 350}{4} \cdot \operatorname{tg}38}} \right] = 92 \text{ тс/м}^2 - 10 \text{ м вод. ст.}$$

По формуле (9):

$$P = \frac{1,83 \cdot 4}{2 \cdot 0,4 \cdot 0,78} = 12 \text{ тс/м}^2 = 12 \text{ м вод. ст.}$$

При глубине $H = 350$ м статический напор воды в камере составит:

$$S_{\text{ст}} = 350 \text{ м вод. ст. или } 35 \text{ ати,}$$

что значительно больше $P = 12$ м вод. ст.

Следовательно, камера будет устойчивой.

Здесь можно решить обратную задачу поиска полуширины камеры – r , исходя из $S_{\text{ст}}$:

$$S_{\text{ст}} = \frac{\bar{\gamma} \cdot r}{2\lambda \cdot \text{tg}\varphi}, \quad (10)$$

откуда

$$r \leq \frac{S_{\text{ст}} \cdot 2\lambda \cdot \text{tg}\varphi}{\bar{\gamma}}. \quad (11)$$

Для нашего примера получим:

$$r \leq \frac{350 \cdot 2 \cdot 0,4 \cdot 0,78}{1,83} = 119 \text{ м},$$

т.е. камера любой длины и шириной 238 будет устойчивой.

При небольших глубинах $S_{\text{см}}$ будет незначительным, поэтому следует учесть подкрепление пород усеченного конуса статическим напором.

Вес пород усеченного конуса, подверженных сдвигению определяется по формуле (3):

$$G_2 = \frac{\gamma_1 \cdot \pi \cdot m}{3} \left[\left(R_0 + \frac{m}{\text{tg}\varphi} \right)^2 + R_0^2 + \left(R_0 + \frac{m}{\text{tg}\varphi} \right) \cdot R_0 \right] - \pi \cdot m \cdot R_0^2 \cdot \gamma_1 = \quad (12)$$

$$\gamma_1 \cdot m \left\{ 1,06 \left[\left(R_0 + \frac{m}{\text{tg}\varphi} \right)^2 + R_0^2 + \left(R_0 + \frac{m}{\text{tg}\varphi} \right) \cdot R_0 \right] \right\} - \pi \cdot R_0^2, \text{ тс.}$$

Рассмотрим пример: $H = 10$ м; $m = 8$ м, $\text{tg}38 = 0,78$; $R_0 = 8$ м;
 $\gamma_1 = 1,83$ тс/м³

$$G_2 = 1,83 \cdot 8 \left\{ 1,06 \left[\left(8 + \frac{8}{0,78} \right)^2 + 64 + \left(8 + \frac{8}{0,78} \right) \cdot 8 \right] \right\} - 3,14 \cdot 6 = 821 \text{ тс.}$$

Боковая площадь конуса по линии сдвига будет:

$$S_0 = 2\pi R_0 \cdot m = 64 \cdot 6,28 = 402 \text{ м}^2;$$

$$S_H = m \cdot R_0 = 402 \cdot 8 = 3216 \text{ тс.}$$

Так как имеем неравенство в виде: $S_H > S_2$, то поэтому сдвигения пород цилиндра не произойдет.

Из формулы (4) легко установить предельную глубину H при которой камера шириной $2r = R_0$ будет устойчивой, исходя из условия:

$$\frac{1}{e^{2\lambda \frac{H}{r} \operatorname{tg}\varphi}} \leq 0,02 \quad (13)$$

Из условия (13) получим условие:

$$2\lambda \frac{H}{r} \operatorname{tg}\varphi \geq 4 \quad (14)$$

и

$$H \geq \frac{2r}{\lambda \cdot \operatorname{tg}\varphi}, \text{ м.} \quad (15)$$

Пример, $r = 4 \text{ м}$; $\lambda = 0,24$; $\varphi = 38^\circ$.

Из (15) имеем:

$$H \geq \frac{8}{0,24 \cdot 0,78} \geq 43 \text{ м.}$$

Литература

1 Булычев Н.С. Механика подземных сооружений. М., Недра. 1989. 270 с.

КОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕРА КУСКА ДРОБЛЕННОЙ РУДЫ ПРИ КУЧНОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ МЕТАЛЛОВ

Уатылған кен көлемін үймелік ерітінділеу кезінде ұтымды жасаудың толғақты инженерлік мәселелерінің шешімі ұсынылған.

Дано решение актуальной инженерной задачи оптимизации размера куска дробленной руды при КВ металлов.

Solution of essential engineering task of optimization of size of a lump of ground ore at metal heap leaching is given.

При отсыпке штабеля руды для кучного выщелачивания металла характерный размер куска руды – d после дробления имеет первостепенное значение по следующим причинам.

С увеличением размера d в квадратичной зависимости растет время выщелачивания металла – t_b , а, следовательно, и суточные затраты по руднику.

Но в то же время затраты на дробление рудной массы для штабеля убывают по экспоненте. Следовательно, вполне очевидно существование такого размера d_0 , при котором затраты по руднику КВ будут минимальными. Решению задачи поиска оптимального значения d_0 и посвящена настоящая статья.

Обозначим:

$V_{шт}$ – объем проектируемого штабеля для КВ, м³;

ρ_n – плотность пород для штабеля, т/м³;

$M_{шт} = \rho_n \cdot V_{шт}$ – масса руды в штабеле, т;

\hat{d} – минимальное значение размера необходимого куска руды для штабеля, см;

\hat{d} – то же максимального размера, см.

Для отыскания d_0 запишем функцию цели в виде [1] суммарных затрат:

$$J = V_{шт} \frac{\alpha}{d^2} + C_0 \frac{d^2 \cdot \ell_n \frac{11,4}{\epsilon_n \cdot \pi^2}}{D_n \cdot \pi^2} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где первый член обозначает затраты на дробление, $\frac{\alpha}{d^2}$ \$/м³;

второй член - суточные затраты по руднику КВ; поиск d_0 производится в интервале ограничения:

$$d \leq d_0 \leq \hat{d}, \quad (2)$$

где d_0 может быть в интервале (2) или на границе (2).

Математический минимум находится из уравнения:

$$\frac{\partial J}{\partial d} = -\frac{V_{\text{шт}} \cdot \alpha}{d^3} + \frac{2d \cdot \ln \frac{11,4}{\varepsilon_n \cdot \pi^2}}{D_n \cdot \pi^2} = 0. \quad (3)$$

Из уравнения (3) имеем:

$$d^4 = \frac{\alpha \cdot V_{\text{шт}} \cdot D_n \cdot \pi^2}{\ln \frac{11,4}{\varepsilon_n \cdot \pi^2}}. \quad (4)$$

Откуда математический оптимум будет:

$$d_0 = \sqrt[4]{\frac{\alpha \cdot V_{\text{шт}} \cdot D_n \cdot \pi^2}{\ln \frac{11,4}{\varepsilon_n \cdot \pi^2}}}, \text{ см.} \quad (5)$$

Если имеем результат, когда $d_0 < \hat{d}$, то за оптимум принимаем \hat{d} ; и если $d_0 > \hat{d}$, то за оптимум принимаем:

$$d_0 = \hat{d}. \quad (6)$$

На этом решение задачи заканчивается.

Рассмотрим конкретный пример.

Дано: $\alpha = 0,05 \text{ см}^2 \cdot \$/\text{м}^3$; $\varepsilon_n = 0,9$; $V_{\text{шт}} = 1,5 \cdot 10^3 \text{ м}^3$; $D_n = 0,864 \cdot 10^{-3} \text{ см}^2/\text{сут}$.

По формуле (5) получим:

$$d_0 = \sqrt[4]{\frac{0,05 \cdot 1,5 \cdot 10^3 \cdot 0,864 \cdot 9,86}{10^3 \cdot 0,25}} = 1,2 \text{ см.}$$

Время обработки штабеля при $d_0 = 1,2$ см будет:

$$t_0 = \frac{1,2 \cdot 10^3 \cdot \ln \frac{11,4}{0,9 \cdot 9,86}}{0,864 \cdot 9,86} = 42 \text{ суток.}$$

Получен вполне хороший результат, обеспечивающий минимум суммарных затрат на дробление руды от исходного сырья до размера $d_0 \leq 12$ мм и на процесс диффузионного растворения металла в штабеле.

При $C_0 = e^{-\alpha d}$ имеем:

$$\frac{\partial J}{\partial d} = -\frac{M_{\text{ш}} \cdot \alpha}{e^{\alpha d}} + \frac{C_0 \cdot 2d \cdot \ln \frac{11,4}{\varepsilon_n \cdot \pi^2}}{D_n \cdot \pi^2} = 0. \quad (7)$$

Из уравнения (7) имеем:

$$d \cdot e^{\alpha d} = -\frac{M_{\text{ш}} \cdot \alpha \cdot D_n \cdot \pi^2}{2 \cdot C_0 \cdot \ln \frac{11,4}{\varepsilon_n \cdot \pi^2}}. \quad (8)$$

В явном виде это уравнение не решается.

Если имеем, что $C_0 = e^{-\alpha d}$, то самый простой путь реализации модели (1) и (2) состоит в решении уравнения (8) в два этапа. Задаем дискретные значения d в интервале $\{d_{\downarrow}; \hat{d}\}$ с некоторым шагом δd . Пусть при этом будет N значений $d_{\downarrow} + \delta d_j$; где:

$$\delta d_j = \frac{\hat{d} - d_{\downarrow}}{N}. \quad (9)$$

Для любых значения $d_j \in \{d_{\downarrow}; \hat{d}\}$ в соответствии с (5) находим величину $e^{\alpha d_j}$ и результат расчетов сводим в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты расчетов $e^{\alpha d_j}$.

$e^{\alpha d_j}$	d_{\downarrow}	$d_{\downarrow} + \delta d_j$	\hat{d}_j
j	1	2				$N+1$

Из уравнения (4) находим:

$$d_{oj} = \frac{\alpha \cdot M_{\text{ур}} \cdot D_{\pi} \cdot \pi^2}{4 \cdot e^{\alpha j} \cdot \ell n \frac{11,4}{\varepsilon_{\pi} \cdot \pi^2}} \quad (10)$$

$j = 1, 2, \dots, N$.

Анализ решений по d_{oj} (10) показывает:

- если $d_{o1} < d_{o2} < \dots < d_{oN}$, то решение d_o лежит на левой границе, т.е.

$$d_o = \underset{\vee}{d}, \text{ см}, \quad (11)$$

если $d_{o1} > d_{o2} > \dots > d_{oN}$, то решение лежит на правой границе; если $\underset{\vee}{d} < d_o < \hat{d}$, то d_o и будет решением поставленной задачи.

Второй путь более простой, решение этой задачи состоит в переборе значений функции цели (1) в интервале $\underset{\vee}{d} \leq d \leq \hat{d}$ через некоторые равные приращения от $\underset{\vee}{d}$ до \hat{d} , позволяющий отыскать абсолютный минимум (1), который будет либо на концах $\underset{\vee}{d}$; \hat{d} либо внутри этих значений.

На этом решение первой задачи по оптимизации размера куска руды d следует считать законченной.

Кроме первой задачи необходимо параллельно решать и вторую.

Задача № 2. Известно, что с уменьшением d время диффузионного растворения уменьшается по квадратичной зависимости:

$$t_3 = \frac{d^2 \cdot \ell n \frac{11,4}{\varepsilon_{\pi} \cdot \pi^2}}{D_{\pi} \cdot \pi^2}, \text{ сут.} \quad (12)$$

Но в штабеле руды при этом по экспоненциальной зависимости уменьшается коэффициент фильтрации:

$$K_{\phi} = K_{\phi} \cdot e^{\beta d}, \text{ м/сут.} \quad (13)$$

где β - статистический коэффициент определяется по натурным замерам или в лаборатории на перколяционной колонне;

K_{ϕ} - первоначальное значение коэффициента фильтрации для некоторого начального значения d .

С уменьшением K_{ϕ} возрастает время фильтрационного переноса металла в растворе по зависимости, например, для квадратной ячейки:

$$t_{\phi} = \frac{174 \cdot R_o^2 \cdot \rho_{\pi} \cdot f}{\beta \cdot K_{\phi} (n \cdot S_{\pi} + S_o) \cdot \ln \left(\ln \frac{R_o}{R_c} \right)}, \text{сут.} \quad (14)$$

где R_o – оптимальный радиус ячейки, м;

f – отношение жидкого к твердому при достижении проектного значения ε_{π} – коэффициента извлечения

$$\beta = \frac{0,675}{f}; \quad \ln \left(\ln \frac{R_o}{R_c} \right) = 1,65; \quad (15)$$

$$K_{\phi}^* = K_{\phi}^* \cdot e^{\alpha d}, \text{ м/сут.};$$

$n = \frac{N_{\text{зф}}}{N_{\text{отф}}}$ – параметр отношения числа закачных к числу откачных

фильтров в штабеле;

S_{π} – динамический напор на закачных фильтрах, м вод. ст.;

S_o – депрессия на откачных фильтрах, м вод.ст.;

R_c – радиус фильтров, м.

Процесс КВ называется идеальным при равенстве времени t_o диффузионного растворения и t_{ϕ} (), т.е.

$$\frac{d^2 \cdot \ln \frac{11,4}{\varepsilon_{\pi} \cdot \pi^2}}{D_{\pi} \cdot \pi^2} = \frac{165 \cdot R_o^2 \cdot \rho_{\pi} \cdot f^2}{K_{\phi}^* \cdot e^{\beta d} (n \cdot S_{\pi} + S_o)}, \quad (16)$$

Из уравнения (12) следует:

$$d^2 \cdot e^{\beta d} = \frac{165 \cdot R_o^2 \cdot \rho_{\pi} \cdot f^2 \cdot D_{\pi} \cdot \pi^2}{\ln \frac{11,4}{\varepsilon_{\pi} \cdot \pi^2} [K_{\phi}^* (n \cdot S_{\pi} + S_o)]}. \quad (17)$$

Для определения оптимального значения d_o , обеспечивающего идеальный процесс КВ, функцию $e^{\beta d}$ заменим с определенной погрешностью на более простую:

$$e^{\beta d} \cong \beta_1 \cdot d^2. \quad (18)$$

Подставляя (14) в (13) и решая новое уравнение, получим:

$$d_o = \sqrt[4]{\frac{165 \cdot R_o^2 \cdot \rho_{\pi} \cdot f^2 \cdot D_{\pi} \cdot \pi^2}{\beta_1 [K_{\phi}^* (n \cdot S_{\pi} + S_o)] \ln \frac{11,4}{\varepsilon_{\pi} \cdot \pi^2}}}, \text{ см.} \quad (19)$$

Рассмотрим конкретный пример. Дано $R_o = 6$ м; $\rho_{\pi} = 1,7$ т/м³; $f = 1$; $D_{\pi} = 0,864 \cdot 10^{-3}$; $K_{\phi}^* = 2$ м/сут.; $S_{\pi} = 100$ м вод. ст.; $S_o = 5$ м вод. ст.; $\pi = 2$; $\varepsilon_{\pi} = 0,9$; $\beta_1 = 12,5$.

$$d_o = \sqrt[4]{\frac{86025}{12,5 \cdot 102500}} = 0,5 \text{ см.}$$

Получен вполне реальный и удовлетворительный ответ: оптимальный диаметр крупности куска в штабеле равен 5 мм.

Литература

1 Рогов А.Е., Рыспанов Н.Б. Математические основы геотехнологий. Алматы, FORTRESS, 2007, 367 с.

МАКЕТ

Рогов А.Е., Рогов Е. А.

О НОВОЙ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДИФфуЗИОННОГО РАСТВОРЕНИЯ МЕТАЛЛОВ ПРИ ИХ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ

Металдарды, сонның ішінде уранды диффузиялық еріту барысында бұрын белгісіз болған заңдылыққа теориялық негіздеме берілді.

Дано теоретическое обоснование ранее не известной закономерности при диффузионном растворении металлов, в частности урана.

Theoretical substantiation is given to the unknown before regularity at diffusion dilution of metals, in particular uranium.

При кучном выщелачивании (КВ) и подземном скважинном выщелачивании (ПСВ) металлов протекают совместно процессы диффузионного растворения и фильтрационного переноса в пористых средах штабеля и продуктивного пласта. При этом выходная функция содержания металла в продуктивном растворе (ПР) описывается сложной нелинейной зависимостью по времени t вида [1]:

$$C_{\text{пр}}(t) = \frac{\hat{C}_{\text{пр}} \cdot e \cdot (t - t_3)}{T_3} \exp\left(-\frac{t - t_3}{T_3}\right), \text{ мг/л}, \quad (1)$$

где e – основание натурального логарифма, $e = 2,72$;

$\hat{C}_{\text{пр}}$ – максимальное содержание металла в ПР, при этом:

$$\frac{\partial C_{\text{пр}}(t)}{\partial t} = 0; \quad t_3 - \text{время закисления ячейки, лет};$$

T_3 – время достижения $\hat{C}_{\text{пр}}$, вторая кинетическая константа, лет.

Путем статистических наблюдений было подмечено, что величина $\hat{C}_{\text{пр}}$ достигается практически в каждой ячейке ПСВ урана и на

опытных участках при одной и той же величине коэффициента извлечения, равном около 30% [1]. Этот факт требовал какого-либо теоретического обоснования, который нигде не обсуждался. В этой связи нами сделана попытка теоретическим путем объяснить новое свойство диффузионного растворения и фильтрационного переноса металлов при ПСВ.

Ранее в наших известных монографиях [1, 2] и статьях было показано, что коэффициент извлечения металла при ПСВ, а также и КВ хорошо описывается кривой:

$$\varepsilon(t) = 1 - \exp(-C_1 t), \quad (2)$$

где C_1 – некоторая постоянная для конкретных условий ячейки величина названная нами первой кинетической константой, 1/год.

Исходя из закона сохранения массы при извлечении металла способом ПСВ и КВ, нами было строго установлено соотношение:

$$T_0 = \frac{1}{e \cdot C_1}, \text{ лет}, \quad (3)$$

где T_0 – время достижения максимума металла в ПР, которое названо нами второй кинетической константой ПСВ.

Определим по формуле (2) извлечение при времени T_0 , получим:

$$\varepsilon(T_0) = 1 - \exp\left(-\frac{1}{e}\right) = 1 - \frac{1}{e^{1/e}} = 0,304. \quad (4)$$

Из условия (4) вытекает новое объективное свойство диффузионного растворения металлов при ПСВ металлов.

Свойство. За период T_0 начала процесса диффузионного растворения металла до достижения максимума содержания его в ПР извлекается около 30% всего содержащегося в ячейке ПСВ или в лабораторном аппарате КВ – перколяционной колонне, металла при постоянном расходе выщелачивающих растворов за время T_0 .

Для обоснования этого, на первый взгляд, необычного явления рассмотрим диффузионное растворение металла из кусков руды шаровой формы.

Пусть радиус шарика руды будет $R_{ш}$, тогда в нем содержится металла при его концентрации C_o , г/м³:

$$M_{ш} = \frac{4\pi}{3} C_o \cdot \rho_{п} \cdot R_{ш}^3, \text{г.} \quad (5)$$

Максимальная скорость диффузии металла достигается из поверхности шара $S_{ш} = 4\pi R^2$, м² с рудой.

По мере диффузии металла радиус шара внутри которого имеется металл, будет уменьшаться. При этом путь диффундирующего металла к поверхности шара будет увеличиваться, а скорость диффузии будет уменьшаться.

Поставим условие, когда масса диффундируемого металла в сфере некоторой толщиной и внутреннего шара составляет 1 к 2, т.е. (рис. 1) $V_1 = 2V_2$.

Исходя из поставленного условия равенства масс для двух тел, получим уравнение:

$$\frac{4}{3} \pi \cdot R_{ш}^3 \cdot C_o \cdot \rho_{п} - \frac{4}{3} \pi \cdot R_1^3 \cdot C_o \cdot \rho_{п} = \frac{8}{3} \pi \cdot R_1^3 \cdot C_o \cdot \rho_{п}. \quad (6)$$

Решая уравнение (6) относительно R_1 , получим простейшее выражение:

$$R_1 = 0,693 R_{ш}. \quad (7)$$

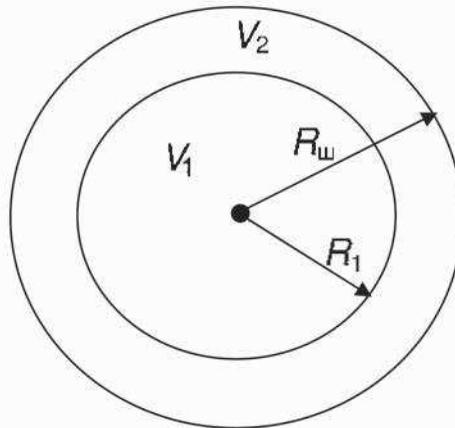


Рисунок 1 – К определению масс металла в сфере толщиной $m = R_{ш} - R_1$ и в шаре радиусом – R_1 .

Откуда толщина сферы V_2 будет:

$$m = 0,307R_{ш}. \quad (8)$$

Из выражения (8) можно заключить следующее:

- за время T_0 весь металл диффундирует из сферы V_2 и составит порядка 30% от общей его массы в шаре;

- на границах поверхностей внутреннего шара V_1 и сферы V_2 скорость диффузии будет равна скорости фильтрационного массопереноса металла;

- в сфере V_2 скорость диффузии превышает скорость массопереноса путем смыва и фильтрации раствором металла, поэтому кривая $C_{пр}(t)$ на участке 0-T быстро растет до максимума - $\hat{C}_{пр}$ (рис. 2);

- в шаре V_1 скорость диффузии меньше скорости фильтрации раствора, поэтому за счет его разжижения кривая продуктивности по времени t имеет падающую кривую (рис. 2)

Рассмотренная интерпретация нового ранее неизвестного явления может быть с успехом использована во многих практических действиях и расчетах при проектировании и управлении процессами КВ и ПСВ металлов.

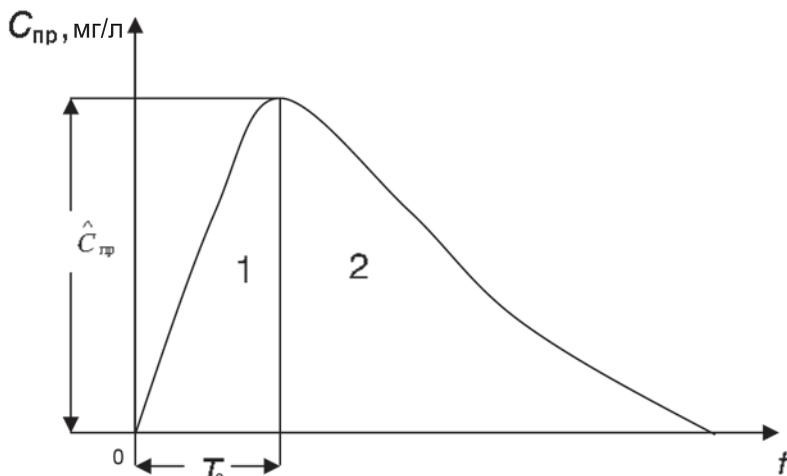


Рисунок 2 – Кривая 1 $C_{пр}(t)$.

Приведем некоторые примеры, подтверждающие новое явление.

В монографии Толстова Е.А. [3] приводится пример кучного выщелачивания золота (стр. 265, рис. 6.5.2) цианированием рудной массы. Из этого примера видно, что максимум содержания золота в ПР достигается через 2 суток и составляет 1,9 г/л.

К этому моменту за двое суток извлекается ровно 30% золота. Обработкой статистических данных, приведенных [3], нами для этого случая получена следующая формула для определения коэффициента извлечения золота от времени:

$$\varepsilon(t) = 1 - \frac{1}{e^{0,6t}} - 0,4, \quad (8)$$

где t – время в сутках.

Здесь $C_1 = 0,4$ при $T_0 = 2$ сут. по формуле (8) получается:

$$\varepsilon(2) = 1 - \frac{1}{e^{0,6 \cdot 2}} - 0,4 = 0,3,$$

т.е. то значение - ε , которое и было достигнуто в эксперименте.

Второй пример, подтверждающий теоретическую модель диффузионного растворения металла, в частности золота, из идеальной частицы – шара.

Исследовалась проба Т-4/1 из месторождения золота Тохтазан, расположенное в горах Киргизии [4].

Уравнение $\varepsilon(t)$ восстанавливалось нами по результатам выщелачивания золота цианированием на перкаляционной колонне [4].

Путем статистической обработки результатов выщелачивания было получено уравнение:

$$t_3 = \frac{1}{0,32} \ln \frac{1}{1 - 0,3 - 0,22} = 2,3$$

Это время совпадает с опытными данными.
Проверим извлечение по (9) через 10 суток:

$$\varepsilon(10) = 1 - \frac{1}{e^{0,32 \cdot 10}} - 0,22 = 0,74,$$

что также совпадает с опытными данными [4].

И, наконец, через 4 суток было извлечено 50% золота из пробы.
Проверим это по формуле (9):

$$\varepsilon(4) = 1 - \frac{1}{e^{0,32 \cdot 4}} - 0,22 = 0,5.$$

Таким образом, теоретическая модель диффузионного растворения металла из частиц – шаров весьма удовлетворительно описывает процесс выщелачивания металлов.

В заключение следует отметить, что процессы КВ и ПСВ требуют бо-лее углубленного изучения с позиции взаимодействия диффузии и фильтрационного массопереноса металлов в пористых средах.

В дальнейших наших исследованиях была получена более точная формула для коэффициента извлечения металла в функции времени в виде [2]:

$$\varepsilon(t) = 1 - \left(1 + \frac{t - t_3}{T_o} \right) \exp \left(- \frac{t - t_3}{T_o} \right), \quad (10)$$

Оценим величину критерия извлечения $\varepsilon(t)$ для $t = T_o$ по формуле (10):

$$\varepsilon(T_o) = 1 - \left(1 + \frac{T_o - t_3}{T_o} \right) \exp\left(-\frac{T_o - t_3}{T_o} \right). \quad (11)$$

По фактическим данным наблюдений при отработке блоков продуктивного пласта урана в регионе горных предприятий ПВ Казахстана можно утверждать:

$$t_3 \ll T_o. \quad (12)$$

Кроме того, на интервале времени t_3 – замещения пластовых вод ВР в блоке продуктивного пласта можно считать, что:

$$C_{\text{пр}} = 0,$$

где $C_{\text{пр}}$ – концентрация металла в продуктивном растворе, мг/л.

В этой связи принимаем без особой погрешности:

$$t_3 = 0. \quad (13)$$

Подставляя (13) в уравнение (11), получим:

$$\varepsilon(T_o) = 1 - \frac{2}{e} = 1 - 0,73 = 0,29. \quad (14)$$

Следовательно, по двум различным формулам для $\varepsilon(t)$ получен достаточно одинаковый результат. При достижении максимального содержания металла в продуктивном растворе (ПР) на откачных скважинах достигается тридцатипроцентное его извлечение.

Это уникальное свойство ПСВ металлов позволяет сделать фундаментальные выводы:

- тридцатипроцентное извлечение металла достигается за время, равное достижению максимума содержания его в ПР;

- этот показатель может приниматься за тестовый. Так, имеем для любой ячейки:

$$0,3 \cdot n \cdot R_o^2 \cdot m \cdot \varepsilon_{\text{п}} = T_o \cdot \overline{C}_{\text{п}} \cdot Q_o, \quad (15)$$

где n – геометрический параметр ячейки (2,6; 2,0; 1,6);

R_o – радиус ячейки, м;

m – продуктивность пласта, кг/м²;

$\varepsilon_{\text{п}}$ – проектное значение коэффициента;

$\overline{C}_{\text{п}}$ – среднее содержание металла в ПР за время T_o , лет;

Q_o – общий дебит ПР, м³ за время T_o .

Из формулы (15) легко вычислить время T_o :

$$T_o = \frac{0,3 \cdot n \cdot R_o^2 \cdot m \cdot \varepsilon_{\text{п}}}{\overline{C}_{\text{п}} \cdot Q_o}, \text{ лет.} \quad (16)$$

Уравнение (16) позволяет теоретически определить величину второй кинетической постоянной уже во время проектирования.

Понятно, что для этого необходимо знать Q_o и R_o :

$$Q_o = 365 \frac{1,157 \cdot 2\pi \cdot K_{\phi} \cdot M_3 \cdot N_{\text{oc}} (n \cdot S_{\text{н}} + S_o)}{10^2 \left(\ln \frac{R_o}{R_c} + S_{\text{к}} \right)}$$

или

$$Q_o = 26,52 \frac{\overline{K}_{\phi} \cdot M_3 \cdot N_{\text{oc}} (n \cdot S_{\text{н}} + S_o)}{\ln \frac{R_o}{R_c} + S_{\text{к}}}, \text{ м}^3 \quad (17)$$

R_o – оптимальный радиус ячейки определяется по нашим формулам для различных геометрических форм [1];

\overline{K}_{ϕ} – среднее для блока значение коэффициента фильтрации продуктивного пласта, м/сут;

M_3 – эффективная мощность продуктивного пласта, м;

N_{oc} – число откачных скважин в блоке;

S_n – динамический напор, компрессия на ЗС, м вод.ст.;

S_o – депрессии на ОС, м вод.ст.;

$n = \frac{N_x}{N_{oc}}$ - параметр отношения числа ЗС в блок к числу ОС.

Литература

1 Рогов Е.И., Язиков В.Г., Рогов А.Е. Математическое моделирование в горном деле (геотехнология металлов), Алматы, 2002, Lem, 214 с.

2 Язиков В.Г. и др. Геотехнология металлов. Алматы, 2005, 365 с.

3 Толстов Е.А. Физико-химические геотехнологии. М., МГГУ – 1999, 312 с.

4 Исследования по цианидному выщелачиванию технологических проб Т-4 и Т-6 руды месторождения Тохтазан на бутылочном агитаторе и в колоннах. Отчет ЦНИЛ АО "КГРК", г. Кара-Балта, 2003 г.

**Битимбаев М. Ж., Орынгожин Е.С., Абдугалиева Г.Ю.,
Жангалиева М.Ж.**

РЕВЕРСИРОВАНИЕ ПОТОКА РАСТВОРА НА СТАДИИ ЗАКИСЛЕНИЯ БЛОКОВ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНА

Мақалада руданы қышқылдату кезінде сілтілеу еріткішінің бағытөзгертпелігіндегі ағынының жерасты сілтілеу процесінің қарқыны мен күкірт қышқылының шығынына әсерлерін зертханалық жағдайда зерттеудің нәтижелері берілген.

В статье приведены результаты лабораторных исследований влияния реверсирования потока раствора выщелачивания при закислении руды на интенсивность процесса подземного выщелачивания и расход серной кислоты.

In the article are results of laboratory research of the influence of reversing the flow leaching solution by acidification of the ore to the intensity process of leaching and consumption of sulfuric acid.

Разработка гидрогенных урановых месторождений подземным серноокислотным выщелачиванием (ПВ), как правило, связана с большим расходом кислоты. На практике удельные расходы кислоты при выщелачивании урана составляют десятки и даже первые сотни килограммов на килограмм добытого урана. Между составом рудовмещающих пород, параметрами рудоносности, расходами кислоты и скоростью процесса выщелачивания существует функциональная связь. Поэтому изыскание способов интенсификации процесса ПВ и сокращение расхода серной кислоты на единицу добываемого урана является актуальной задачей геотехнологической науки и промышленной практики.

С целью изучения влияния реверсирования потока раствора выщелачивания при закислении руды, на интенсификацию процесса ПВ и сокращение расхода серной кислоты, проведены лабораторные исследования реверса. Исследования проведены на лабораторном стенде, состоящем из фильтрационных трубок, сосуда Мариота, мерной емкости, пробоотборников, контрольно-измерительной аппаратуры [1].

Две параллельные трубки стенда диаметром 75 мм, длиной по 3м заполнялись ураносодержащей рудой до плотности соответствующей

щей ее плотности в естественном состоянии (1,65 кг/дм) и замачивались пластовой водой. Минерализация пластовой воды 4,2 г/дм³, химический состав –сульфатно-хлоридный натриевый.

Химический состав руды, в %:

U(IV) + U(VI) – 0,06; MgO – 0,28; Al₂O₃ –18,2; P₂O₅ – 0,35; SiO₂ – 58,7;

K₂O₃ – 4,3; CaO – 2,12; TiO₂ – 0,8; MnO – 0,09; Fe₂O₃ – 1,81; FeO – 0,51;

N₂O – 0,45; Сорг – 3,0; FeS – 4,1; ZrO₂ – 0,9; KCl – 4,2.

Следует отметить, что в руде, взятой для эксперимента, минералы урана представлены коффинитом, настураном, урановыми чернями и более редко вторичными минералами. Распределение урана по песковым фракциям достаточно равномерное. Поровые наполнители алеврит – глинистых классов руды повсеместно обогащены ураном. В исследованной руде 60-65% урана находилось в легкорастворимой шестивалентной форме.

После замачивания рудного материала пластовой водой через трубки пропускался 2,5% -ный раствор серной кислоты при постоянном напоре, обеспечивающем начальную скорость фильтрации 1 м/сутки.

После закисления рудного материала до половины длины трубок (рН = 3-3,5) в одной из них направление движения выщелачивающего раствора изменялось на обратное. Процесс ПВ в обеих трубках доводился до извлечения урана 90%. Содержание урана, двух- и трехвалентного железа в растворе выщелачивания определялась с помощью спектрофотометра «PERKIN-ELMER».

Для измерения окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) раствора использовалась установка с платиновым электродом [2]. Для измерения рН раствора использовался рН–метр. ОВП определялся с использованием индикаторного (платинового) электрода и электрода сравнения (каломельного). Продолжительность эксперимента составила 42 суток. Результаты эксперимента приведены на рисунках 1-3.

Как видно из рисунка 1 реверсирование потока выщелачивающего раствора на стадии закисления руды повысило ее проницаемость, снизило степень переосаждения урана и сопутствующих примесей, и значительно ускорило процесс закисления.

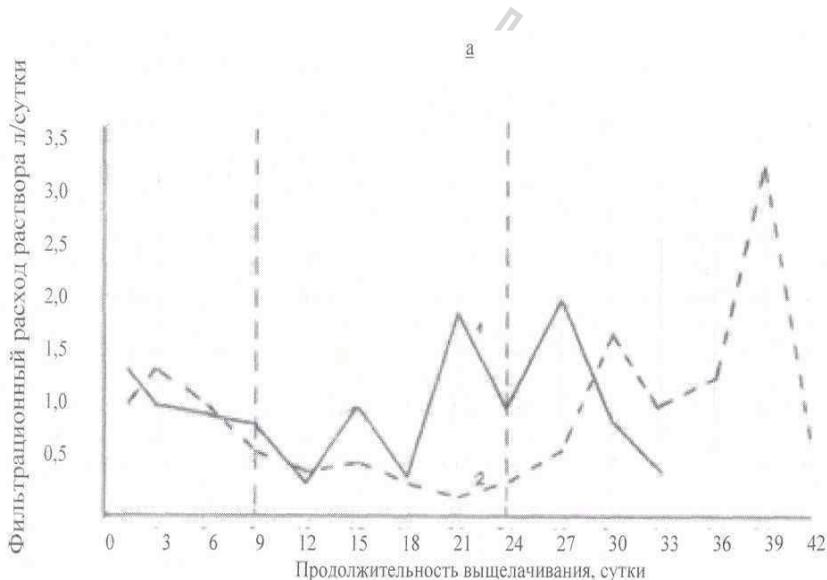
При взаимодействии с сернокислым раствором соотношение простых и комплексных ионов урана в растворе изменялось в зависимости от кислотности раствора и содержания в нем сульфат – ионов.

Концентрация урана в растворе зависела не столько от абсолютного содержания урана в руде, сколько от изменения химического состава раствора выщелачивания, реагирующего с карбонатами и другими минералами вмещающих пород.

(Вертикальные пунктирные линии – граница периода выщелачивания после реверсирования потока раствора).

Анализ рисунка 2 показывает, что 80-85%-ное извлечение урана трубке с реверсированием потока раствора на стадии закисления достигается на 9-10 суток быстрее, чем без реверсирования при тех же параметрах Ж:Т и параметрах расхода серной кислоты [2].

На трубке с реверсированием потока 90%-ное извлечение урана достигается при сокращении в 1,5 раза периода закисления и цикла выщелачивания (рисунок 2 а). Отношение Ж:Т и расход серной кислоты снижаются в 1,4 раза (рисунок 2 б, в).



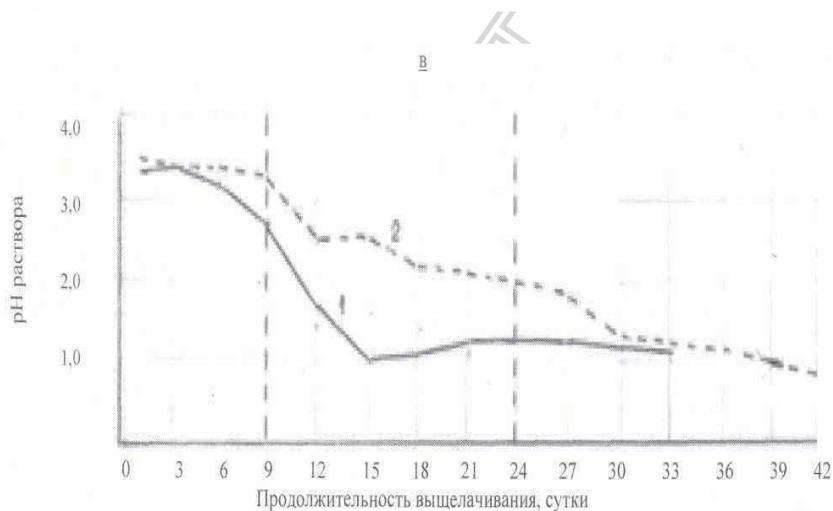
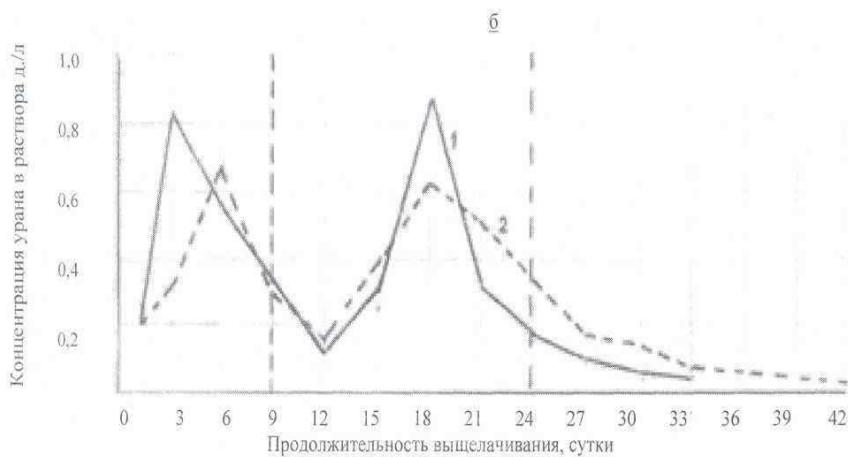


Рисунок 1 – Фильтрационный расход раствора (а), концентрация урана в растворе (б), pH раствора (в) в зависимости от выщелачивания с реверсированием (1), без реверсирования (2). (Вертикальные пунктирные линии – границы периода выщелачивания после реверсирования потока раствора выщелачивания)

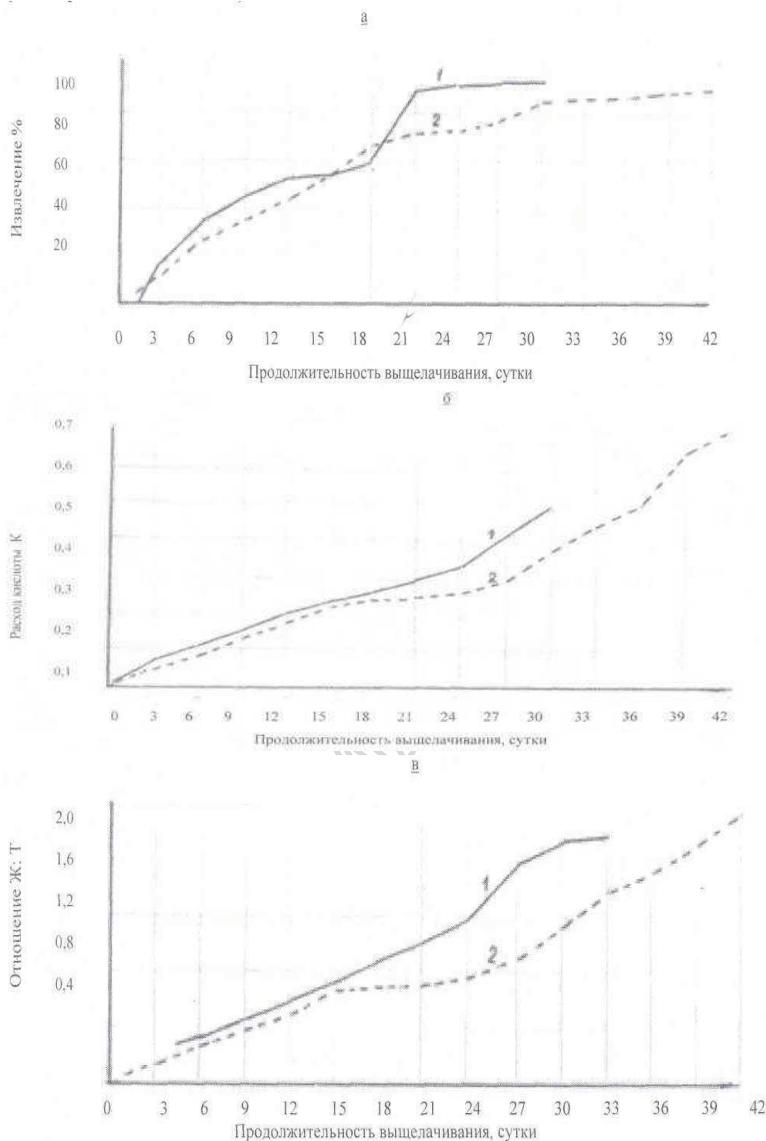


Рисунок 2 – Интегральные кривые величин извлечения (а), расхода серной кислоты (б) и отношения Ж:Т (в) в процессе выщелачивания с реверсированием (1), без реверсирования (2). (Вертикальные пунктирные линии – границы периода выщелачивания после реверсирования потока раствора выщелачивания)

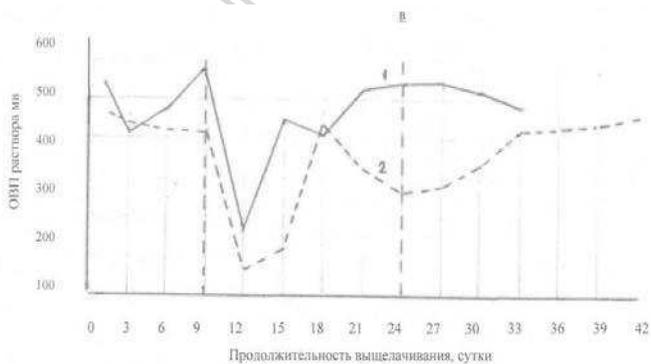
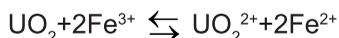


Рисунок 3 – Изменение содержания Fe(II) и Fe(III) железа в растворе (а и б), значение ОВП (в) в процессе выщелачивания с реверсированием потока раствора (1) и без реверсирования (2).

За кислeние руды с реверсированием потока раствора повышает ОВП среды (рисунок 3). ОВП раствора более ускоренно поднимается до 450-550 мВ, в то время как в трубке без реверсирования потенциал длительное время находится на уровне 250-300 мВ и не поднимается за весь цикл выщелачивания выше 450 мВ. Формирование ОВП находится в зависимости от соотношения двух- и трехвалентного железа. В кислой среде реакция между ураном и железом идет в направлении окисления урана и восстановления железа, при этом ионы Fe^{3+} являются непосредственными окислителями U(IV):



Установлено, что при соотношении $Fe^{3+}/Fe^{2+} \geq 1$ ОПВ раствора достигает +550 мВ и степень растворения UO_2 больше не увеличивается.

Таким образом, в соответствии с результатами лабораторных экспериментов можно утверждать, что при обработке урановых залежей способом подземного скважинного выщелачивания реверсирование потока раствора на стадии закисления пластов позволяет интенсифицировать отработку залежей и уменьшать расход серной кислоты. Двухстороннее (более ускоренное по сравнению с односторонними) закисление обрабатываемых блоков будет способствовать снижению степени переосаждения урана и сопутствующих примесей. Понизится степень кольматации пластов и прифилтровых зон скважин.

При реверсировании потока раствора на стадии закисления в 2 раза сокращаются линии тока раствора. Без дополнительного расхода кислоты рН раствора поддерживается в заданных границах. Растворенные компоненты находятся в условиях кислой среды, препятствующей выпадению в осадок. Следовательно, повышается стабильность работы эксплуатационных блоков и в целом эффективность добычи урана.

Литература

1. Земяков С.В., Митинов В.Н. Применение фтор-окислителей в переработке вторичного сырья благородных металлов. Благородные металлы: химия и технология. - Новосибирск. 1989.

2. Битимбаев М.Ж., Шарипова Н.С., Джумабаев Е.И., Орынгожин Е.С., Мейрамкулов М.Х. Исследование влияния воздействия электрического поля на сорбционное выщелачивание золота из растворов// Научный журнал Вестника НИА РК. – Алматы, 2006. - №2.

МАКЕТ

**Битимбаев М.Ж., Орынгожин Е.С., Абдугалиева Г.Ю.,
Ненашев Н.В.**

ХИМИЧЕСКАЯ КОЛЬМАТАЦИЯ И СПОСОБЫ ЕЕ УСТРАНЕНИЯ ПРИ ПОДЗЕМНОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ МЕТАЛЛОВ

Мақалада қышқыл мөлшерін азайтуға және ұңғыма дебитін жоғарылатуға, жалпы метал өндірудің экономикалық тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін, металдарды жер асты сілтілеу барысында кен жыныстарының кеңістік қуыстарының химиялық кольматациялануымен күресу тәсілдері қарастырылған.

В работе рассмотрены способы борьбы с химической кольматацией порового пространства рудоносных пород при подземном выщелачивании металлов, способствующие снижению расхода кислоты, повышению дебита скважин и, в целом, повышению экономической эффективности добычи металла.

The paper discusses the ways of struggle with the chemical colmatation of pore space of ore-bearing rocks in underground leaching of metals that contribute to acid displacement flow acids, increase well production and, in general the economic efficiency of extraction of metal.

Эффективность добычи металла подземным выщелачиванием (ПВ) через систему технологических скважин существенным образом зависит от стабильности работы скважин. В случаях нарушения заданных режимов эксплуатации скважин, нарушаются технологические параметры кинетики извлечения металла из недр, снижается эффективность работы добычного комплекса. Одной из характерных причин нарушения режима эксплуатации скважин является химическая кольматация порового пространства рудоносных пород, кольматация прифилтровых зон и фильтров скважин. Интенсивность процесса химической кольматации зависит от химического и минералогического состава рудовмещающих пород, от вида и концентрации рабочего реагента, применяемого для выщелачивания металла. Химическая кольматация возникает в результате осаждения твердых фаз, образующихся в процессе растворения минералов рудовмещающих пород.

По характеру воздействия на фильтрационные свойства рудов-

мещающих пород химическая кольматация может быть обратимой (временной) и необратимой [1]. Обратимая химическая кольматация развивается на всех стадиях закисления и отработки блоков. Особенно интенсивно она развивается на первых стадиях закисления, на границе перемещения кислых растворов. При закислении пласта из твердой фазы в раствор переходит значительное количество алюминия и железа, которые при повышении pH раствора образуют слаборастворимые соединения, кольматирующие поровое пространство продуктивных пластов. Гидроокислы железа $Fe(OH)_3$ выпадают в осадок в интервале pH от 2,0 до 3,5, гидроокислы алюминия $Al(OH)_3$ – в интервале 4,4-5,7. В результате выпадения в осадок этих рыхлых гидроокислов, проницаемость пласта может существенно ухудшиться, соответственно снизится дебит технологических скважин.

Твердые фазы образуются и выпадают в осадок в определенной последовательности, что обуславливает формирование в породах зональности с поступательным перемещением зон по направлению к откачным скважинам. При перемещении кислых растворов от закачных к откачным скважинам, выпавшие гидроокислы вновь растворяются и при снижении pH ниже 2,0 кольматационные эффекты исчезают.

К необратимой химической кольматации приводит выпадение гипса. Количество гипса, образующегося на единицу объема породы или раствора, обусловлено как исходной концентрацией раствора, так и содержанием карбонатного минерала в породе.

Гипсовая кольматация проявляется несколько позже газовой. Оценить ее можно после прекращения образования CO_2 и растворения гидроокислов металлов. Кольматация порового пространства гипсом определяется содержанием ионов кальция, которые переходят в раствор при взаимодействии серной кислоты с карбонатами и фосфатами кальция, с полевыми шпатами и другими минералами. Кроме того, ионы кальция могут переходить в раствор в результате ионообменных процессов в породах, содержащих значительное количество глинистых минералов, главным образом монтмориллонитовой группы.

Поскольку образование гипса сопровождается увеличением объема, можно заключить, что гипсовая кольматация и служит причиной значительных осложнений при подземном выщелачивании металлов.

Некоторые способы снижения кольматации приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Способы снижения кольматации

Соединения кольматанты	Содержание, %	Способ подавления кольматации					
		Увеличение кислотности раствора	Увеличение дебита скважин	Кислотная обработка скважин	Введение добавок	Удержание CO ₂ в растворе	Снижение кислотности раствора
CaCO ₃	< 2	–	–	–	HNO ₃	+	–
Mn(OH) ₂	> 3	+	–	–	–	–	–
Fe(OH) ₂	> 3	+	+	–	–	–	–
Al(OH) ₃	> 3	+	+	+	–	–	–
Fe(OH) ₃	> 3	+	+	–	–	–	–
Ti(OH) ₂	> 3	+	–	–	–	–	–
CaCO ₃	≈ 2-5	–	–	–	NH ₄ F	+	–
Фосфаты	0,5	+	–	–	NH ₄ F	+	–

Для предотвращения гипсообразования в объеме пласта можно рекомендовать использование ингибиторов солеотложения (хелатов) (таблица 2), которые способны связать ионы кальция, бария, железа и препятствовать их реакциям с сульфатами. Высокая эффективность от их применения достигается при стехиометрических дозировках. На блок производительностью 50 м³/час при средней дозировке 10 мг/л, годовой расход ингибитора не превысит 3 тонн.

В промышленной практике ПВ опробовались различные растворители гипса – ацетат аммония, серная кислота, поваренная соль, хлористый аммоний, хлористый калий, соляная кислота, азотная кислота, мочевины и др. [1]. Установлено, что наиболее интенсивно гипс растворяется в соляной и азотной кислотах, а также в водном растворе мочевины. Гипсовую кольматацию можно существенно уменьшить, используя для закисления минерализованные пластовые воды, доукрепленные по кислоте.

Таблица 2 – Ингибиторы отложения солей

Ингибитор	Отложение солей	Дозировка, мг/л	Защитный эффект, %
Фосфатированные, оксиэтилированные эфиры многоатомных спиртов	Сульфаты кальция, бария	2-10	90-100
Нитрилоргометилфосфоновая кислота	Сульфаты, карбонаты кальция	5	более 90
ПАФ-13 ингибитор на основе полиалкиленополиаминометилфосфоновая кислота	Сульфатные соли	20	более 70
2-окси -1,3 диаминопропан-тетрометилфосфоновая кислота	Сульфаты кальция	10-20	более 90

В отличие от оборотных растворов, пластовые воды содержат кальций в небольших количествах, что способствует повышенному выносу кальция и уменьшению гипсовой кольматации.

Для оценки величины зоны гипсовой кольматации рассмотрим элементарную ячейку блока ПВ (рисунок 1), имеющую мощность выщелачиваемого пласта – h , расстояние между рядами скважин – a , между скважинами в ряду – b , объемную массу пород – γ , эффективную пористость – m , концентрацию кольматанта в растворе – C_s и содержание кольматанта в пересчете на гипс – C_T .

Примем за x величину выщелоченной зоны, за y величину не выщелоченной зоны, т.е. весь кольматант из зоны x переместился в зону y .

Пусть между зонами кольматации выполняется соотношение:

$$x + y \leq b, \quad (1)$$

тогда количество кольматанта зоны x :

$$Q_1 = a \cdot x \cdot h \cdot \gamma \cdot C_T, \quad (2)$$

и количество кольматанта зоны y :

$$Q_2 = a \cdot y \cdot h \cdot \gamma \cdot C_s \cdot m. \quad (3)$$

Приравнявая Q_1 и Q_2 , и используя соотношение (1) получим:

(4)

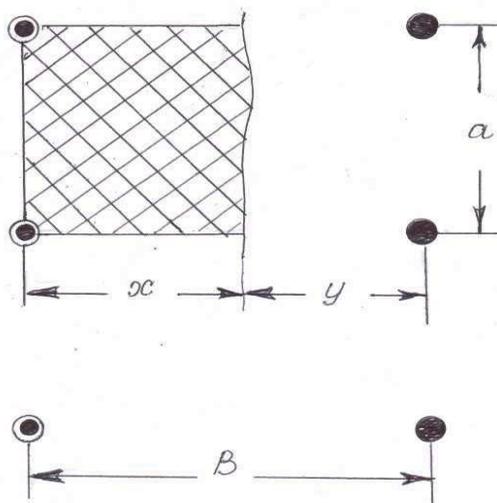


Рисунок 1 – Ячейка блока подземного выщелачивания

Если принять $m=0,25$, $\gamma=1,6 \text{ т/м}^3$, $C_s=0,002 \text{ т/м}^3$, $C_r=0,16\%$ (для

гипса), то из уравнения (4) получим $x \leq \frac{B}{5}$, т.е. при таких упрощенных условиях фронту закисления достаточно пройти $\approx 20\%$ расстояния между закачной и откачной скважинами, чтобы началась гипсовая кольматация пласта. В реальных условиях из-за гидродинамической дисперсии фронта выщелачивания, изменения величины дебита сква-

жин и т.д., значение x будет больше $\frac{B}{5}$.

Практика эксплуатации месторождений способом подземного скважинного выщелачивания с содержанием карбонатов (до 2% по CO_2) показывает, что концентрация кальция в продуктивных растворах находится на уровне 0,5-0,7 г/л, а концентрация насыщения по иону Ca^{2+} для гипса составляет 0,55-0,75 г/л, т.е. продуктивные растворы по содержанию гипса являются насыщенными.

Попадая в пласт, выщелачивающие растворы перенасыщаются кальцием за счет растворения неустойчивых минералов. Выпадение гипса из перенасыщенных растворов может провоцироваться механическим встряхиванием. Учитывая, что плотность потока в прифильтовой зоне возрастает, а неравномерность работы эрлифта (или насоса)

вызывает колебания давления в стволе скважины, можно утверждать, что степень закольматованности пор пласта возрастает по мере приближения к откачным скважинам.

Как отмечалось, в инженерной практике [1] существует ряд направлений борьбы с химической кольматацией. Основные виды подавления кольматации – увеличение кислотности, увеличение режима прокачки скважин, кислотная обработка скважин, пневмоимпульсная обработка, удержание CO_2 в растворах и т.п. В практике работы полигонов ПВ наиболее часто для подавления кольматации применяют увеличение кислотности, однако в большинстве случаев это дает временный эффект. Основными способами восстановления дебитов скважин на предприятиях ПВ остаются пневмоимпульсная обработка, чистка фильтров от песка установкой УОС, обработка раствором серной кислоты повышенной концентрации (70-100г/л).

В последнее время разработаны и в опытном порядке опробованы: магнитоимпульсный способ очистки фильтров, обработка фильтров и прифильтровых зон переменным электрическим током, гидроимпульсное воздействие на фильтры и пласт.

Применение того или иного способа борьбы с химической кольматацией зависит от конкретных условий складывающихся при обработке блоков и участков ПВ. Прогнозирование кольматации и принятие мер на всех стадиях выщелачивания для ее устранения, способствует снижению расхода кислоты, повышению дебита скважин и, в целом, повышению экономической эффективности добычи металла.

Литература

1. Справочник по растворимости /Под ред. Коган В.Б., Огородникова С.К., Кафарова В.В. – Ленинград, 1970 г.
2. Битимбаев М.Ж., Орынгожин Е.С., Цунваза Х.Ю. Теоретические основы ионообменной сорбции с внешнедиффузионной кислотой // Научный журнал «Нефть и газ». НИА РК. – Алматы, 2007.

Егембердиев Р.И.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕНТОЧНЫХ ТРУБЧАТЫХ КОНВЕЙЕРОВ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ СЫПУЧИХ И МЕЛКОКУСКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Кен қазу кәсіпорындарында ленталы таспалы конвейерлерді қолдану саласы (ЛТК) енді кеңейе бермек, ал конвейерлер саны көбейеді, өйткені кен тасымалдау процесінде экологиялық қауіпсіздік пен қоршаған ортаны қорғау мәселесі маңызды орын алады.

Область применения ленточных трубчатых конвейеров (ЛТК) в горнодобывающей отрасли в ближайшие годы будет расширяться, а их количество увеличиваться, поскольку требования по экологической безопасности к процессу транспортирования и вопросы охраны окружающей среды в Казахстане приобретают важное значение.

Scope of tubular conveyor belt (TCB) in the mining industry in the coming years will be expanded, and their numbers increase, as the requirements for ecological safety in the process of transportation and environmental issues in Kazakhstan become important.

Опыт эксплуатации конвейеров подтверждает главные достоинства конвейерного транспорта - высокий уровень производительности труда, достигаемый путём автоматизации работы оборудования, возможность транспортирования груза на большие расстояния и низкие производственные затраты. Конвейер является одним из основных средств непрерывного участкового и магистрального транспорта на угольных шахтах, разрезах и рудниках. Применение ленточных конвейеров постоянно возрастает в связи с ростом грузопотоков и расстояний транспортирования, что привело к необходимости создания высокопроизводительных ленточных конвейеров большой длины и мощности в одном ставе.

Достаточно высокие капитальные затраты на приобретение конвейеров компенсируются низкими эксплуатационными расходами. Себестоимость единицы перевозимого груза ленточными конвейерами ниже, чем у других транспортных средств, применяемых для перевозок груза на то же расстояние. Тесная связь транспортирующих машин

с общим технологическим процессом производства обуславливает высокую ответственность их работы и назначения. Поэтому конвейеры должны быть надежными (безотказными), прочными, удобными в эксплуатации и способными работать в автоматических режимах. Современное развитие горнодобывающей отрасли обуславливает развитие конвейерного транспорта по следующим направлениям:

- создание машин для поточного транспортирования горной массы от начального до конечного пунктов по прямолинейной и сложной пространственной трассе большой протяженности;
- повышение производительности конвейерных установок путем выбора наиболее рациональной формы грузонесущего элемента конвейера и увеличения скорости движения грузонесущего полотна;
- повышение надежности машин и упрощение их обслуживания путем снижения числа роликоопор и подшипников;
- снижение металлоемкости и габаритных размеров за счет новых конструкций конвейерных систем и их узлов, а так же путем применения монорельсовых направляющих.

При решении задачи рационального выбора типа конвейера, обеспечивающего наибольший технический и экономический эффект, необходимо учитывать следующие факторы: свойства транспортируемых грузов; расположение пунктов загрузки и разгрузки, а также расстояние между ними; требуемую производительность машин; требуемую степень автоматизации производственного процесса, обслуживаемого проектируемой транспортной установкой; способ хранения груза в пункте загрузки.

С другой стороны следует отметить, что при добыче полезных ископаемых открытым или подземным способом основными источниками загрязнения окружающей среды являются погрузочно-разгрузочные и транспортные операции. Ленточные конвейеры имеют открытую верхнюю поверхность, в связи с чем, при движении часть насыпного груза выветривается, что и загрязняет окружающую среду. Кроме этого, повышение производительности транспортного средства и увеличение дальности транспортирования связано с увеличением мощности тягового привода, его габаритами и потребляемой электроэнергией.

В последние годы в ряде стран ведутся работы по созданию транспортных средств, в которых за счет замкнутого пространства пылеобразующие частицы не связаны с окружающей средой и не являются источником экологического загрязнения.

Одним из таких транспортных средств являются трубчатые лен-

точные конвейера (ЛТК).

Разработкой конструктивных параметров и эксплуатацией ЛТК в разное время занимались зарубежные фирмы “Koch” в Германии, “Noyes” - Франция, “Nova” - Италия, “Dosco” - Великобритания, “Simplicity” - Индия, “Krupp Robins” - США, “Yong Poony” - Корея.

В таблице 1 представлены данные по эксплуатации ленточных трубчатых конвейеров в условиях некоторых промышленных предприятий, преимущественно в Индии, где этот вид транспорта весьма распространен.

Сначала ЛТК применялись для транспортирования цемента, зерна и других сыпучих и пылящих материалов, но в последние годы они стали успешно применяться и в горнодобывающей промышленности, в том числе в подземных условиях эксплуатации.

Трубчатый ленточный конвейер германской фирмы “Koch” установлен в швейцарских Альпах для транспортирования от карьера вниз под углом 29° гравия, песка и щебня, необходимого для строительства железнодорожного полотна в долине. Производительность конвейера приблизительно 500 т/ч, длина 208 м. Установленный ЛТК значительно сократил транспортные расходы, заменив автомобильный транспорт, маршрут которого пролегал по территории жилых районов, оказывая негативное воздействие на состояние окружающей среды.

Индийская фирма “India Jindal Steel and Power Ltd” добывает железную руду в г. Барбиле, штат Дхаркханд (Индия) в руднике, расположенном на высоте 700 м над уровнем моря, где стоят два трубчатых конвейера длиной 1500 м каждый, предназначенных для транспортирования дробленой руды вниз к пункту перегрузки на железнодорожный транспорт.

В России для транспортирования насыпных грузов ленточные трубчатые конвейера нового поколения изготавливает компания “Конвейер – групп”. Разработанные и производимые этой компанией ЛТК выгодно отличаются повышенными эксплуатационными свойствами. Ими проводятся испытания по замене металлических роликов на ролики, изготовленные из антистатических полимеров, что позволит уменьшить массу ролика до 200 – 800 г, увеличит срок его службы и улучшит условия труда в шахтах, рудниках и на обогатительных фабриках. Проводимые эксперименты позволяют прогнозировать увеличение скорости движения ленты до 5 м/с., что даст возможность еще больше увеличить производительность конвейеров и превратит их в серьезных конкурентов импортных трубчатых и классических роликовых конвейеров.

Таблица 1 – Эксплуатационные характеристики ЛТК

Место установки (предприятие), страна	Длина конвейера, м	Диаметр трубы, мм	Производительность т/ч	Транспортируемый груз	Начало эксплуатации	Размер транспортируемого куска, мм
"Indo gulf", Индия	3300	450	1760 1540 1100	Медный концентрат	Февраль 1999, модерн. 2004	80
Швеция	2x200	315	450	Уголь	1995	30
"Coromandel", Индия	95	240	100	Горный фосфат	Февраль 2002	25
"Hindalco", Индия	2x200	275	375	Уголь	Март 2003	20
"Tadiparti", Индия	470	315	800	Шлак	Декабрь 2000	25
"Richard Bay", ЮАР	412	340	900	Горный фосфат	2002	5
"Vedanta Alymina", Индия	480	300	350	Руды кальция и алюминия	2005	50
"Richard Bay", ЮАР	870	360	≤2500	Цирконий, Рутений, лимонит	2002	5
"Dalmha Cement (Bharat) Ltd", Индия	278	200	150	Уголь, бурый уголь	Март 2005	60

Важно, что сама схема компоновки остается и в дальнейшем принципиально неизменной, и возможно модернизировать уже работающие изделия в ходе плановых ремонтов без капитальных затрат. Перспективным является реконструкция находящихся в эксплуатации конвейеров типовой конструкции с повышением производительности до 30% и использованием приводных станции и опорных элементов линейной части, что существенно удешевляет работы [1].

Однако основными недостатками существующих до сегодняш-

него дня конструкций ЛТК являются: дорогостоящее ленточное полотно, затраты на замену которой сопоставимы с ценой самого конвейера; значительное число роlikоопор и подшипников, существенно снижающих надежность транспортной системы; осуществляют транспортировку груза мелкой фракции; большая металлоемкость.

В отличие от ленточного конвейера традиционной конструкции на ленточном трубчатом конвейере отсутствует боковой сход ленты, приводящий к износу бортов, просыпям груза в подконвейерное пространство и заштыбовке става. Это является существенным достоинством ЛТК, но при продольном движении возможны различные виды вращательного движения трубообразной ленты внутри кольцевых роlikоопор, которое приводит к ухудшению технико – экономических показателей: возрастанию коэффициента сопротивления движению, росту энергопотребления, повышенному износу обкладок ленты, возрастанию нагрузок на ролики и пр.[2].

В ДГП «Институт горного дела им. Д.А.Кунаева» ведутся работы по созданию трубчатых конвейерных поездов, основным отличием которого от существующих ЛТК является движение ленточного полотна без роlikоопор по монорельсовому пути. Кроме этого, в качестве привода используются линейные электромагнитные привода с внешним С-образным магнитопроводом, которые размещаются вдоль пути транспортирования [3]. Разрабатываемая конструкция трубчатого конвейера позволит: за счет отсутствия роlikоопор, ограничивающих загрузочное пространство ленточного полотна, увеличить кусковатость перевозимой горной массы; при применении монорельсовых направляющих существенно уменьшить потери кинетической энергии на перемещение грузонесущей ленты, а также в совокупности с отсутствием роlikоопор значительно снизить металлоемкость транспортной системы. Применение в качестве тягового органа линейного электромагнитного привода даст возможность увеличить дальность транспортирования и использовать этот транспорт для крутонаклонной доставки горной массы из глубоких карьеров.

Выводы

Несмотря на достаточно высокую стоимость трубчатых ленточных конвейеров, а также более высокий коэффициент сопротивления движению ленты и меньшую производительность по сравнению с обычными ленточными конвейерами, область применения ЛТК в ближайшие годы будет расширяться, а их количество увеличиваться, поскольку требования по экологической безопасности к процессу

транспортирования и вопросы охраны окружающей среды в Казахстане приобретают важное значение.

Одно из направлений, повышающих эффективность ленточных трубчатых конвейеров, связано с разработкой конструкций трубчатых конвейерных поездов без использования роликоопор с перемещением грузонесущего полотна на ходовых тележках по монорельсовому пути.

Для расширения функциональной возможности, например для осуществления бесперегрузочной доставки горной массы с глубоких горизонтов, предлагается использование в качестве тягового привода линейные электромагнитные привода, стационарно размещенные вдоль пути перемещения ленты.

Литература

1. Галкин В.И. Особенности эксплуатации трубчатых ленточных конвейеров.//Горное оборудование и электромеханика.– 2008.- № 1.- С. 7-12.

2. Дмитриев В.Г. Вращательное движение ленты трубчатого конвейера на прямолинейных участках трассы.// Горный журнал–2008 - № 1. С. 108-115.

3. Едыгенов Е.К. Основы теории конвейерных поездов с электромагнитным приводом для открытых горных работ. Алматы: Фонд «XXI век»-2001- 206 с.

Егембердиев Р.И.

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРУБЧАТОГО КОНВЕЙЕРНОГО ПОЕЗДА С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПРИВОДОМ

Электромагнитті қозғағыштар таспалы құбырлы конвейер жасау ұсынылған. Мұндай құбырлы конвейердің технологиялық параметрлері сусымалы материалдар тасу үшін ұтымды екені негізделген.

Предложено конструктивное решение создания ленточного трубчатого конвейера с электромагнитным приводом. Обоснованы рациональные значения технологических параметров трубчатого конвейера для условий перевозки сыпучих материалов.

Constructive solution for the creation of the tubular belt conveyor with electromagnetic drive has been suggested. Rational values of process parameters of the tubular conveyor for the conditions of transportation of bulk materials have been substantiated.

В последние годы в ряде стран ведутся работы по созданию транспортных средств, в которых за счет замкнутого пространства пылеобразующие частицы не связаны с окружающей средой и не являются источником экологического загрязнения.

Одним из таких транспортных средств являются трубчатые ленточные конвейера (ЛТК).

Впервые понятие «трубчатый конвейер» было введено и запатентовано в 1978 г. в Японии с названием “Japanese Pipe Conveyor”, сокращенно (JPC).

Особенность конвейера заключается в том, что обычная лента сворачивается в трубу, а ее края образуют в верхней части трубы зону перекрытия (края ленты перекрывают друг друга внахлест). Величина зоны перекрытия зависит от типа ленты, насыпной плотности и крупности кусков транспортируемого груза и шага установки роликоопор.

Разработкой конструктивных параметров и эксплуатацией ЛТК в разное время занимались зарубежные фирмы “Koch” в Германии, “Noyes”- Франция, “Nova”- Италия, “Dosco”- Великобритания, “Simplicity”- Индия, “Krupp Robins”- США, “Yong Poony”- Корея.

Сначала ЛТК применялись для транспортирования цемента, зерна и других сыпучих и пылящих материалов, но в последние годы они стали успешно применяться и в горнодобывающей промышленности, в том числе в подземных условиях эксплуатации.

Трубчатый ленточный конвейер германской фирмы "Koch" установлен в швейцарских Альпах для транспортирования от карьера вниз под углом 29° гравия, песка и щебня, необходимого для строительства железнодорожного полотна в долине. Производительность конвейера приблизительно 500 т/ч, длина 208 м. Установленный ЛТК значительно сократил транспортные расходы, заменив автомобильный транспорт, маршрут которого пролегал по территории жилых районов, оказывая негативное воздействие на состояние окружающей среды.

Индийская фирма "India Jindal Steel and Power Ltd" добывает железную руду в г. Барбиле, штат Дхаркханд (Индия) в руднике, расположенном на высоте 700 м. над уровнем моря, где стоят два трубчатых конвейера длиной 1500 м. каждый, предназначенных для транспортирования дробленой руды вниз к пункту перегрузки на железнодорожный транспорт [1].

Однако основными недостатками существующих до сегодняшнего дня конструкций ЛТК являются: дорогостоящее ленточное полотно, затраты на замену которой сопоставимы с ценой самого конвейера; значительное число роликкопоров и подшипников, существенно снижающих надежность транспортной системы; осуществляют транспортировку груза мелкой фракции; большая металлоемкость.

Кроме этого, трубообразная лента в процессе своего движения внутри кольцевых роликкопоров испытывает усилия вращательного момента, которое приводит к возрастанию коэффициента сопротивления движению и нагрузок на ролики, повышенному износу ленты, росту энергопотребления [2].

В ДГП «Институт горного дела им. Д.А.Кунаева» ведутся работы по созданию трубчатых конвейерных поездов (ТКП), у которых ленточное грузонесущее полотно после загрузки формируется в форму трубы и движется под действием электромагнитных приводов, размещенных по трассе, на колесах по монорельсовому пути. При этом электромагнитные привода расположены друг от друга на расстоянии равном длине поезда. Торцы трубчатого конвейера имеют специальные шевроны, которые при образовании трубчатой формы образуют замкнутые поверхности, препятствующие просыпанию горной массы. Основным отличием ТКП от существующих ЛТК является то, что конвейерный поезд имеет определенную длину, грузонесущее полотно

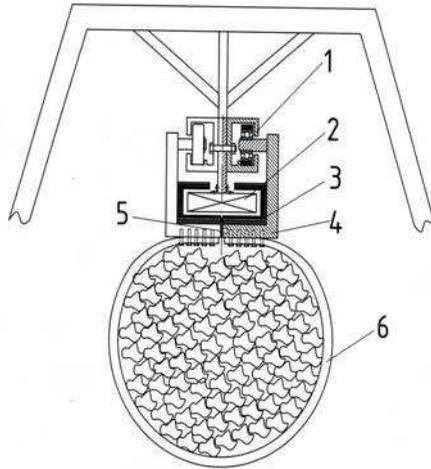
размещено на ходовых тележках, которые перемещаются при помощи колес по монорельсовому пути. Кроме этого, в качестве привода используются линейные электромагнитные привода с внешним С-образным магнитопроводом, которые размещаются вдоль пути транспортирования. Производительность ТКП определяется грузоподъемностью поезда, его габаритами и числом поездов, входящих в транспортную систему. Разрабатываемая конструкция трубчатого конвейерного поезда позволит: за счет отсутствия роликоопор, ограничивающих загрузочное пространство ленточного полотна, увеличить кусковатость перевозимой горной массы; при применении монорельсовых направляющих существенно уменьшить потери кинетической энергии на перемещение грузонесущей ленты, а также в совокупности с отсутствием роликоопор значительно снизить металлоемкость транспортной системы. Применение в качестве тягового органа линейного электромагнитного привода даст возможность увеличить дальность транспортирования и использовать этот транспорт для крутонаклонной доставки горной массы из глубоких карьеров.

Работа трубчатого конвейерного поезда с электромагнитным линейным приводом заключается в следующем.

На загрузочном пункте с помощью питателя осуществляется погрузка горной массы на развернутое ленточное полотно. Лента на своих боковых торцах имеет направляющие ролики, при помощи которых под действием линейного электропривода груженое ленточное полотно, перемещаясь по специальным копирам, из плоского состояния превращается в трубчатую форму. Выходя из загрузочного пункта, поскольку специальные ролики сходятся, грузонесущее полотно начинает перемещаться по монорельсовому пути под действием электромагнитных сил линейных приводов. В пункте разгрузки происходит разворачивание трубчатой формы ленты, в результате чего она принимает характерную форму для обычного конвейера и транспортируемый материал разгружается.

На рисунке 1 показан ЛТК с электромагнитным приводом для транспортирования горной массы со свернутым в трубу ленточным полотном на монорельсовом пути.

К технологическим параметрам ТКП относятся параметры, определяющие производительность транспортной системы, а именно, скорость движения, длина и ширина грузонесущего полотна, число ходовых тележек и тяговых приводов, осуществляющих перемещение конвейера.



1-направляющие; 2-электромагнит; 3-внешний подвижный магнитопровод;
4-корпус тележки; 5-замок корпуса; 6-лента

Рисунок 1 –Трубчатый конвейерный поезд для транспортирования горной массы

Для определения рациональных технологических параметров с применением метода наискорейшего спуска было использовано уравнение приведенных затрат, полученных в работе [3]:

$$C_{пр,л} = 3,6 \times 10^{-3} N_{xm} 2 \left(\frac{L_z}{V_z} \right) \times \frac{(6,37 l_{xm}^2 S_{xm}^2 - 4,45 l_{xm} S_{xm} + 18,74) + E_n (26,13 l_{xm} S_{xm} - 20,12 l_{xm} S_{xm} + 76,35)}{k_n n_{po} n_{cm} t_{cm} k_3 \rho_{cm} l_{xm} S_{xm}} +$$

$$+ \frac{2L_z}{l_{xm} N_{xm} Q} (C_{pp,1} l_{xm}^3 - C_{pp,2} l_{xm}^2 + C_{pp,3} l_{xm} - C_{pp,4}) + 0,2 \times 10^{-2} \times 2L_z \frac{\rho_{cm} S_{xm} V_z^2 + F_c}{k_3 (1 - k_n) l_{xm} S_{xm} N_{xm}} \times (1)$$

$$\times \left(\frac{C_z^m}{2} + \frac{C_{yct}^m}{k_n n_{po} n_{cm} t_{cm} \rho_{cm}} \right),$$

где N_{xm} - число ходовых тележек; L_z - длина груженной части, M ;
 V_z - скорость движения груженного ленточного трубчатого конвейера, m/c ; l_{xm} - длина ходовой тележки, m ; S_{xm} - сечение ходовой тележки, i^2 ; Q – количество горной массы перевозимой ленточным трубчатым конвейером за год, t/g ; C_{pp} – стоимость одного рабоче-

го электромагнита в зависимости от длины ходовой тележки, тенге; F_c - силы сопротивления движению, $F_c = M_{\text{лмк}} g$; C_3^m - тарифная стоимость 1 кВт ч; C_{ycm}^m - тарифная стоимость 1 кВт установленной мощности в год; k_u - коэффициент использования, учитывающий возможные потери; n_{pd} - количество рабочих дней в году; n_{cm} - число смен; t_{cm} - продолжительность одной смены; k_3 - коэффициент загрузки; ρ_{cm} - плотность перевозимого груза; k_n - коэффициент, учитывающий потери электроэнергии на нагрев.

В соответствии с уравнением (1) для определения рационального значения скорости движения ТКП, перемещающего сыпучую горную массу с плотностью $\rho_{cm} = 1,2 \text{ т/м}^3$ на расстояние $L = 2000 \text{ м}$. и производительности транспортного участка $Q = 1000000 \text{ т/год}$, была получена зависимость изменения удельных приведенных затрат от скорости движения ТКП при: длине ходовой тележки $l_{xm} = 2 \text{ м}$, сечении грузонесущего полотна $S_{xm} = 0,55 \text{ м}^2$ и числе ходовых тележек $N_{xm} = 10 \text{ шт.}$ в виде:

$$C_{np,i} = \frac{0,56}{V} + 78V^2 \quad (2)$$

Результаты анализа уравнения (2) представлены в виде графика зависимости удельных приведенных затрат от скорости движения на рисунке 2.

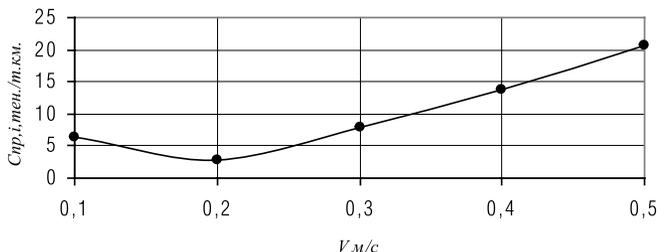


Рисунок 2 – Зависимость удельных приведенных затрат от скорости движения

Учитывая, что рациональные значения параметров определяются по минимуму затрат, то считаем рациональным диапазоном для скорости движения ТКП 0,1 ... 0,5 м/с.

В результате подстановки значений для $V = 0,5$ м/с, число ходовых тележек $N_{хт} = 10$ шт. в уравнение (1) получили выражение для определения удельных приведенных затрат от длины ходовой тележки в виде:

$$C_{np,i} = 0,09l_{xm}^4 - 0,12l_{xm}^3 + 0,04l_{xm}^2 + \frac{64,8}{l_{xm}} - 0,12. \quad (3)$$

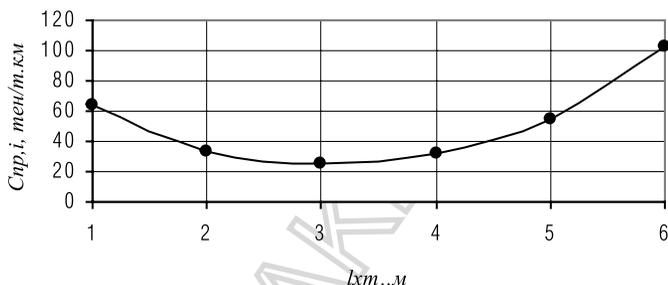


Рисунок 3 - Зависимость удельных приведенных затрат от длины ходовой тележки

Анализ графической зависимости $C_{np,i} = f(l_{xm})$ изображенной на рисунке 3, показал, что рациональная длина ходовой тележки лежит в пределах 2...4 м.

Подставив значение $l_{xm} = 2$ м в выражение (1) получим уравнение для определения числа ходовых тележек:

$$C_{np,i} = 0,028N_{xm} + \frac{1,33}{N_{xm}} + \frac{99,3}{N_{xm}}. \quad (4)$$

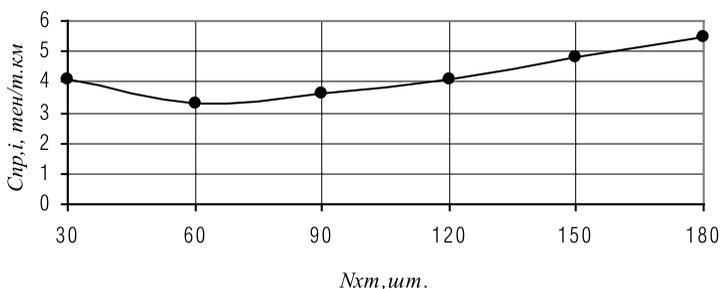


Рисунок 4- Изменение удельных приведенных затрат от числа ходовых тележек

Исходя из анализа графика на рисунке 4, установлено, что минимум удельных приведенных затрат имеет место при $N_{xm} = 60$ шт. Таким образом считаем, что область рациональных значений числа ходовых тележек при принятых параметрах транспортного участка лежит в пределах от 30 до 90 шт. Учитывая, что длина ТКП равна

произведению числа ходовых тележек на их длину, т.е. $L = l_{xm} N_{xm}$, то длину ТКП, обеспечивающую заданную производительность, можно принять равной в пределах от 60 до 180 м.

Из уравнения (1) было получена зависимость удельных приведенных затрат на трубчатого конвейерного поезда от дальности транспортирования в виде:

$$C_{np,i} = 0,0038L \quad (5)$$

Согласно (5), увеличение длины транспортирования ведет к повышению приведенных затрат, что характерно для всех видов конвейерного транспорта.

Для определения области рационального применения трубчатого конвейерного поезда, в дальнейшем, будет проведен сравнительный экономический анализ с другими видами непрерывного транспорта.

Литература

1. Галкин В.И. Особенности эксплуатации трубчатых ленточных конвейеров.//Горное оборудование и электромеханика.– 2008.- № 1.- С. 7-12.
2. Дмитриев В.Г. Вращательное движение ленты трубчатого конвейера на прямолинейных участках трассы.// Горный журнал–2008 - № 1. С. 108-115.
3. Едыгенов Е.К. Основы теории конвейерных поездов с электромагнитным приводом для открытых горных работ. Алматы: Фонд «XXI век»-2001- 206 с.

МАКЕТ

Бояндинова А.А., Адилханова Ж.А.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ ГЕОСИСТЕМ С КОНВЕЙЕРНО- ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Мақалада резервтерді анықтау үшін, өндіріс тиімділігін жоғарылату барысында конвейерлік-теміржол жұмысын тиімді жүзеге асыру арқылы конвейерлік-теміржол көлігі геожүйесінің имитациондық үлестірім әдістемесі ұсынылған.

В статье представлена методика имитационного моделирования геосистем с конвейерно-железнодорожным транспортом, позволяющая осуществлять оптимизацию работы конвейерно-железнодорожного комплекса на предмет выявления резервов для повышения эффективности производства.

In the paper the method of simulation modeling of geosystems with conveyor-railway transport allowing to carry out optimization of work of conveyor-railway complex about revealing of reserves for increasing of efficiency production is represented.

На карьерах, где циклические виды транспорта выступают в качестве основного элемента технологии горного производства, система управления транспортом определяет успех функционирования карьера в целом. В связи с этим, вопросы имитационного моделирования внутрикарьерных поездопотоков и разработки алгоритмов оперативного управления ими на модели занимают одно из важнейших мест в ряду вопросов связанных с имитацией работы горно-транспортных систем карьеров.

Модели разрабатываются на основе теоретических законов и принципов, а также четких знаний о порядке и последовательности производимых операций при функционировании объекта изучения и, таким образом, представляют собой детальное описание систем [1]. Уровень детализации такого объекта определяется необходимой степенью достоверности получаемых результатов. Полученное логико-статистическое описание может быть исследовано в ходе проведения экспериментов на ЭВМ и, следовательно, является лабораторной версией реального объекта.

Имитация работы конвейерно-железнодорожного транспорта заключается в воспроизведении сети железнодорожных транспортных коммуникаций и организации движения локомотивосоставов по ней, процессов погрузки в забоях и перегрузочных складах и выгрузки в пунктах разгрузки на отвалах и обогатительной фабрике, работу вспомогательного оборудования по транспортной сети.

Процесс планирования относительно раздела технологии процессов разделяется на этапы: подготовка исходных данных; имитационное моделирование работы объекта на ПЭВМ; анализ и оценка работы модели-объекта; выбор и обоснование рационального варианта развития горных работ; планирование объемов горно-транспортных работ. Однако разделение по этапам здесь также является условным, так как по мере выполнения исследований всегда возникает необходимость возвращения к тому или иному из них.

После процесса формирования исходных данных начинается непосредственно моделирование работы системы. Алгоритм имитационного моделирования работы геосистем с конвейерно-железнодорожным транспортом представлен на рисунке 1.

В блоке 1 осуществляется формирование исходных данных [2].

Во втором блоке, исходя из производительности дробильной установки, типа конвейера и его характеристик производится расчет пропускной способности конвейерной ленты.

На основе пропускной способности в блоке 3 рассчитывается производительность конвейерного транспорта за шаг моделирования. В имитационной модели можно установить 5 различных шагов моделирования: 1 сек, 10 сек, 20 сек, 30 сек и 1 минута.

Четвертый блок представляет собой начало цикла шага моделирования конвейерного транспорта и является одним из основных циклов.

В блоке 5 осуществляется подсчет перевезенной конвейером горной массы и продолжительность его работы. При каждом прохождении данного блока (с каждым последующим шагом моделирования) к уже имеющемуся объему горной массы прибавляется производительность за шаг моделирования. По такому же принципу рассчитывается время работы конвейера:

$$V_i^k = V_{i-1}^k + \Delta V^k, \text{ м}^3,$$

$$t_i^k = t_{i-1}^k + \Delta t^k, \text{с}, \quad (1)$$

где V_{i-1}^k - ранее перевезенный конвейером объем горной массы, м³;

ΔV^k - перевозимый объем горной массы за один шаг моделирова-

ния, м³; t_{i-1}^k - время в работе на начало текущего шага моделирова-

ния, с; Δt^k - продолжительность шага моделирования, с.

В шестом блоке производится расчет технико-экономических показателей работы конвейерного транспорта: расход электроэнергии, средняя высота подъема горной массы, степень выполнения плана, себестоимость транспортировки 1 т. горной массы и др. после этого алгоритм возвращается в блок 4 и цикл замыкается.

После успешного завершения одного цикла (одного шага моделирования) конвейерного транспорта алгоритм переходит в блок 7, в котором определяется наличие на поверхности карьера перегрузочного пункта. Если пункт существует, то алгоритм переходит в блок 14, в противном случае переходит в блок 8 и осуществляет моделирование работы перегружателя.

В блоке 8 начинается еще один из основных циклов - начало цикла шага моделирования работы перегружателя.

В блоке 9 определяется состояние перегружателя. Если он находится в работе, то в блоке 10 аналогично формуле (1) осуществляется подсчет перевезенной перегружателем горной массы и продолжительность его работы, а в блоке 11 рассчитываются технико-экономические показатели работы перегружателя.

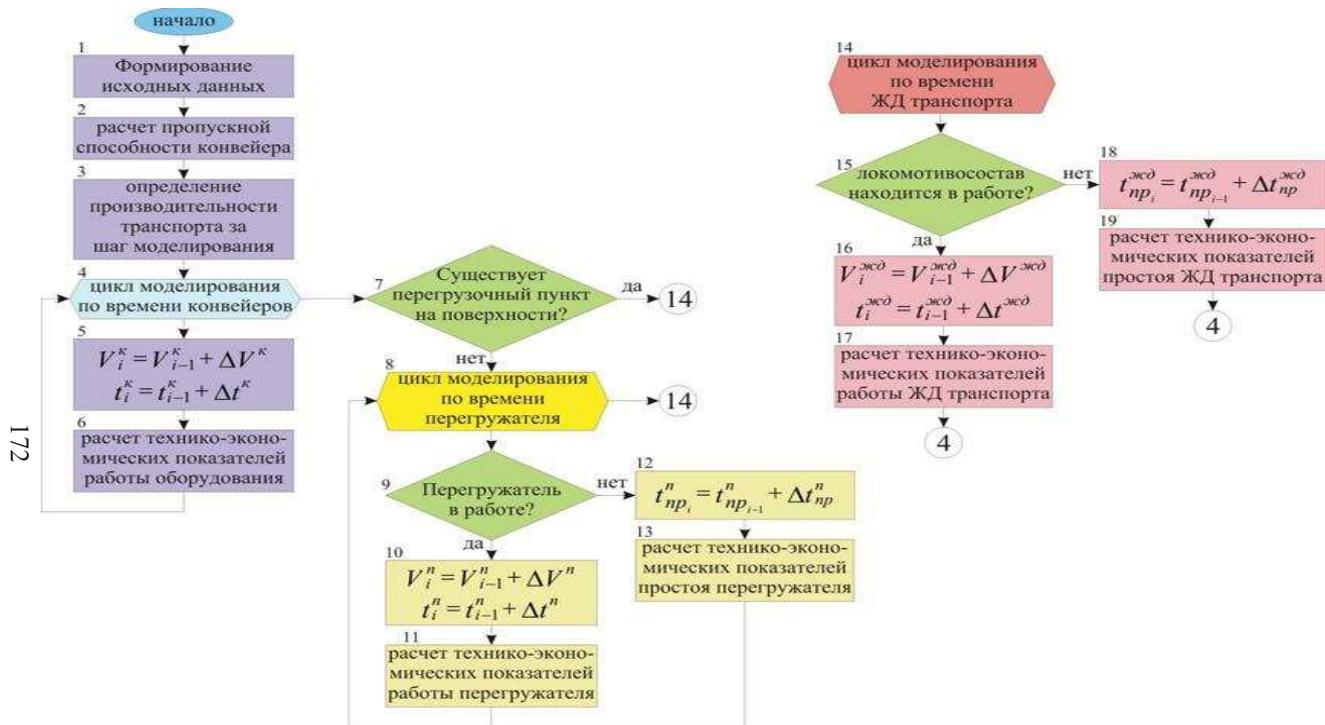


Рисунок 1 - Алгоритм имитационного моделирования геосистем с конвейерно-железнодорожным транспортом

Если перегружатель находится в состоянии простоя, то в блоке 12 осуществляется расчет общего времени простоя оборудования с начала моделирования:

$$t_{np_i}^n = t_{np_{i-1}}^n + \Delta t_{np}^n, \text{ с}, \quad (2)$$

где $t_{np_{i-1}}^n$ - суммарное время простоев перегружателя на начало текущего шага моделирования, с; Δt_{np}^n - продолжительность шага моделирования, с.

При прохождении блоков 11 или 13 цикл возвращается в блок 8 и далее переходит в блок 14.

В блоке 14 начинается цикл шага моделирования работы железнодорожного транспорта.

В блоке 15 определяется состояние каждого локомотивосостава, функционирующего в комплексе. Если локомотивосостав находится в работе, то в блоке 16 аналогично формуле (1) рассчитываются объемы работ с начала моделирования и время работы транспорта.

В блоке 17 осуществляется расчет технико-экономических показателей работы железнодорожного транспорта: количество рейсов, расстояние транспортирования, пробег, средняя скорость движения, расход электроэнергии, амортизационные затраты, затраты на содержание ремонтного персонала и заработную плату машиниста и помощника машиниста и др.

Если локомотивосостав находится в состоянии простоя, то в блоке 18 аналогично формуле (2) осуществляется расчет общего времени простоя с начала моделирования и в блоке 19 рассчитываются технико-экономические показатели простоя железнодорожного транспорта.

После прохождения блоков 17 или 19 алгоритм переходит в блок 4 и осуществляется воспроизведение следующего шага моделирования.

На основе полученных результатов моделирования подсистема позволяет производить полномасштабный технико-экономический анализ работы системы в целом и ее звеньев и элементов в отдельности, включающих эксплуатационные затраты, затраты на оборудование в состоянии работы и простоя, степень загруженности горного, транспортного оборудования, транспортных коммуникаций. Информация по технико-экономическим показателям работы транспортного

комплекса включает в себя:

1. технологические показатели по локомотивосостовам (рис. 2);

Технико-экономические показатели	
Локомотивосоставы	
Технические показатели за период	
Количество в работе, шт.	8
Общий простой, мин.	327
Общее время движения, мин.	1789
Общее количество рейсов, рейс	32
Общее количество полных рейсов, рейс	24
Общий объем вывезенной горной массы, м.куб.	14312
Суммарное расстояние транспортирования, м.	333933
Среднесменный пробег одного локомотива, м.	41742
Общий коэффициент использования	0,94
Среднее время движения состава за рейс, мин.	49
Среднесменный пробег локомотивосостава за рейс, м.	10435
Средневзвешенное расстояние транспортирования, м.	4834
Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/ткм	0,2068
Среднее время рейса локомотивосостава, мин.	157,13
Средняя скорость движения, км/ч	12,78

Рисунок 2 - Технологические показатели по локомотивосостовам

2. технологические показатели по конвейерам;
3. технологические показатели по перегружателю;
4. стоимостные показатели по комплексу;
5. диаграмма распределения стоимостных затрат;
6. технологические показатели за период.

Все результаты моделирования, кроме технологических показателей за период, приводятся за смену.

Технологические показатели за период рассчитываются, исходя из того, что в течение недели горно-транспортный комплекс работает по схеме 9+4+1, т.е. из 14-ти 12-часовых смен недели 9 смен (4 смены в выходные дни и пять ночных смен) горно-транспортный комплекс

работает со 100%-й загрузкой, 4 (дневные смены в будние дни)- 65% и одну смену (в день взрыва) - 35%.

По результатам технико-экономического анализа выстраивается диаграмма распределения всех учитываемых затрат на эксплуатацию и поддержание в рабочем состоянии горно-транспортных систем карьеров. Она может быть представлена как отдельно по видам затрат (эксплуатационные и амортизационные), так и в целом по комплексу (рисунок 3).

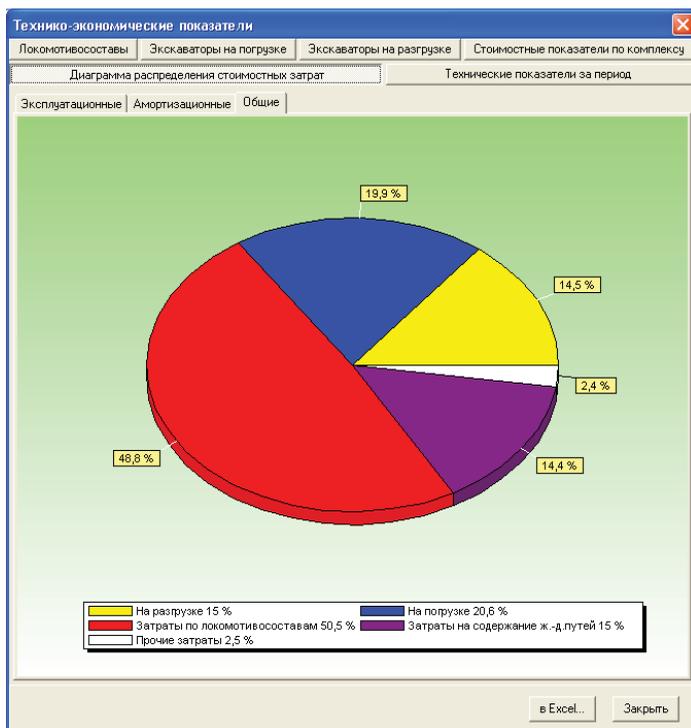


Рисунок 3 - Диаграмма распределения стоимостных затрат (общие)

Также существует возможность просмотреть детальную информацию по каждому виду транспортных средств, по пунктам погрузки и разгрузки транспорта, по участкам транспортной схемы и т.д., а также сформировать диаграмму интервалов движения поездов в грузовом и порожняковом направлениях, осуществить анализ загруженности железнодорожной схемы и оценку пропускной способности участков

транспортной схемы.

Литература

1. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. - М.: Наука, 1978. – 399 с.

2. Адилханова Ж.А. Структура имитационной объектно-ориентированной модели геосистем с конвейерно-железнодорожным транспортом. //Инновационное развитие и востребованность науки в современном Казахстане: Сб.статей IV межд. науч. конф. (26 ноября 2010 г., г. Алматы). – Алматы, 2010. – Ч.4 Естественно-технические науки. – С.79-83.

МАКЕТ

Ахмеджанов Т.К., Нуранбаева Б.М., Нурабаев М.Б.

ИННОВАЦИОННЫЕ СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ-ОСНОВА РЕШЕНИЯ РЯДА ПРОБЛЕМ НЕФТЯНОЙ ОТРАСЛИ

Мақалада мұнай кен орындарының ашылуының инновациялық әдістері ұсынылады. Инновациялық әдісте қалыптасқан ұғымаларда игеру өнімділігі 15-ке көтерілуге, мұнай бергіштік коэффициентті 1,5-2 есеге, мұнай операциясының құрылықта және теңіз шельфінде қоршаған ортаның әсерін азайтуға мүмкіндік береді.

В статье предлагаются инновационные способы вскрытия месторождений нефти с применением восстающих скважин, позволяющих увеличить производительность добычи до 15 раз, повысить коэффициент нефтеотдачи пластов в 1,5-2 раза, извлекать попутно добываемые металлы из нефти и нефтепродуктов, уменьшить отрицательное воздействие нефтяных операций на суше и морском шельфе на окружающую среду.

The article proposes innovative ways of opening of oil fields, with rising wells which increase performance of production up to 15 times, increase the recovery factor of 1.5-2 times, and reduce the negative impact of oil operations onshore and offshore on the environment.

Мировой опыт эксплуатации нефтяных месторождений показывает, что из 100 % геологических запасов в настоящее время извлекается в среднем 34-40 %, т.е. коэффициент извлечения нефти составляет 0,34-0,4, остальные 60-66 % остаются в недрах. Если увеличить коэффициент нефтеотдачи пластов на 30-40 %, это будет равнозначно открытию новых нефтяных месторождений при минимальных затратах на их обустройство и на геологические изыскания, составляющие большую долю капитальных вложений в нефтяную отрасль.

Поэтому, неслучайно в экономически развитых нефтедобывающих странах, например, США, вопросу повышения нефтеотдачи пластов уделяется большое внимание, вплоть до создания специальной комиссии при Президенте страны. При этом, предприятиям, занимающимся разработкой и внедрением методов повышения нефтеотдачи пластов, со стороны государства дается ряд льгот, связанных с на-

логообложением, кредитами и другими моментами по эксплуатации месторождений.

Анализ существующих способов повышения нефтеотдачи пластов в мировой практике позволил установить, что эффективность их весьма низкая, не превышает 5-10 %, а продолжительность их действия краткосрочна и составляет от нескольких суток до нескольких месяцев. Из всех многочисленных факторов, влияющих на низкий коэффициент нефтеотдачи пластов, следует обратить внимание на способы их вскрытия традиционно вертикальными или наклонно-направленными скважинами, разбуриваемыми сверху вниз. При этом для разбуривания месторождения отчуждаются огромные площади земли, для подъема нефти и внутрипромысловой транспортировки нефти и попутно-добываемой пластовой воды требуются большие затраты, которые включает расходы на поверхностное и подземное оборудование (насосы, насосно-компрессорные станции и трубы для внутрипромыслового сбора и подготовки нефти и т.д.), расходы на электроэнергию и материалы, на поддержание пластового давления и др. Как видим, при традиционно-существующих способах вскрытия пластов возникает ряд проблем, связанных с доставкой нефти и попутной воды из пластов на поверхность. Попутно добываемая вода является одним из главных источников загрязнения окружающей среды, о чем свидетельствует факт наличия на всех месторождениях больших техногенных резервуаров воды, образующих большие водоемы, наполненные смесью пластовой воды, нефти и других вредных веществ для окружающей среды. Такие проблемы характерны для всех нефтедобывающих предприятий во всем мире.

Для решения всех указанных выше проблем в комплексе нами предлагаются инновационные способы вскрытия нефтяных пластов, сущность которых заключается в следующем [1, 2, 3].

Для улучшения работы скважин, повышения нефтеотдачи пластов и охраны окружающей среды предлагается обеспечить искусственно созданный гравитационный режим работы пласта на протяжении всего периода эксплуатации месторождения. С этой целью ниже залегающих пластов проводятся горные выработки, через которые месторождение разбуривается восстающими вертикальными и наклонно-направленными скважинами (рисунок 1).

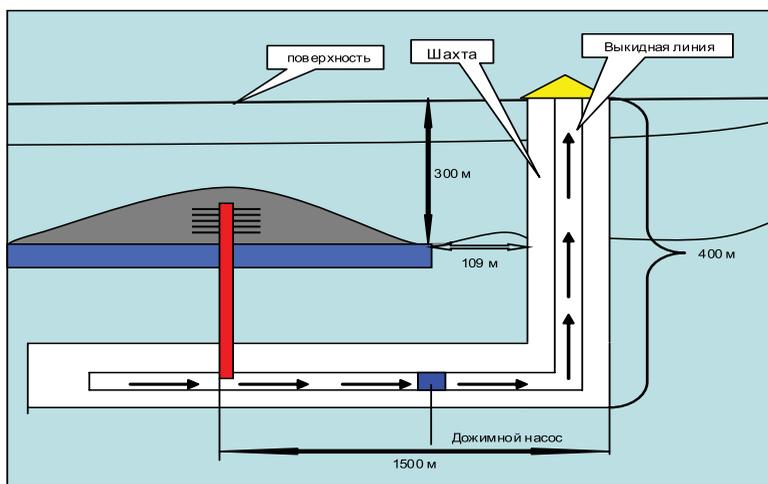
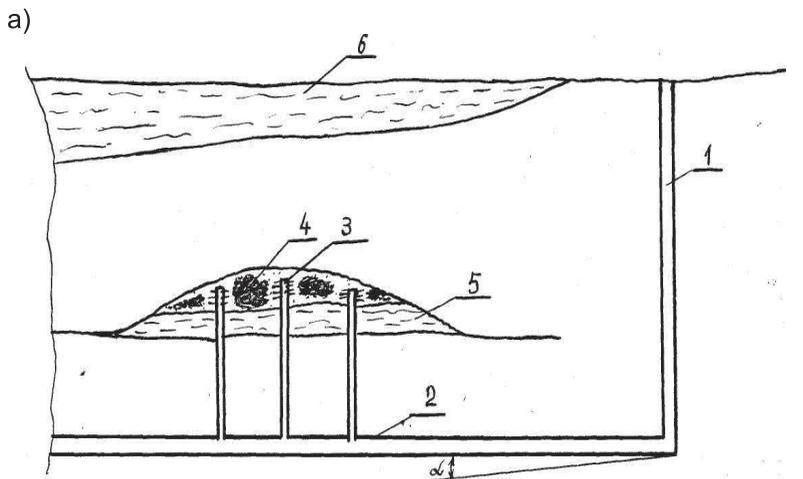
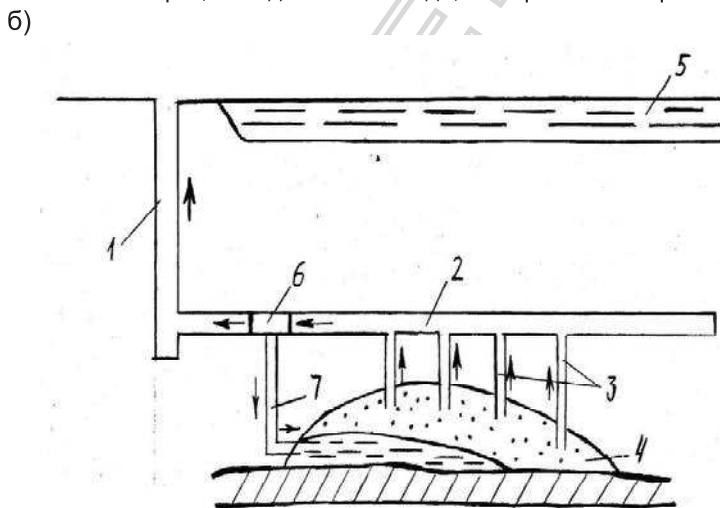


Рисунок 1 - Схема шахтно-скважинного способа разработки месторождения Кырыкмылтык

При этом обеспечивается постоянный гравитационный режим работы пласта, не требуется хранение пластовой воды на поверхности, так как она через подземные выработки обратно закачивается в пласт, а на поверхности только через одну горную выработку (шахту) будет выдаваться чистая нефть и газ по трубопроводам. При этом способе вскрытия пластов и добычи нефти увеличивается производительность скважин до 7-15 раз, повышается нефтеотдача пластов в 1,5-2,0 раза не требуется выделение огромных площадей на поверхности под бурение скважин, а также сокращаются обводненность скважинной продукции и длина добычных скважин, предотвращается загрязнение окружающей среды, особенно морской, при эксплуатации шельфовых месторождений (рисунок 2).



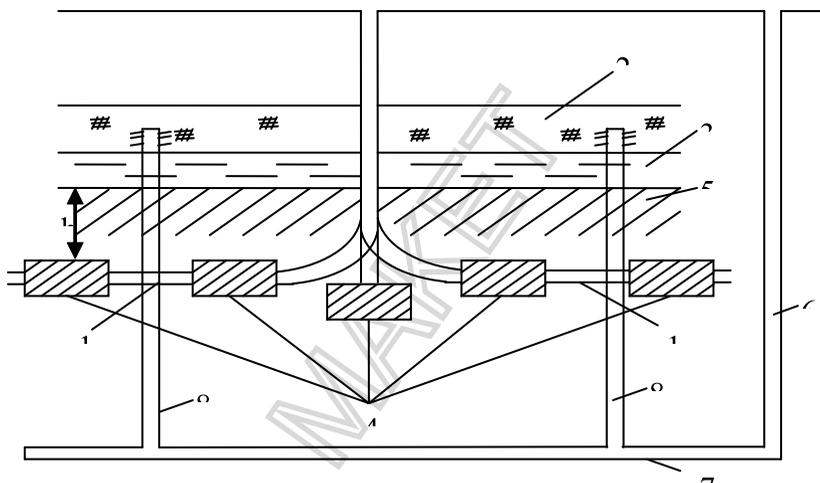
1- ствол скважины; 2- квершлаг с уклоном под углом α ; 3- скважина; 4- пласт нефти; 5- подошвенная вода; 5- морской шельф.



1- ствол шахты; 2- квершлаг; 3- скважины; 4- газовый пласт; 5- морской шельф; 6- пункт подготовки газа; 7- закачка отходов в пласт.

Рисунок 2 - Инновационные технологические схемы добычи нефти (а) и газа (б) на шельфе Каспийского моря

Этот способ вскрытия может быть использован не только на вновь открываемых, но и на действующих и отработанных ранее месторождениях. При этом можно использовать более эффективно все существующие методы повышения нефтеотдачи пластов, в том числе водогазополимерноминерального воздействия [4], так как исключается подъем продукции вверх при отработке пласта, за счет ее истечения вниз, поскольку работает пласт постоянно в гравитационном режиме. Особенно это эффективно при тепловых методах воздействия на пласт, так как позволяет одновременно хоронить отходы атомной промышленности, тепло которых предлагается утилизировать для добычи высоковязкой нефти, битумов и газогидратов (рисунок 3).



1 - горизонтальная скважина; 2 - нефтяной пласт; 3 - подошвенная вода; 4 - длительно-действительные источники тепла; 5 - породы подошвы пласта; 6 - ствол шахты; 7 - квершлаг; 8 - восстающие скважины.

Рисунок 3 - Шахтно-скважинный способ разработки высоковязких нефтей, битумов и газогидратов с использованием источников тепла длительного действия от радиоактивных отходов

Для увеличения нефтеотдачи пластов, разрабатываемых на IV стадии или ранее отработанных месторождений, этот способ также дает большой эффект за счет дополнительной добычи нефти, не извлеченной ранее существующими способами (рисунок 4).

При добыче высоковязкой нефти и битумов предлагается также

извлекать из нефти попутно добываемые (ванадий, никель и др.), что снизит себестоимость добычи углеводородов, расширит ассортимент добываемой готовой продукции, стоимость которой очень высока [4].

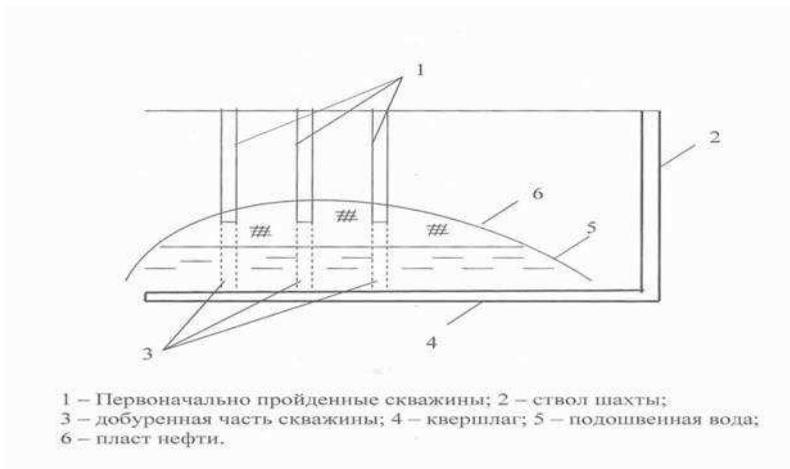


Рисунок 4 - Способ доразработки месторождения нефти на IV стадии

Предложенные инновационные способы повышения нефтеотдачи пластов могут быть внедрены на некоторых месторождениях Казахстана, глубина которых позволяет проводить горные выработки для разбуривания месторождения восстающими скважинами, т.е. снизу вверх. Все это, в комплексе, приведет к росту производительности нефтепромыслов, увеличению текущего и конечного коэффициентов нефтеотдачи пластов и улучшению экологической обстановки в нефтегазодобывающих регионах страны. Увеличение нефтеотдачи пластов в 1,5-2 раза равносильно открытию нового месторождения при минимальных затратах. Для внедрения предлагаемых разработок требуются инвестиции и государственная поддержка проектов, которые окупятся и будут возвращены в кратчайшие сроки.

Литература

1 Способ разработки нефтяного месторождения на шельфе. Инновационный патент №23704. По заявке №2008/1300.1 //Ахмеджанов Т.К. и др.

2 Способ разработки высоковязкой нефти, битумов и газогидратов. Инновационный патент №24391 от 15.08.2011г. Бюл. 8 //Ахмеджанов Т.К., Нуранбаева Б.М. и др.

3 Способ разработки нефтяного месторождения. Заключение о выдаче инновационного патента на изобретение по заявке № 2010/1776.1 от 23.12.2010г. //Ахмеджанов Т.К., Ахмеджанова Л.Т., Нуранбаева Б.М. и др.

4 Предварительный патент №21272. от 15.06.2009г. Способ повышения нефтеизвлечения пластов-коллекторов //Ахмеджанов Т.К. и др.

5 Способ извлечения ванадия из нефти и нефтепродуктов. Заключение о выдаче инновационного патента на изобретение по заявке №2011/0074.1 от 27.01.2011г. //Ахмеджанов Т.К., Нуранбаева Б.М. и др.

МАКЕТ

Ахмеджанов Т.К., Нуранбаева Б.М.

ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ВАНАДИЯ ИЗ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Мақалада мұнай және мұнай өнімдерінен ванадийді соруудың инновациялық әдісі ионалмастырғыш қосылыстар негізінде редокс-(со)полимерді қышқылдық ортада рН=2-3 және температурасы 60-68 °С қолданады.

В статье предлагается инновационный способ извлечения ванадия из нефти и нефтепродуктов, отличающийся тем, что в качестве ионообменных соединений применяется редокс-(со)полимер при кислотности среды рН 2-3 и температуре 60-68 °С.

Method for extracting vanadium from petroleum and petroleum products, wherein the ion exchange compounds as applied redox (co) polymer with acidity of рН 2-3 and a temperature of 60-68 ° С.

В настоящее время в горнодобывающей, в том числе нефтегазодобывающей отраслях промышленности, широко используются различные полимеры. Наличие редокс- и комплексообразующих свойств у редокс-полимеров может представлять интерес для решения проблем извлечения полезных компонентов из нефти при её подготовке. Возможность решения широкого спектра различных проблем с помощью ионообменных, комплексообразующих и окислительно-восстановительных полимеров при подготовке нефти привлекает к ним большое внимание и в то же время потребность науки и техники в таких материалах целевого назначения постоянно растет и значительно опережает темпы их производства.

Нами синтезированы азотсодержащие редокс-(со)-полимеры, полученные из отходов казахстанского производства (виниловый эфир моноэтаноламина - побочный продукт карбидного производства), которые могут адсорбировать ионы благородных, цветных и тяжелых металлов, а именно использовать отходящие газы и отходы химических и нефтяных производств в качестве топлива или органического сырья.

В связи с этим представляет интерес создание перспективных

ионитов для извлечения металлов из нефти и нефтепродуктов, которые снижают качество нефти, что является на сегодняшний день актуальным. В связи с этим проведено исследование сорбционной способности новых редокс-полимеров по отношению к ионам металла. Уникальная способность этих соединений к регенерации, обеспечивающая многократное их использование и компенсацию затрат на их получение, делает этот класс высокомолекулярных соединений перспективным. Разработана общая технологическая схема сбора и подготовки нефти и нефтепродуктов, с извлечением редких металлов.

Статья посвящена вопросу извлечения ванадия, переработки комплексного ванадийсодержащего сырья с целью извлечения ванадия из нефти и нефтепродуктов и других растворов.

Известен способ извлечения ванадия из сточных вод и продуктов нефтепереработки путем экстракции пробы раствора органическим реагентом, отличающийся тем, что в качестве органического реагента используют расплав смеси ПАН (1-(2-пиридилазо)-2-нафтола) с пальмитиновой кислотой, экстракцию ведут при pH 5-6 и соотношении объемов органической и водной фаз 1:10 - 1:100 и температуре 80-90 °С [1]. Недостатками данного метода являются:

- высокая температура;
- многостадийность процесса подготовки раствора к извлечению ванадия;
- высокие энерго- и трудозатраты, обуславливающие низкую экономическую эффективность процесса.

Кроме того, в материалах отсутствуют результаты извлечения ванадия непосредственно из нефтепродуктов. Наиболее близким аналогом по технической сущности является способ извлечения ванадия из нефти и нефтепродуктов, включающий применение сульфонафтохинона с расходом 1г/50г нефтей при температуре 80 °С путем перемешивания в течение 1 ч. [2]. Недостатками этого способа являются высокая температура взаимодействия сульфонафтохинона с нефтью, одноразового применения сульфонафтохинона и высокая себестоимость.

Целью данной работы является повышение эффективности извлечения и снижение себестоимости получения концентрата ванадия из нефти и нефтепродуктов за счет дешевого сырья, малоэтадийности и отечественными окислительно-восстановительными высокомолекулярными соединениями при низких температурах.

В предлагаемом способе эффект достигается путем перевода соединения ванадия в ионную форму и извлечения металла из

нефтей и нефтепродуктов с использованием редокс-(со)полимеров в качестве ионообменных смол, с селективным отбором ванадийсодержащих ионов. Технический результат заключается в том, что ванадий извлекается непосредственно из нефтей и нефтепродуктов редокс-(со)полимерами при температуре 60-68 °С при рН среды 2-3 и времени взаимодействия от 10 мин.

Предлагаемый способ осуществляется следующим образом.

Пример 1. В химический стакан на 50 мл последовательно помещают раствор соли исследуемого металла и доводят объем раствора до 20 мл к раствору добавляют рассчитанное количество редокс-(со)полимера при рН=1, концентрации раствора ванадата аммония 2,5-10²моль/л (2,27 г/л V₂O₅ или 1,27 г/л V), полимер : раствор = 1:100 и время сорбции τ = 24 ч. показало, что ионообменное равновесие наступает за 10 минут, дальнейшее увеличение времени контакта до 24 часов не приводит к существенным изменениям, что свидетельствует о высокой проницаемости полученных ионитов. После достижения равновесия определяют равновесное значение рН водной фазы. Концентрацию ванадия определяет полярографическим методом. Степень извлечения ванадия 35, 4 и 45,3 %.

Пример 2. Реакцию проводят так же, как в примере 1, только при рН=2 и концентрация раствора 2,5-10² моль/л. Степень извлечения ванадия 86,74 и 93,7 %

Пример 3. Реакцию проводят так же, как в примере 1, только при рН=3 и концентрация раствора 2,5-10² моль/л. Степень извлечения ванадия 87,3 и 90,8 %

Пример 4. Реакцию проводят так же, как в примере 1, только при рН=4 и концентрация раствора 2,5-10² моль/л. Степень извлечения ванадия 60,3 и 88,4 %

Пример 5. Реакцию проводят так же, как в примере 1, только при рН=6 и концентрация раствора 2,5-10² моль/л. Степень извлечения ванадия 58,1 и 63,2 %.

Данные, полученные предлагаемым способом извлечения ванадия, сведены в таблицу 1.

При применении предлагаемого способа коэффициент извлечения ванадия достигает 93,7 %, и может быть использован для процесса подготовки и переработки нефтей и нефтепродуктов с целью извлечения ванадия с помощью редокс-(со)полимеров при температуре жидкости 60-68 °С. Степень извлечения ванадия достигает 93,7 % при низких температурах сырья и без предварительной его подготовки. Это позволяет повысить качество нефти и нефтепродуктов и получать дополнительно сырье ванадия для металлургической промышленности.

Таблица 1 - Способ извлечения ванадия

рН	К распр.	СЕ, мг V ₂ O ₅ /г	Степень извлечения, %	К распр.			СЕ, мг V ₂ O ₅ /г			Степень извлечения, %
		Редокс- полимер		Редокс-полимер			Редокс-полимер			
				СТ	2-ВП	4-ВП	СТ	2-ВП	4-ВП	
0,9	35,61	59,63	35,4	24,95	35,61	35,61	45,34	59,63	59,63	45,3
2,0	100,00	113,54	86,7	134,69	232,98	321,19	130,32	158,99	173,17	93,7
3,0	134,69	130,32	87,3	100,00	100,00	175,32	113,54	113,54	144,60	90,8
4,0	59,80	85,00	60,3	81,71	59,80	100,00	102,12	85,00	113,54	88,4
6,1	47,91	73,55	58,1	59,80	35,61	59,80	85,00	59,63	85,00	63,2

Литература

1 Способ извлечения ванадия. А.С. №15606 от 15.04.2005г.

2 Р.Н Насиров, О.Д. Вельк Извлечение соединений ванадия из высокованадиевых нефтей с помощью сульфонафтохинона Изв. МН-АН РК. Сер.хим. 1996. №1 С.72.

3 Заключение о выдаче инновационного патента на изобретение по заявке №2011/0074.1 от 27.01.2011г. Способ извлечения ванадия из нефти и нефтепродуктов /Ахмеджанов Т.К., Нуранбаева Б.М. и др.

МАКЕТ

Буктуков Н.С., Метакса Г.П., Молдабаева Г.Ж.

НОВАЯ МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ СПЕКТРОГРАММ ОТКЛИКОВ НА ВНЕШНЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

М. С. Анцыферовтың тәжірибе жүзінде алған мәліметтерін талдауға сүйене отырып спектрограммалардың мағынасын анықтаудың жаңа әдісі дайындалды.

Разработана новая методика расшифровки спектрограмм откликов на базе анализа экспериментальных данных, полученных М. С. Анцыферовым

The new method for interpretation of the spectrograms of responses based on the analysis of experimental data was obtained by M. S. Antsyferov

В работах [1,2] показано, что особенности процессов разрушения в угольном бассейне перед выбросом определяются, прежде всего, горно-геологическими условиями угольного пласта, а также характером внешнего воздействия на него.

Выброс 7.04.1954 г. произошел на втором уступе лавы пласта Рудный-восток, в шахте «Юнком». В целом пласт Рудный в шахте «Юнком» на горизонте 476 м характеризуется быстрой и частой сменой состава и строения, а также резкими колебаниями мощности. Приблизительно одна треть выбросов в шахте «Юнком» приурочена к геологическим нарушениям, выраженным чаще всего в изменении мощности пластов, в наличии пережимов и сбросов [1]. Внешним воздействием на угольный пласт перед выбросом послужило бурение скважин во втором уступе лавы. Скважины диаметром 120 мм и глубиной 4 м бурили с целью дегазации угольного пласта. При бурении седьмой скважины, когда буровой инструмент углубился на 1,5 м, появились толчки и удары; при заглублении до 3 м послышался треск, сопровождавшийся выбросом угля и газа.

На рисунке 1 представлены спектрограммы сейсмоакустических импульсов в диапазоне частот от 0 до 2000 Гц. Запись осциллограмм была начата за 16 секунд до начала выброса, затем зафиксирован момент выброса и процессы, сопровождающие момент разрядки напряжений. Это одна из уникальных записей, регистрирующая подготовку, выброс и последствие выброса [1].

Таблица 1 - Спектральный состав масштабных соответствий, рассчитанных по третьему Закону Кеплера для периода предподготовки выброса $T = 15,3$ с.

Уровень рассмотрения (цикличность)	K	Радиус отклика, м
наноструктурный	$3,36 \cdot 10^{-18}$	$9,51 \cdot 10^{-6}$
суточный	$3,477 \cdot 10^{10}$	$2,08 \cdot 10^4$
приливно-отливный	$4,767 \cdot 10^7$	$2,3 \cdot 10^3$
годовой	$2,6 \cdot 10^5$	450
солнечный	$1,811 \cdot 10^3$	7,7

Составление такой таблицы необходимо для поиска резонансных условий при проведении бурильных работ в шахте. Так, для первого уровня рассмотрения получено значение 9,5 микрон – такими размерами обладают поликристаллиты тонкодисперсных минералов и осадочные включения при трещинообразованиях.

За счет суточного вращения при поперечном расположении зоны внешнего воздействия радиус отклика может иметь 20,8 км. Приливно-отливной эффект проявится в пределах 2,3 км. А сезонные изменения годового цикла смогут резонировать на длинах волн порядка 450 м, т.е. соизмеримы с глубиной шахтной выработки. По данным работы [4] в апреле происходит расширение тела Земли и любое поперечное воздействие может вызвать в этом объеме резонансный отклик в виде трещинообразования [3] или выброса [1]. Изменение напряженного состояния солнечного поля тяготения скажется для размеров неоднородностей близких к 8 метрам. Астрономическая обстановка в этот период характеризуется ортогональностью Солнца по отношению к Урану. Для определения причинно-следственных взаимосвязей рассмотрим спектральный состав откликов на внешние воздействия для каждого конкретного вида рассмотрения. В таблице 2 представлены расчетные данные для электромагнитных и механических (акустических) взаимодействий.

Как видно из приведенной таблицы для электромагнитных взаимодействий характерно появление высокочастотных колебаний от инфракрасного до ультрафиолетового диапазонов. Если в породе присутствуют кварцевые включения, электромагнитные колебания преобразуются в механические и тогда могут проявить себя локальные зоны нагрева, искрения и стреляния. Но в этом диапазоне частот в работе [1] замеров не производилось, поэтому сравнительный анализ

провести не представляется возможным. Зафиксированы только тре-ски и ударные импульсы разрядки, что свидетельствует о присутствии минералов-пьезопреобразователей.

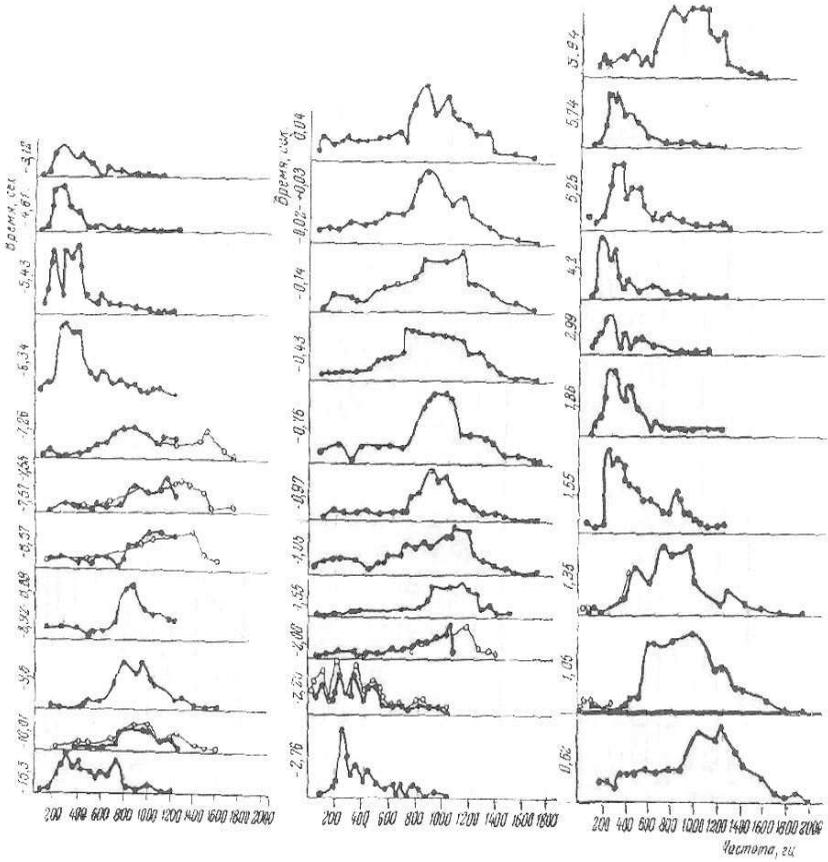


Рисунок 1 – Спектрограммы сейсмоакустических импульсов в интервале времени от –16 сек до 6 сек [1]

Для механических (звуковых и инфразвуковых) волн имеет значение состав породообразующих минералов, поэтому при рассмотрении вариации отклика выбраны три вида горных пород:

- монолитные породы;
- трещиноватые породы;
- флюидосодержащие породы.

Таблица 2 – Спектральный состав откликов на внешние воздействия для каждого уровня рассмотрения при $\lambda = R$, рассчитанный по формуле $\nu = V/\lambda$, Гц

Вид взаимодействия	Частота отклика, Гц				
	Наноструктурный $\lambda=9,5 \cdot 10^{-6}$ м	Суточный $\lambda=2,08 \cdot 10^4$ м	Прилив-но-отливный $\lambda=2,3 \cdot 10^3$ м	Годовой $\lambda=4,5 \cdot 10^2$ м	Солнечный $\lambda=7,74$ м
электромагнитный	$31,5 \cdot 10^{-6}$	$14,4 \cdot 10^3$	$130 \cdot 10^3$	$6,6 \cdot 10^5$	$38,7 \cdot 10^6$
продольные механические волны в твердом теле	660	0,3	2,73	13,9	811
тоже, поперечные (сдвиговые волны)	408	0,186	1,68	8,6	501
флюидосодержащие компоненты горных пород	157	0,072	0,65	3,3	194
воздушные волны	35,2	0,158	0,143	0,74	43,3

Скорость звука в каждой из них различна, при расчетах принято для твердых пород $V_{зв}=6280$ м/с, трещиноватых 3880 м/с, флюидосодержащих – 1500 м/с, воздушных – 330 м/с.

Анализ спектрограмм, представленных в работе [1] проводится путем сопоставления частот отклика для каждого напряженного состояния (уровня рассмотрения), а также периодов покоя, наличие которых свидетельствует о появлении стоячих волн при определенном виде отклика.

Первая реакция на внешнее воздействие зафиксирована за 15,3 с до начала выброса. Максимальные амплитуды отклика находятся в диапазоне частот от 300 до 700 Гц. В соответствии с расчетом таблицы 2 они принадлежат наноструктурному (планетарному) и солнечному циклам. Возникающие волны сжатия-растяжения присущи здесь для твердых и трещиноватых пород (сдвиги). Через 4 с полного покоя, меняется спектральный состав отклика – это значит, что за 4 с уравнивающая волна должна пройти путь «туда и обратно». Для самых дисперсных структур первого уровня рассмотрения это будет путь, который волна уравнивает на расстоянии от источника внешнего воздействия около ~25 км для монолитных структур и ~15,5 км для трещиноватых структур. В соответствии с данными таблицы 1 этот порядок величин соответствует напряженному состоянию суточного цикла, т.е. возникшее напряжение нейтрализуется силами суточного вра-

щения и распространяться оно может в субширотном направлении.

Далее, вплоть до 6 секунды до выброса идет смещение спектра отклика в высокочастотную часть, т.е. в интервал 900-1400 Гц, где по данным таблицы 2 преобладают продольные реакции монолитов. Периоды возникновения стоячих волн (покоя) не превышают 1 с. Это значит, что равновесие устанавливается вблизи 6 км. Такой порядок величин характеризует (таблица 1) отклик лунного цикла, направленность которого в зависимости от положения нашего спутника может быть поперечна по отношению к первой реакции суточного напряженного состояния.

Далее вплоть до момента выброса в спектре отклика преобладают низкочастотные колебания от долей герца до 400 Гц с периодами затишья (покоя) на осциллограммах $\sim 0,1 \div 0,2$ с. По данным таблицы 2 можно видеть, что в колебательном процессе участвуют уже все элементы структуры горного массива, конечный результат отклика уже зависит от взаимных ориентировок сильных и слабых откликов. Протяженность стоячих уравнивающих волн находится в пределах от 600 до 30 м.

После выброса, в течение которого задействованы все измеряемые частоты, в течение ~ 1 с преобладают высокочастотные параметры спектра (700-1300), свидетельствующие о преобладании электромагнитных взаимодействий (таблица 2). Далее в течение ~ 4 с спектр взаимодействий смещается в сторону низких частот (0-200 Гц), что по данным таблицы отражает поведение флюидосодержащих и газонасыщенных минералов. Периоды затишья (установления стоячих волн) практически отсутствуют, самый большой участок на осциллограмме не превышает 0,05 с – это соответствует установлению равновесия на отдельных участках протяженностью менее 35 м. Через 6 секунд цикл повторяется – идет возрастание высокочастотных составляющих спектра, что приводит к установлению равновесия в монолитных и трещиноватых породах протяженностью более 150 м.

Таким образом, разработанный нами новый подход к расшифровке записей датчиков звукового и инфразвукового диапазонов при появлении выбросов дает физически обоснованный анализ причинноследственных проявлений от взаимодействия разных видов напряженного состояния пород с учетом особенностей их строения. Это позволяет определять спектральный состав и мощность отклика на внешние техногенные воздействия, затем определять причину его возникновения и, соответственно, прогнозировать вероятные последствия. В соответствии с выполненными расчетами мониторинг состоя-

ния горного массива следует проводить в диапазоне частот от долей герц (сейсмоволны) до 10^{12} - 10^{13} Гц (инфракрасные волны). Мощность отклика оценивается протяженностью стоячих волн для всех циклов планетарного и внутрипланетарного равновесия.

Литература

- 1 Анцыферов М.С., Константинова А.Г. Сейсмоакустические исследования в угольных шахтах. АН СССР, М. – 1960. – 104 с.
- 2 Анцыферов М.С. Теория геофонов и виброметров звукового давления. М., Наука. – 1976. – 144 с.
- 3 Елиманов К.К. А/реф. докт.дис. «Геомеханическое обеспечение и прогноз устойчивости горных выработок при разработке свиты угольных пластов». Алматы, ИГД. – 2010. – 32 с.
- 4 Яковлев Д.В., Тарасов Б.Г. Идентификация геомагнитных флуктуаций с вариациями геодинамических полей и процессов //Геодин. и напр.сост.недр, СО РАН, Новосибирск. – 2005. – С.219-231.

Метакса Г.П., Боленов Е.М.

ПРОЯВЛЕНИЯ ЭФФЕКТА САМОФОКУСИРОВКИ ПРИ ГРАНУЛИРОВАНИИ ЖИДКИХ МЕТАЛЛОВ

Өздігінен фокусті жасау әсерін анықтау үшін алюмини, цинк, висмут, кадми және қорғасын гранулалар өлшеуі орындалды

Для выявления эффекта самофокусировки выполнили замер гранул алюминий, цинка, висмута, кадмия и свинца.

For the purpose of identifying self-focusing effect I have measured pellets of aluminum, zinc, bismuth, cadmium and lead.

Процесс формирования рельефа месторождений зависит от вулканических, тектонических и приливных воздействий, форма которых определяется эффектами самофокусировки в момент зарождения.

Явление самофокусировки [1] заключается в уменьшении расходимости (или увеличении сходимости) лучей из-за появления замкнутых интерференционных волн, сходящихся с увеличением амплитуды к центру или полюсу. Сущность явления поясняется на примере вибрации поверхности жидкости с помощью точного и кольцевого вибратора. В этом случае от точечного контакта идут расходящиеся волны, а от кольцевого контакта – внутри его образуются волны, сходящиеся к центру кольца с возрастающей амплитудой. В самом центре концентрическая волна перестает существовать, превращаясь в импульсный всплеск, при котором жидкость обычно разбрызгивается. Этот эффект обычно используют в технологических операциях для получения гранулированных металлов. Однако форма получаемых гранул для каждого металла индивидуальна. На рисунке 1 приведены фотографии гранул для висмута, свинца, кадмия, алюминия и цинка.

Из рисунка 1 видно, что приведенные металлы, охлаждаясь из расплава приобретают характерные формы, для прогнозирования которых отсутствуют физические модели. Существующие критерии подбора включают в рассмотрение характерный размер, разность температур и термодинамические коэффициенты объемного расширения и кинематической вязкости [2].



Рисунок 1 – Внешний вид металлических гранул: а – висмут, б – свинец, в – кадмий, г – алюминий, д – цинк.

Наиболее часто используется для этих целей число Грасгофа – критерий подобия, определяющий перенос теплоты для случая свободной конвекции, когда движение среды происходит под действием силы тяжести и вызывается разностью плотностей из – за неравномерности поля температур:

$$G_R = \frac{g \cdot l^2}{\nu^2} \cdot \beta \cdot \Delta T \quad (1),$$

где g – ускорение свободного падения,

l – характерный размер,

β – коэффициент объемного расширения,

ΔT – разница температур между поверхностью тела и средой или различными слоями среды.

Использовать этот критерий для прогнозирования формы не представляется возможным, так как отсутствуют значения параметров, которые можно измерить в ходе грануляции.

В другом подходе каждое безразмерное выражение K называют критерием подобия, т.е. к ним относятся выражения вида:

$$K = \frac{X_1}{X_2} \quad (2)$$

где X_1 и X_2 – определяющие параметры одной и той же размерности.

Это путь оценки подобию наиболее приемлем, так как существуют измеренные параметры температуры плавления и скорости звука, зависящей от величины плотности металла и его структуры.

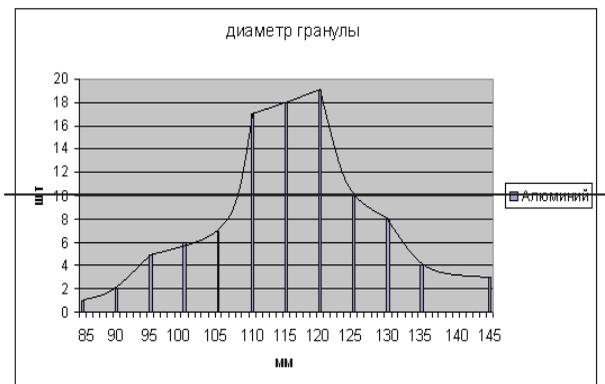


Рисунок 2а – Гистограмма распределения размеров гранул алюминия по диаметру гранулы

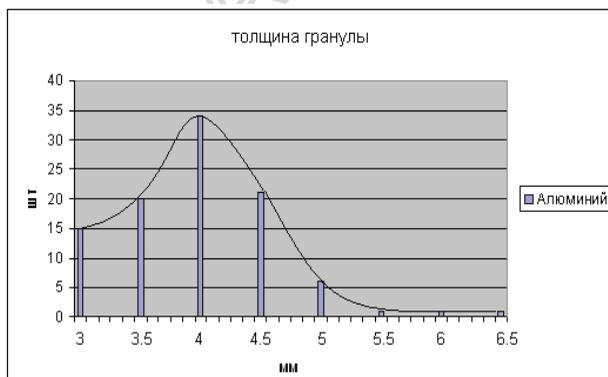


Рисунок 2б – Гистограмма распределения размеров гранул алюминия по толщине

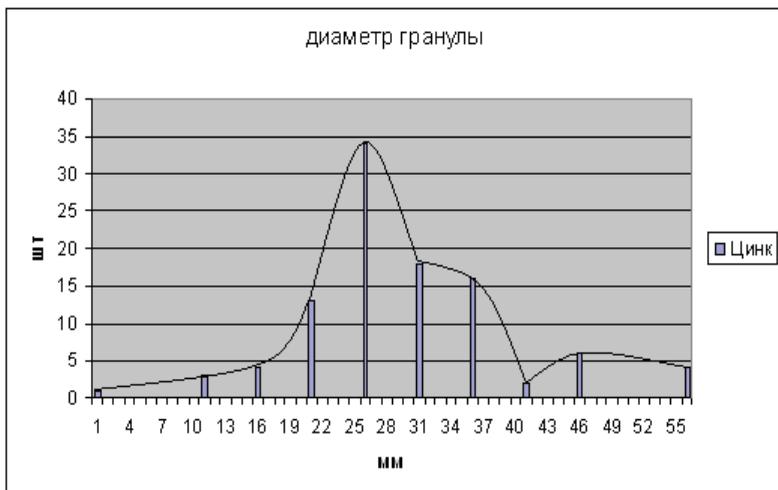


Рисунок 3а – Гистограмма распределения размеров гранул цинка по диаметру

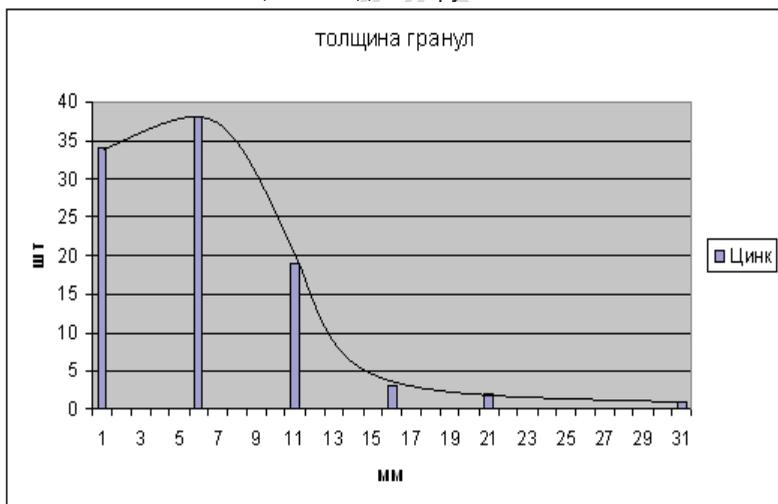


Рисунок 3б – Гистограмма распределения размеров гранул цинка по толщине

В рассматриваемом случае процесс грануляции жидких металлов сопровождается изменением плотности (застывание) и структуры (форма гранул), определяется скоростями звука и охлаждения. Поэ-

тому для оценки способности к самофокусировке удобнее применять критерии подобия второго вида, в котором определяющими параметрами являются скорость звука и температура плавления исследуемых металлов.

На первом этапе анализа рассмотрим металлы имеющие одинаковую форму гранул, т.е. алюминий и цинк. На рисунке 2а, 2б, 3а, 3б приведены гистограммы распределения размеров гранул по диаметру и толщине капли. Форма гистограммы близка к классической, т.е. имеется один максимум на обеих кривых нормального распределения.

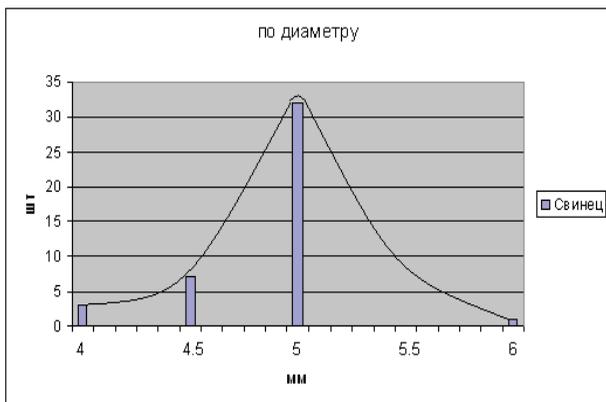


Рисунок 4 – Гистограмма распределения размеров гранул свинца по диаметру

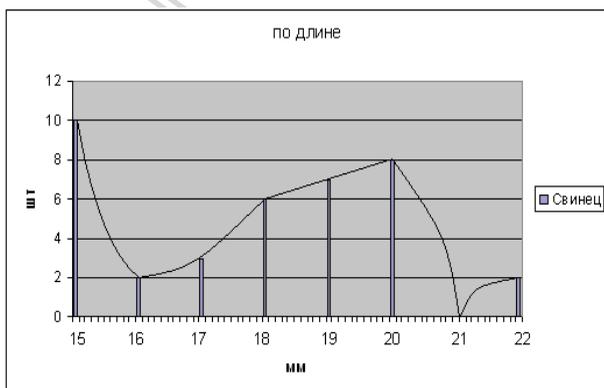


Рисунок 4б – Гистограмма распределения размеров гранул свинца по длине.

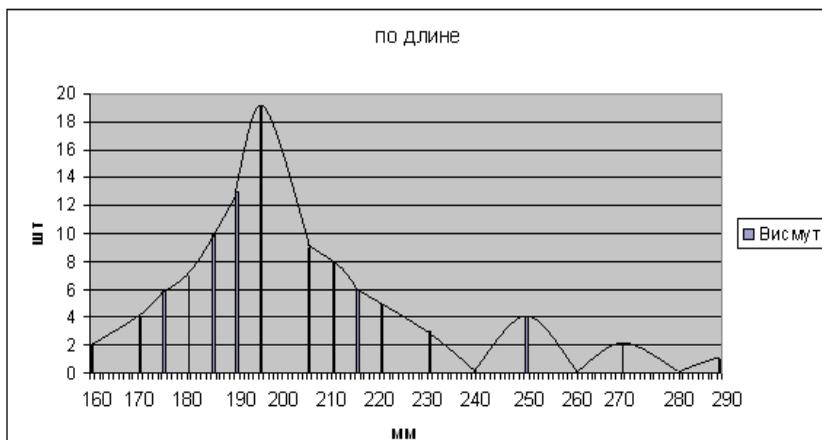


Рисунок 5а – Гистограмма распределения размеров гранул висмута по длине

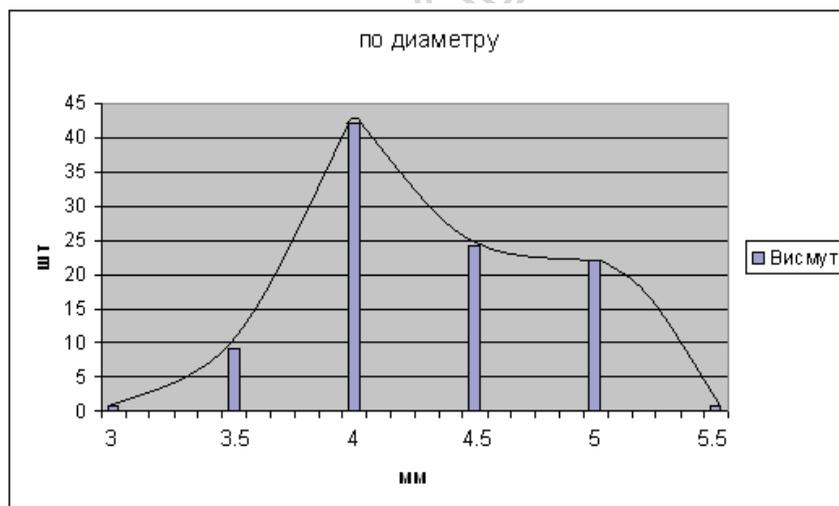


Рисунок 5б – Гистограмма распределения размеров гранул висмута по диаметру

Преобладающий размер по радиусу находится в пределах 11-12мм, а по толщине преобладает размер 4 мм. Коэффициент подобия

здесь $K_{Al} = \frac{12}{4} \div \frac{11}{4} = 3 \div 2,75$

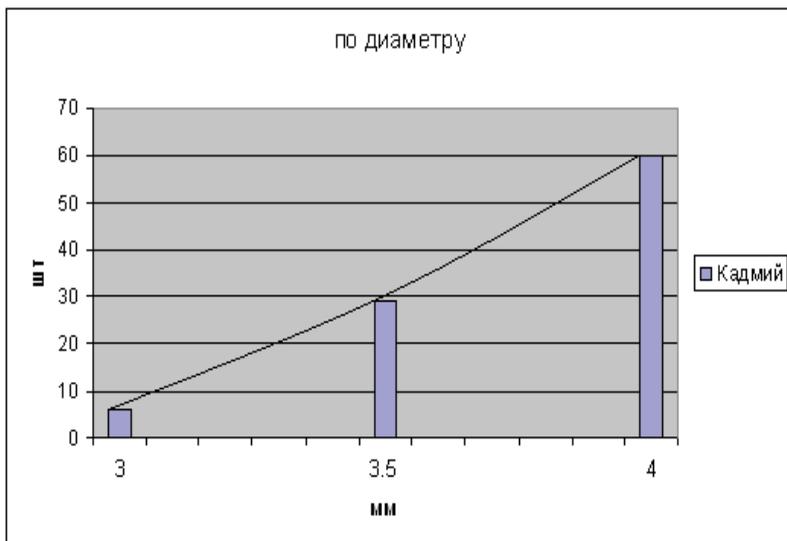


Рисунок 6б – Гистограмма распределения размеров гранул кадмия по диаметру.

Такое же соотношение соответствует корням квадратным от скорости звука и температуры плавления алюминия:

$$K'_{Al} = \frac{\sqrt{5080}}{\sqrt{660}} = \frac{71,87}{25,6} = 2,78$$

Можно сделать вывод о том, что форма и соотношение размеров гранулы целиком зависят от степенных соотношений рассматриваемых параметров.

Если модель подобия выбрана правильно, значит, подобное соотношение можно выявить и для гранул цинка, так как они похожи по форме, но разные по размерам (см. рисунок 3). Здесь коэффициент подобия по размерному признаку равен 3, идеально с ним совпадает степенное отношение скорости звука и температуры плавления:

$$K_{Zn}^2 = \frac{\sqrt{3810}}{\sqrt{419}} = \frac{61,725}{20,46} = 3$$

Однако на этой гистограмме (рисунок 3а) есть еще один и второй максимумы по диаметру гранул, т.е.

$$K_{Zn}^3 = \frac{9}{2,5} = 3,6 \quad \text{и} \quad K_{Zn}^4 = \frac{10}{2,5} = 4$$

Выявить причинную связь в этом случае затруднительно с позиции сравниваемых ранее параметров. Возникает необходимость привлечь волновые представления для объяснения получаемой формы гранулы. Так волна самофокусировки, ограниченная поверхностью охлаждающейся гранулы, должна образовывать узлы и пучность в соответствии с целочисленным рядом размеров структурных элементов гранулы. Так в случае грануляции алюминия эти структурные элементы имеют игольчатую форму и располагаются веерообразно с центром в середине гранулы. Коэффициент подобия всего один и равен нечетному числу, поэтому волны охлаждения (скорость звука), отражаясь от поверхности, формируют углубление в середине гранулы. В случае цинка размеры гранул вдвое меньше, хотя коэффициент подобия тоже равен нечетному числу. Здесь форма гранулы, будучи плоской, имеет спиральный выброс в сторону лучшего теплоотвода. Наличие еще двух коэффициентов подобия с четным показателем может означать появление новых элементов структуры, отличающихся от игольчатой формы, т.е. не укладываемых в единый целочисленный ряд возникающего волнового поля процесса охлаждения. А появление четных элементов структуры обуславливает процессы поворота их относительно самих себя, смещая таким образом полюс встречи прямых и отраженных волн. Отсюда может возникать удвоение частоты, что и приводит к изменению диаметра цинковых гранул. Этот факт имеет место при физическом моделировании эффекта самофокусировки [1]. Таким образом, для алюминия и цинка, имеющих похожую форму гранул (рисунок 1) и одинаковый коэффициент подобия по масштабному и физическому признакам, круглая форма объясняется проявлением эффекта самофокусировки, а отличие в размерах и форме поверхности формируют появляющиеся в цинке дополнительные критерии подобия, обеспечивающие поворот структурных элементов относительно центра гранулы. Физическим процессом в этом случае может

быть появление поперечных (сдвиговых) колебаний охлаждающихся элементов структуры.

На рисунке 4 приведена гистограмма распределения размеров гранул свинца по длине и диаметру капли. Здесь гранулы имеют вид двух состыкованных конусов, т.е. в месте встречи волн охлаждения образуется не углубление, а выброс массы в разные стороны. Масштабные коэффициенты подобия, полученные по соотношениям гистограммы, равны:

$$K_{Pd}^1 = \frac{L}{d} = \frac{20}{5} = 4$$

$$K_{Pb}^2 = \frac{15}{3} = 5$$

$$K_{Pb}^3 = \frac{15}{4} = 3,75$$

Физический коэффициент подобия K , обусловленный отношением корней квадратных от скорости звука и температуры плавления (степенной коэффициент), близок к двум:

$$\frac{\sqrt{1250}}{\sqrt{327}} = \frac{35,3}{18,08} = 1,95,$$

т.е. в два раза меньше, чем масштабный коэффициент, зато линей-

ный коэффициент $K_{Pb}^1 = \frac{\nu 3b}{T_{пл}} = \frac{1250}{327} = 3,8$ совпадает с третьим

масштабным коэффициентом, что обеспечивает в месте встречи стоячих волн охлаждения циклический выброс массы в противоположные стороны. В этом случае возникающие структурные элементы должны иметь точечные размеры, чтобы обеспечить подобную симметрию гранулы.

Подобную форму гранулы имеют застывшие капли висмута. На гистограмме видны несколько максимумов, распределение которых существенно отличается от гранул свинца. Здесь коэффициенты масштабного подобия K имеют значения: 4,85; 4,33; 3,9; 6; 4,8.

А коэффициент физического подобия по степенным соотношениям соответствует удвоенным значениям масштабного, т.е. $K_m = 2,56 \times 2 = 5,12$. Для линейных соотношений такого удвоения не требуется ($K_m = 6$; $K_n = 6,6$). Отсюда следует вывод о том, что существует возможность управления процессами самофокусировки. Отсюда представля-

ет интерес рассмотреть возможности проявления этого эффекта на необычных гранулах кадмия, которые имеют шаровидную форму с цилиндрическим выходом при самофокусировке.

На гистограмме размеров гранул кадмия видно, диаметр шаровидной части гранулы находится в пределах 3,4-4 мм и имеет одну причину его появления (1 горб), а протяженность гранул зависит от нескольких причин, так как гистограмма имеет несколько точек перегиба и, соответственно масштабные коэффициенты подобия K_m имеют следующие значения: 2; 3; 2,85; 2,5; 3,75; 4,28. Коэффициенты физического подобия, обусловленные значениями степенных и линейных отношений скоростей звука и температуры плавления, имеют значения: -2,75 и 7,5. для того, чтобы образовать шаровую форму структурные элементы должны иметь одинаковые размеры в перекрестных направлениях и соответственно укладываться в целое число раз в том объеме, который отражен на гистограмме. Однако реальная форма гранулы свидетельствует о том, что возникающая дисимметрия коэффициентов физического и масштабного подобия (нет равных значений K) вынуждает избыточную массу выталкивать в одном направлении, формируя цилиндрический объем из структурных элементов одной формы. В природных условиях, этот процесс подобен росту волоса из корневой сумки кожного покрова.

Совокупность полученных экспериментальных данных и статистический анализ их в соответствии с признаками масштабного и физического подобия позволяет сделать следующие выводы:

1. Установлена взаимосвязь между коэффициентами подобия масштабного и физического уровней рассмотрения. При этом масштабные соответствия определены из гистограммы распределения размерных признаков, а физическое подобие определяется линейными и степенными отношениями скорости звука и температуры плавления.

2. Показано, что эффект самофокусировки формирует форму и размер гранул из жидких расплавов, а также особенности формообразования возникающих элементов структуры.

Литература

1 Болотов Б.В. Явление самофокусировки, №32 – от – 9845, от 16 янв. 1978.

2 Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике, 9 изд.М., 1981, 327 с.

Воробьев А.Е., Боленов Е.М. Метакса Г.П.

ПРОЯВЛЕНИЕ ЭФФЕКТА САМОФОКУСИРОВКИ В ЕМКОСТИ КОНУСНОЙ ФОРМЫ

Өздігінен фокусті жасау күштің әсерін табуына арналған конустық түрлі сыйымдылығында судың электрокедергісін өлшеуі орындалды.

Для выявления эффекта самофокусировки выполнили замер электросопротивления воды в емкости конусной формы.

For revealing effect of self-focusing I have measured electroresistance of water in conical capacity

Эффект самофокусировки в жидких средах наблюдается при распространении волн внешнего возмущения в пространстве, ограниченном сосудом правильной формы (цилиндр, круг, конус). В этом случае волна возмущения, отражаясь от стенок вмещающих сосудов, вынуждена изменить направление на попятное и встретиться с противоположной отраженной волной в центре сосуда. Таким образом, центральная часть правильной емкости становится преобразователем внешней энергии, сконцентрированной в одном фокусе. Дальнейшее поведение этой энергии зависит от коэффициента преломления принимающей среды, т.е. от параметров ее структурирования. Наиболее изучен этот эффект в прикладной оптике, где различают два явления самофокусировка и самодиффузия. В общих случаях проявление эффекта зависит от формы, структуры флюида и ориентации его в пространстве.

При решении задач по использованию природных реакторов с целью ускорения естественных процессов синтеза заданных минералов, необходимо изучить поведение жидкой среды (в данном случае - воды) в зависимости от изменения контактной разности потенциалов и структуры воды, активированной разнородными металлами. Поставленную задачу решили методом замера электрического сопротивления в керамической емкости конусной формы. Измерения проводили в приповерхностном слое с субширотной и субмеридиональной ориентировкой электродов, а также выполняли замеры электросопротивления на разной глубине конуса.

Функциональная схема замеров электросопротивления представлена на рисунке 1.

На рисунке 2. представлены результаты замеров электросопротивления поверхностного слоя воды при субширотном (В-3) расположении разнородных электродов (Алюминии, Индий, Марганец). Видно, что каждая пара под влиянием контактной разницы потенциалов в идентичных условиях замера существенно (в 4-5 раз) изменяет измеряемый параметр.

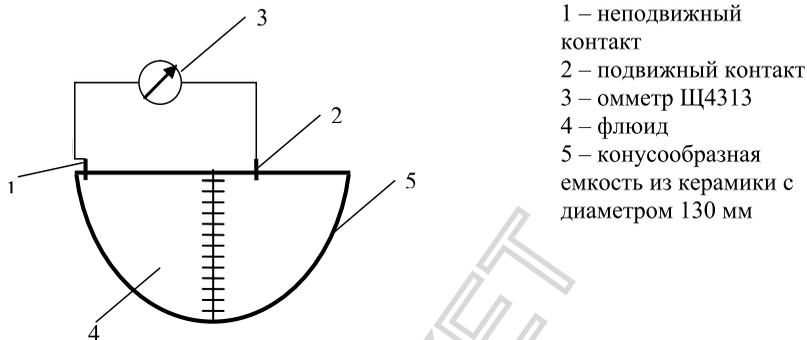


Рисунок 1 - Функциональная схема измерения электрического сопротивления в емкости конусной формы

При этом не наблюдается скачкообразного изменения свойств, присущих замерам в полуцилиндрической кювете [1].

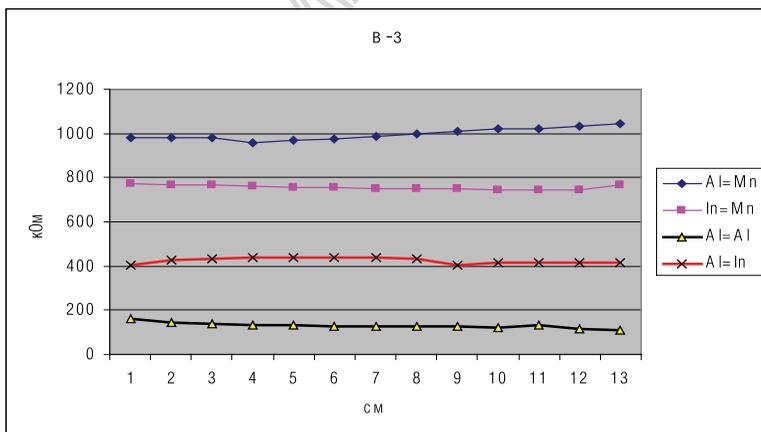


Рисунок 2 - Электросопротивление поверхностного слоя воды при субширотном расположении электродов

Минимальные значения электросопротивления характерны для пары Алюминий – Алюминий, здесь с возрастанием длины сопротивление плавно падает от 161 кОм до 111 кОм.

При использовании электродов Алюминий – Марганец электросопротивление изменялось в пределах $R = 978-979$ кОм до $l=3$ см. При $l=4$ см электросопротивление падает до $R = 960$ кОм, далее по всей длине отрезка сопротивление плавно растет $R = 960-1042$ кОм.

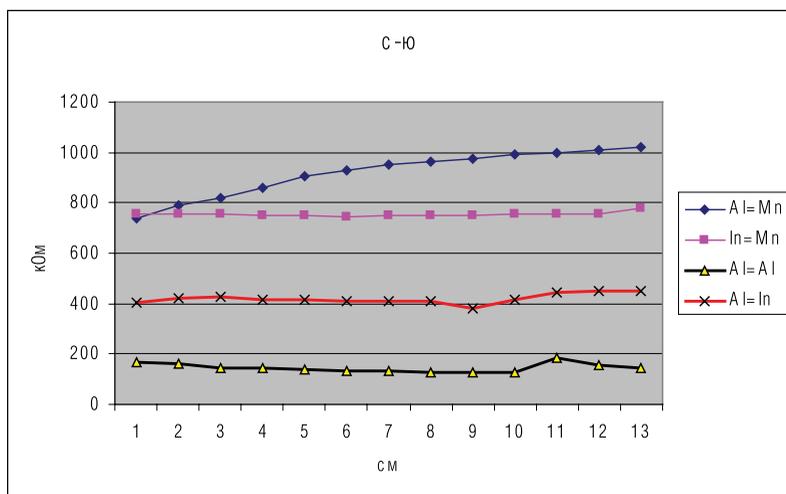


Рисунок 3 - Электросопротивление поверхностного слоя воды с субмеридиональной ориентацией измерительных электродов

Электросопротивление поверхностной воды при замерах с контактами Индий – Марганец падает $R=771 - 744$ кОм до $l=12$ см. Затем оно растет до $R = 766$ кОм при $l=13$ см.

Смена материала электродов на Алюминий – Индий приводит к росту электросопротивления до $l=4$ см и составляет $R=402-437$ кОм. На участке длиной $l=4-7$ см электросопротивление неизменно и составляет $R=437$ кОм, затем оно плавно падает $R=432-401$ кОм. При дальнейшем увеличении расстояния между электродами картина повторилась, в начале электросопротивление росло плавно с $l=9$ см до $l=12$ см и составило $R=401-417$ кОм, а после упало до $R=414$ кОм. При субмеридиональной ориентации (рисунок 3) электродов (С-Ю) наибольшие отличия абсолютной величины измеряемого параметра отмечены для пары Алюминий – Марганец – здесь начальные значения его совпадают $R 780$ кОм с парой Индий – Марганец при расстоя-

нии $l=0,5$ см, а затем плавно растут до 1050 кОм. Эта же пара (Индий - Марганец) практически не реагирует на изменение ориентации в положении электродов. Подобным же образом ведут себя и другие пары, но для пары Алюминий – Алюминий при субмеридиональной ориентировке электродов отмечается небольшой скачок электросопротивления на длине $l=10$ см. - $R=182$ кОм.

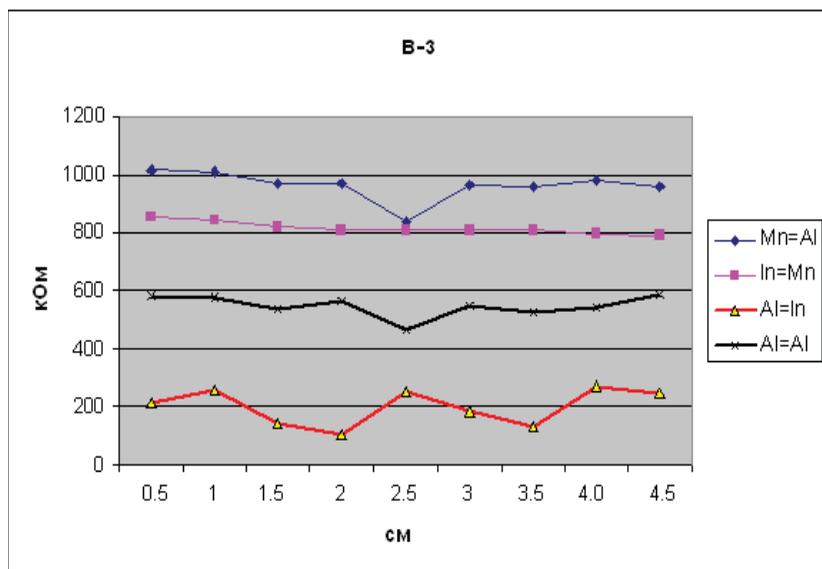


Рисунок 4 - Электросопротивление воды по глубине емкости при субширотном расположении электродов

Однако при изменении схемы замера с целью оценки глубинной реакции на процессы структурирования воды появились эффекты скачкообразного изменения параметра в зависимости от глубины погружения подвижного электрода. На рисунке 4 приведены результаты измерений электросопротивления воды в зависимости от глубины погружения подвижного электрода. На рисунке 4 приведены результаты измерений электросопротивления воды в зависимости от расстояния от поверхностного слоя при субширотном (В-3) расположении измерительных электродов. Так, при использовании электродов Алюминий – Марганец электросопротивление падает вплоть до глубины $h=2,5$ см от $R=1016$ кОм до $R=836$ кОм. Затем оно повышается до $R=964-980$ кОм. Это самые высокие значения параметра среди исследованных пар. Пара Индий – Марганец показывает небольшое уменьшение

электросопротивления до самого дна. А пары Алюминий – Индий и Алюминий – Алюминий обнаруживают скачкообразное изменение свойств вблизи $h=2,5$ см, причем с различной полярностью – в одном случае скачкообразное понижение, в другом, наоборот, повышение его с амплитудами () примерно имеет пара Алюминий – Алюминий: $h=1,5; 2,5; 3,5$ и 4 см.

Изменение ориентации электродов на субмеридиональное расположение (рисунок 5) привело к уменьшению сопротивления для всех пар.

При использовании электродов Алюминий – Марганец электросопротивление падает с $R=634$ кОм до $R=585$ кОм. Далее отмечается скачек до $R=632$ кОм и плавное падение до $R=598$ кОм.

После скачки повторяются с шагом через два замера в пределах $R=650-585$ кОм.

Электросопротивление воды с материалом электродов Индий – Марганец держится в пределах $R=346-402$ кОм.

Материалы электродов Алюминий – Алюминий изменяют электросопротивление в пределах $R=555-458$ кОм до $h=1,5$ см. далее электросопротивление постоянно $R=458 - 470$ кОм до $h=1,5$ см. после плавный рост до $R=565$ кОм.

Электросопротивление с материалом электродов Алюминий – Индий меняется скачками при $h=1,5$ см в пределах $R=146-272$ кОм. Далее сопротивление плавно растет до $h=4,5$ см до $R=150-225$ кОм, затем оно постоянно в пределах $R=218-226$ кОм до $h=5,5$ см, после чего следует скачкообразное уменьшение при $h=6$ см.

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие выводы:

Результаты измерений показали существенную зависимость параметров электросопротивления, как от материала электродов, так и от формы измерительной емкости; выявлено, что самофокусировки чувствительны к изменению ориентировки измерительных контактов.

Литература

1 А. П. Сухоруков. Самофокусировка света. // Физическая энциклопедия. — Т. 4. — М.: БРЭ, 1994. — С. 415—417.

2 С. А. Ахманов, А. П. Сухоруков, Р. В. Хохлов. Самофокусировка и дифракция света в нелинейной среде. // УФН. — 1967. — В. 9. — Т. 93. — С. 19-70.

3 Г. А. Аскарьян. Эффект самофокусировки. // УФН. — 1973. — В. 10. — Т. 111. — С. 249-260.

4 В. Н. Луговой, А. М. Прохоров. Теория распространения мощного лазерного излучения в нелинейной среде. // УФН. — 1973. — В. 10. — Т. 111. — С. 203-247.

5 И. Р. Шен. Принципы нелинейной оптики. — М.: Мир, 1989.

6 Н. И. Коротеев, И. Л. Шумай. Физика мощного лазерного излучения. — М.: Наука, 1991.

7 Власов С. Н., Таланов В. И. Самофокусировка волн. — Н. Новгород: ИПФ РАН, 1997. — 220 с.

Боленов Е.М.

О ЗАМЕРАХ ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЯ В ВОДЕ С НЕФТЬЮ

Бұл жұмыста судың электрлік кедергісіне электрондардың материалдары әсер етуі мұнайдың қабыршағымен жабылған және әрдайым кюветтегі биіктігі қарастырылған. Алынған нәтижелері фазалардың бөлім шекараларының су электрокедергісіне күй-жағдай өзгертулеріне анықтауға мүмкіндік береді.

В работе рассмотрено влияние материала электродов на электросопротивление воды, покрытой нефтяной пленкой и при постоянной высоте в ее кювете. Полученные результаты позволяют определять изменения состояния границы раздела фаз на электросопротивления воды.

Influence of a material of electrodes on electroresistance of the water covered with an oil film and at its constant height in a ditch is considered in this work. The received results allow to define changes of a condition of border of section of phases on electroresistance of water.

Поставлена задача, изучить влияние границы раздела фаз на показатели электросопротивления воды в зависимости от материала электродов и расстояния между ними. Пленку из нефти наносили тонким слоем на поверхность воды. Для проведения исследования использовали нефть с месторождения Каражанбас. При исследовании процессов структурирования, протекающих в воде с нефтью путем замера электросопротивления, получили данные, которые имеют существенные отличия от замеров электросопротивления в обычной воде. При замере электросопротивления использовались материалы электродов алюминий, индий, марганец.

Сравнивая результаты замеров электросопротивления воды без пленки и с нефтяной пленкой можно заметить, что они существенно отличаются между собой. Пара Марганец – Индий (рисунок 1) при замерах без нефтяной пленки практически не меняет значений в зависимости от расстояния между электродами – электросопротивление в этом случае находится в пределах 711-758 кОм.

Для этой же пары Марганец – Индий электросопротивление воды с нефтью очень медленно растет с $R=957$ кОм до $R=1061$ кОм, затем электросопротивление в воде на всех отрезках меняется не значительно, и составляет $R=714-758$ кОм, что значительно меньше электросопротивление воды без нефти, при этом разница в показаниях достигает 135%.

Из рисунка 2 видно, что кривая электросопротивления пары Алюминий – Алюминий с увеличением расстояния между электродами плавно падает с возрастанием расстояния. Электросопротивление воды пары Алюминий – Алюминий с нефтью составило $R=873-514$ кОм, а электросопротивление в воде на всем отрезке держалось в пределах $R=427-555$ кОм. При этом нефтяная пленка уменьшает скачки изменения параметра на всей измеряемой длине.

Замеры электросопротивления пары Алюминий – Марганец с нефтью (рисунок 3) приближены к значениям электросопротивления обычной воды на всем отрезке замера за исключением отрезка $l=3-14$ см. На данном отрезке электросопротивление резко возрастает до $l=14$ см, достигая значения $R=1700$ кОм, потом резко падает, до $R=119$ кОм. Таким образом, электросопротивление воды составило $R=919-1195$ кОм, а при замере воды с нефтью электросопротивление колеблется в пределах $R=1105-1696$ кОм.

При использовании электродов Алюминий – Индий электросопротивление воды (Рисунок 4) существенно отличается от электросопротивления воды с нефтью. При этом электросопротивление воды без нефти постоянно растет до точки замера $l=12$ см. При дальнейшем увеличении расстояния от начальной точки замера электросопротивление воды не меняется. А замеры электросопротивления воды с нефтью, наоборот, падают скачками с максимального значения $R=442$ кОм до $R=341$ кОм, далее оно плавно падает до $l=17$ см. После этой длины электросопротивление находится в пределах $R=243-266$ кОм. При $l=41$ см оно резко падает до $R=118$ кОм, после чего плавно возрастает до $R=200-210$ кОм.

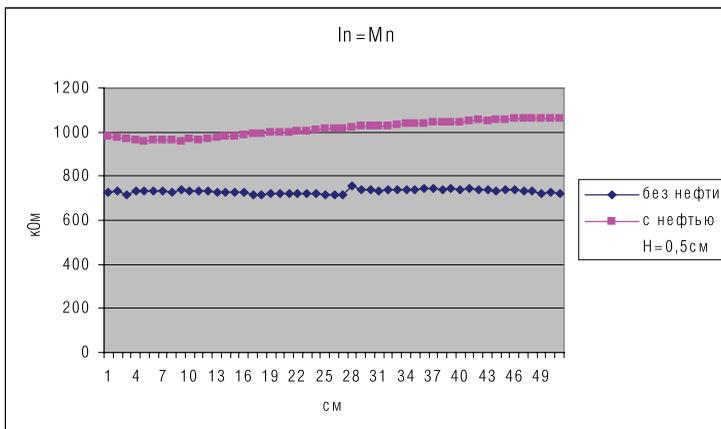


Рисунок 1- Влияние изменения состояния границы раздела фаз на электросопротивление воды для пары Индий=Марганец.

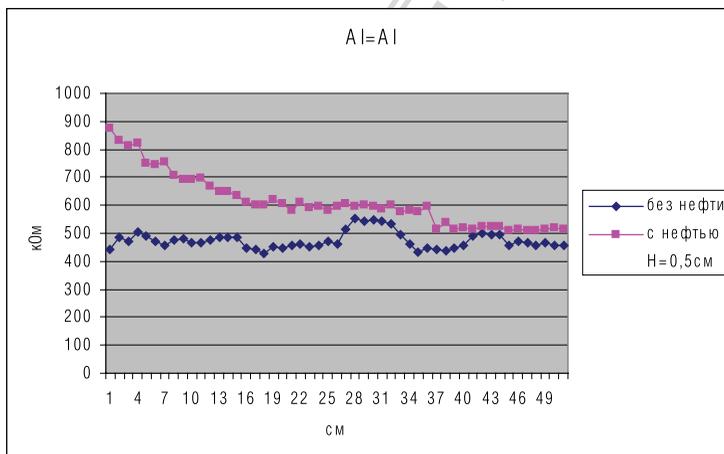


Рисунок 2 - Влияние изменения состояния границы раздела фаз на электросопротивление воды для пары Алюминий=Алюминий.

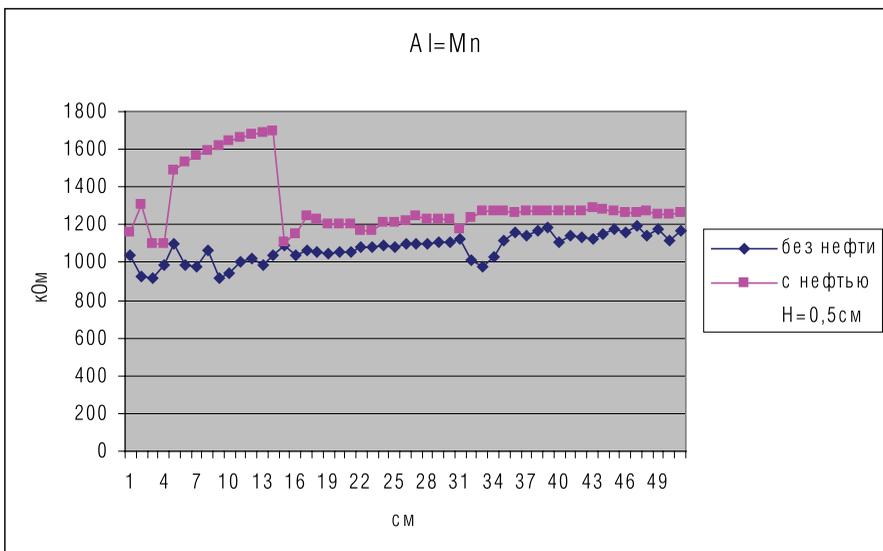


Рисунок 3 - Влияние изменения состояния границы раздела фаз на электро-сопротивление воды для пары Алюминий=Марганец.

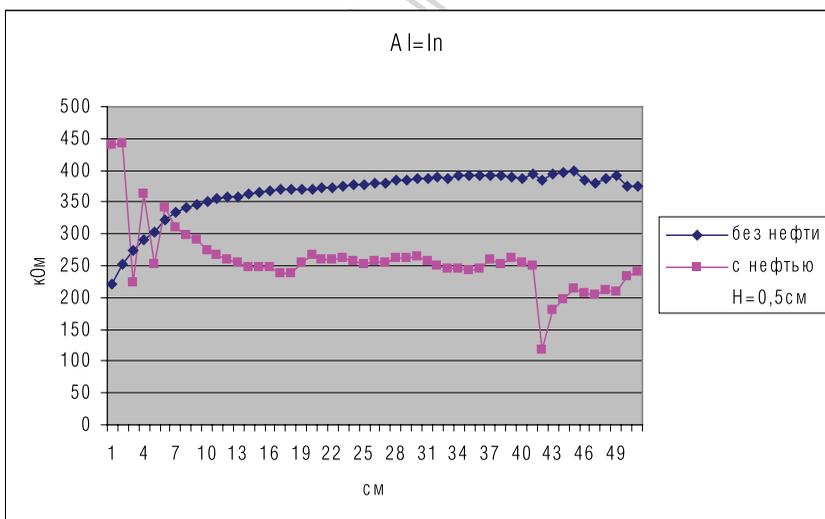


Рисунок 4 - Влияние изменения состояния границы раздела фаз на электро-сопротивление воды для пары Алюминий=Индий.

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие выводы:

1. Добавление в воду пленочной нефти проявляет себя резким изменением свойств по всей длине замеров, при этом эти изменения могут достигать значений 135%, например, для пары Марганец – Индий.

2. При изменении межэлектродного расстояния в воде с нефтью наибольшие отклонения от теоретических значений имеют пары Аллюминий — Аллюминий $R=(873-514\text{кОм})$, Аллюминий — Индий $R=(442-341\text{кОм})$ соответственно.

3. Для пары Аллюминий – Марганец добавление в воду нефти оказывает минимальное влияние органической пленки на показатели элетросопротивления, что может свидетельствовать об идентичности возникающих процессов структурообразования.

МАКЕТ

Боленов Е.М.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТЕКАНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ВОДЕ ПУТЕМ ЗАМЕРА ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЯ

Бұл жұмыста элетрлік кедергінің өлшеу кезіндегі элетродтардың материалдары және кюветте су биіктерінің ықпал жасауы карастырылған. Алынған нәтижелер флюидке әсер ететін нүктелерлерді анықтауға мүмкіндік береді.

В работе рассмотрено влияние материала электродов и высоты воды в кювете при замере электросопротивления. Полученные результаты, позволяют определять точки воздействия на флюид.

Influence of a material of electrodes and water height in a ditch at electroresistance gaging is considered in this research work. The received results allow to define points of influence on a fluid.

Для эффективной добычи нефти в условиях природного залегания необходимо изменить структуру нефти. Решение данной задачи на первом этапе осуществляется путем исследования протекания процессов структурообразования в воде при малом электрическом токе с использованием электродов индий, марганец, алюминий. Выбранные электроды размещали в кювете на разных расстояниях и проводили замеры при высотах столба воды: $h=0,5$ см; $h=1,2$ см и $h= 1,7$ см. Результаты исследований показали, что в зависимости от изменения условия замера получаются разные значения электросопротивления, с помощью которых можно определить оптимальные точки воздействия.

Оценку состояния воды в основном проводят путем измерения ее электрического сопротивления [1,2]. При этом принято считать, что сопротивление воды R прямо пропорционально расстоянию между электродами l и обратно пропорционально площади электродов S , погруженных в воду:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (1)$$

где l выражают в см, площадь S в см².

Коэффициент пропорциональности ρ (ом · см) называют удельным сопротивлением. В случае $l=1\text{см}$, $S=1\text{см}^2$, $\rho=R$.

При замере сопротивления воды применялись электроды алюминий, индий, марганец. Все замеры проводились в естественных условиях т.е. при комнатной температуре (20-24 °C) и нормальном давлении. Для замера сопротивления использовали измерительный прибор комбинированный цифровой Щ 4313. Результаты измерения фиксировались в единицах кОм. Погрешность измерения определяется классом точности прибора и находится в пределах 0,1-5%.

Путем замера сопротивления разными электродами получаем представление о процессах структурирования, которые протекают в воде. На рисунке 1 приведены результаты замеров электро сопротивления воды от материала и расстояния между электродами при постоянной высоте измеряемого слоя. Полученные данные, значительно отличаются от теоретических.

Кривая Алюминий - Индий, при $h=0.5\text{см}$ наиболее приближена к теоретической модели до точки замера $l=12\text{см}$. При дальнейшем увеличении расстояния от начальной точки, сопротивление воды не меняется. Однако при использовании в замерах других электродов характеристики электросопротивления существенно отличаются от теоретических. Так, при использовании электродов Алюминий - Алюминий при $h=0.5\text{см}$ получили скачкообразное изменение сопротивления в пределах 555кОм-437кОм, что указывает на протекание в воде определенных процессов структурирования.

При использовании электродов Марганец – Индий, $h=0.5\text{см}$ получили приближенно постоянные значения сопротивления во всем отрезке замера. При смене материалов электродов на Алюминий – Индий полученная кривая зависимости электросопротивления от увеличения расстояния между электродами имеет скачкообразный вид - колебания уменьшаются, а сопротивление растет до $R=1,2\text{МОм}$.

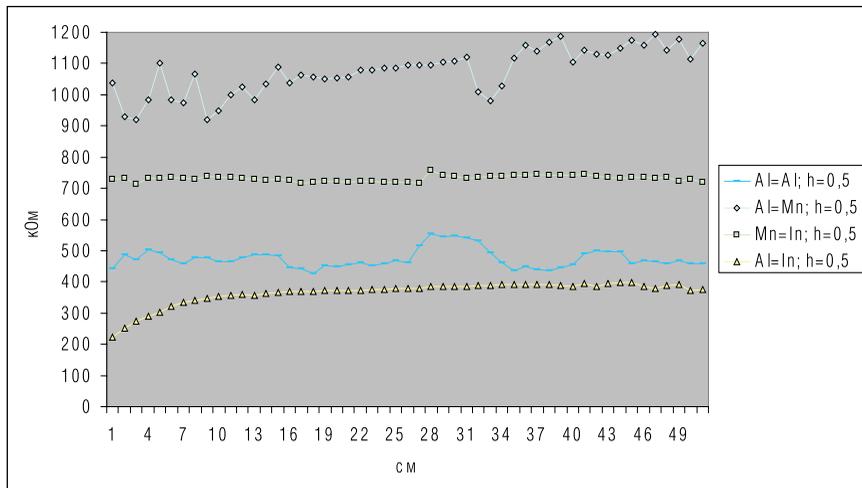


Рисунок 1 - Зависимость электрического сопротивления воды от расстояния и материала электродов при постоянной высоте измеряемого слоя

На рисунке 2 приведены результаты замера электрического сопротивления воды от расстояния и высоты измеряемого слоя при постоянном материале электродов Алюминий - Алюминий.

Из рисунка 2 видно, что при высоте $h=0,5$ см сопротивление держится в пределах $R=443 - 555$ кОм. При высоте $h=1,7$ см кривая синусоидально изменяется, при этом значения измеряемого параметра существенно уменьшаются. При высоте $h=1,2$ см оно изменяется скачками, а с возрастанием расстояния сопротивление падает, но после $l=49$ см оно резко возрастает.

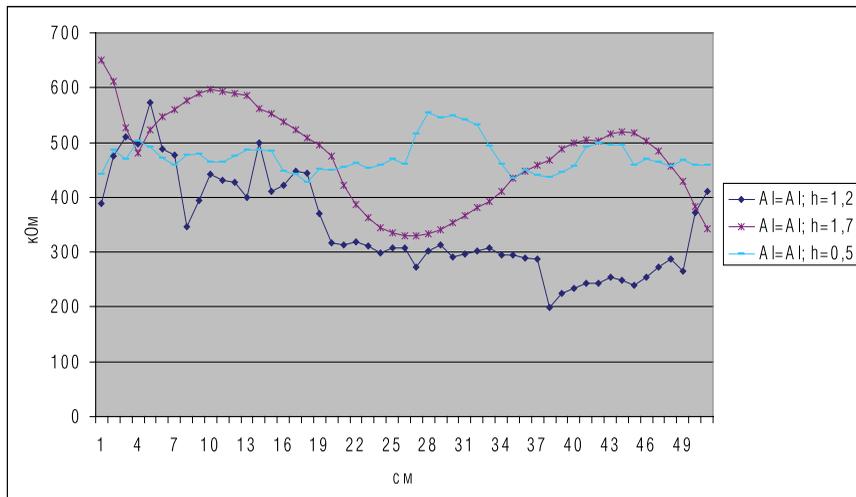


Рисунок 2 - Зависимость электрического сопротивления воды от расстояния и высоты измераемого слоя при постоянном материале электродов

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие выводы:

1. Процесс структурирования, протекающий в воде в ходе замеров электросопротивления, сильно зависит от материала электродов, а также от масштабных соотношений параметров замера.

2. При изменении межэлектродного расстояния наибольшие отклонения от теоретических значений имеют пары Алюминий — Индий $R=(910\text{кОм} \pm 1,2 \text{ МОм})$, Марганец — Индий $R=(750\text{кОм} \pm 770 \text{ кОм})$, Алюминий — Алюминий $R=(430\text{кОм} \pm 550 \text{ кОм})$ соответственно.

3. Изменение высоты замераемого слоя проявляет себя резким изменением свойств по всей длине замеров, при этом это изменения могут достигать значений, отличающихся между собой на 2 порядка.

Литература

1 Аленицын А.Г., Бутиков Е.И. Кондратьев А.С. Краткий физико - математический справочник. - М.: Наука. - 1990. - 368 с

2 Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике.- М.: Наука, 1974.- 942 с.

Мухамбедьяров Т.Т., Метакса Г.П.

КРЕМНИЙ И КАТАЛИТИЧЕСКИ-АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА

Жұмыста кремний үшін каталитикалық белсенді келетін заттарға талдау жасалған.

В работе выполнен сравнительный анализ веществ, каталитически-активных по отношению к кремнию.

In work made comparative analysis of substances, catalytically active to silicium.

Кремний является четырнадцатым элементом в таблице Д.И. Менделеева [1]. Он находится в главной подгруппе четвертой группы периодической системы. В земных условиях в свободном состоянии не встречается. Кристаллы кремния высокой чистоты с малым количеством дефектов структуры имеют очень низкую электропроводность, характерную для диэлектриков. Примеси и нарушения правильности строения элементов структуры резко увеличивают его проводимость. Применяют этот элемент в металлургии и в полупроводниковой технике. Промышленный кремний получают восстановлением диоксида кремния коксом в электрических печах:



Полученный по этому способу кремний содержит 2-5% примесей. В лабораторных условиях кремний получают прокаливанием с магнием мелкого белого песка (SiO_2):



При этом образуется бурый порошок аморфного кремния.

Необходимый для изготовления полупроводниковых приборов кремний высокой чистоты получают путем перевода его в такое соединение, которое поддается глубокой очистке. Очень чистый кремний можно получить разложением его соединений с хлором (SiCl_4), йодом (SiI_4) или водородом (SiH_4). Для получения более чистого кремния его подвергают дополнительной очистке путем зонной плавки или на-

правленной кристаллизации [2, 3]. В таком состоянии кремний является диамагнетиком с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 11,7$.

Однако применяемые методы очистки восстановленного кремния резко повышают его стоимость, поэтому поиск новых способов очистки является актуальным для современной промышленности, конкурентоспособность которой определяется стоимостью готовой продукции.

Данная работа посвящена поисковым исследованиям способов очистки кремния с применением поверхностно-активных веществ (ПАВ) и электромеханических переменных воздействий. Теоретической предпосылкой для проведения таких работ является теория мультиплетности, разработанная академиком Баландиным А.А. [4,5]. В мультиплетной теории рассматриваются способы активации реагирующей молекулы с катализатором с учетом реальных размеров и расположения атомов. Этот главный фактор назван им принципом структурного соответствия.

Другой составляющей частью мультиплетной теории является принцип энергетического соответствия. Принимая, что энергия активации ϵ связана с энергетическим барьером E соотношением:

$$E = A - \gamma E \quad (3),$$

где величиной A можно пренебречь, а $\gamma = 3/4$ или $\gamma = 1/4$ (в зависимости от типа реакции), выражение для теплоты образования мультиплетного комплекса приобретает простой вид разностного отношения теплот компонентов реакции и катализаторов. Применяя оба принципа структурного и энергетического соответствия, Баландин А.А. предсказал и экспериментально подтвердил множество каталитических реакций с заданным выходом готового продукта.

Если перевести эти плодотворные химические представления на язык физический, в частности на язык теории колебаний, то нетрудно заметить, что оба принципа Баландина А.А. (структурный и энергетический) являются признаками различных видов резонанса в колебательных процессах, а величина γ в формуле (3) характеризует фазу стоячей или бегущей волны, позволяя усиливать или ингибировать анализируемые процессы в химических реакциях.

С физической точки зрения любой элемент имеет свой спектр колебаний на каждом уровне рассмотрения. Так, атомный уровень характеризуется колебаниями, имеющими масштаб параметра кристаллической решетки. Для молекулярных взаимодействий, особенно

жидкофазных, большое значение имеют соответствия, связанные с масштабом ионного радиуса. При электролизе учитывают электрическое сродство сравниваемых веществ. О сходстве тепловых колебаний различных элементов структуры можно судить по данным ИК- и УФ-спектроскопии и т.д.

Рассмотрим некоторые мультиплетные (резонансные) соотношения, удовлетворяющие принципу геометрического соответствия. В таблице 1 приведены вещества, мультиплетные (соответствующие целочисленному ряду) по отношению к кремнию для параметра кристаллической решетки, т.е. масштабное соответствие на структурном уровне рассмотрения оценивали путем сопоставления параметров кристаллической решетки кремния с другим элементом периодической системы [6].

В таблице не вошел ряд элементов, кристаллографическое подобие которых соответствует только параметру «С»: таллий – α (5,52), плутоний – α , гелий, фосфор и др. Анализируя данные, приведенные в этой таблице можно заметить, что большинство этих элементов используются для нанесения пленок фотопреобразователей, демонстрируя тем самым обоснованность принципа геометрического соответствия мультиплетной теории Баландина.

Здесь же можно отметить, что энергетическому принципу подобия в оптическом диапазоне взаимодействий удовлетворяют вещества молекулярного уровня рассмотрения. В качестве энергетического признака выбран коэффициент преломления. Сам кремний имеет коэффициент преломления $n=3,42-3,736$ в зависимости от степени чистоты. Близкими к этому значению обладают следующие вещества и соединения:

- | | |
|-------------------------|-----------|
| - галенит PbS | - $n=3,9$ |
| - HgS | - 3,2 |
| - Ag_3SbS_3 | - 3,08 |
| - цирконат бора ZrB_2 | - 6,1 |
| - натрий | - 4,22 |

Этот неполный перечень оптически-активных веществ свидетельствует о правомочности использования этого энергетического признака для подбора каталитически-активных веществ в процессах очистки кремния.

Таблица 1 – Вещества, удовлетворяющие принципу геометрического соответствия для кремния

№ п.п.	Элемент	Параметр решетки, Å		
		а	в	с
1	кремний	5,43	5,43	5,43
2	бор	-	-	5,03
3	углерод - β	-	-	10,062 (n=2)
4	магний	-	-	5,21
5	аргон	5,256	5,256	5,256
6	калий	5,32	5,32	5,32
7	кальций - α	5,58	5,58	5,58
8	актиний	5,311	5,311	5,311
9	уран - α	2,858 (n=1/2)	5,87	-
10	уран - β	10,759 (n=2)	10,759(n=2)	5,656
11	торий - α	5,084	5,084	5,084
12	кислород - α	5,5	-	-
13	германий	5,657	5,657	5,657
14	мышьяк	-	-	10,548 (n=2)
15	криптон	5,72	5,72	5,72
16	рубий	5,7	5,7	5,7
17	иттрий - α	-	-	5,73
18	цирконий - α	-	-	5,147
19	олово - β	5,83	5,83	-
20	барий	5,025	5,025	5,025
21	лантан - β	5,3	5,3	5,3
22	церий - γ	5,161	5,161	5,161

Кроме того, для оценки каталитической активности веществ по отношению к кремнию можно использовать энергетический параметр атомного уровня рассмотрения – это работа выхода электронов для чистых металлов [7]. По данным этой работы работа выхода электронов для чистого кремния равна 4,3 электронвольта. Энергетически подобными ему являются вещества, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Вещества, удовлетворяющие принципу энергетического подобия для кремния

Вещество	U, эВ	Вещество	U, эВ
кремний	4,3	кобальт	4,41
железо	4,33	никель	4,61
медь	4,29	германий	4,76
цинк	4,26	серебро	4,55
молибден	4,24	сурьма	4,08
олово - β	4,38	тантал	4,13
олово - γ	4,28	вольфрам	4,52
висмут	4,28	осмий	4,7
ртуть	4,52	таллий	4,09

Анализируя данные этой таблицы, можно отметить, что приведенные вещества являются наиболее трудноудаляемыми примесями в сплавах кремния, полученных промышленным способом. Поэтому для металлургии кремния стараются брать наиболее чистую от этих примесей исходную шихту. Этот факт является подтверждением целесообразности использования данного энергетического признака для целей поиска каталитически-активных веществ.

Параметр плотности ρ относится к разряду структурно-чувствительных характеристик любого вещества, так как от него зависит интегральный параметр отклика на внешние механические воздействия – скорость распространения звука (квадрат скорости звука для твердых веществ является отношением модуля упругости к плотности данного вещества). Плотность чистого кремния находится в пределах от 2,2 до 2,49 г/см³. Структурно-подобным по отношению к нему являются следующие элементы:

- бор - $\rho = 2,32-2,34$
- углерод α - $\rho = 2,22-2,25$
- фосфор красный - $\rho = 2,2-2,25$
- франций - $\rho = 2,4-2,5$
- алюминий - $\rho = 2,7$

А скоростью звука такой же, как кремний ($V=8326$ м/с) не обладает ни один элемент периодической системы. Поэтому отклик на механическое воздействие следует определять для всей системы, включающей кремний при его обработке, т. е. измерять отклик на внешнее воздействие путем замера спектральных параметров интенсивности

в резонансном режиме системы.

Анализ полученного фактического материала с позиций соответствия принципам мультиплетности Баландина А.А. позволяет сделать следующие выводы:

1. Сравнение основных положений теории мультиплетности с практически реализованными задачами использования кремния в народном хозяйстве показало, что для оценки каталитической активности можно использовать как геометрическое, так и энергетическое соответствие параметрам кремния, совпадающее с ним или кратное целочисленному ряду.

2. Для поиска эффективных каталитически-активных веществ можно использовать геометрическое соответствие параметров кристаллической решетки, а также энергетические соотношения, полученные для оценки работы выхода, коэффициента преломления и плотности сравниваемых веществ.

Литература

- 1 Глинка Н.Л. Общая химия. Л. Химия, 1974. – 728 с.
- 2 Салли И.В., Фалькевич Э.С. Производство полупроводникового кремния. М., Металлургия, 1970. – 152 с.
- 3 Нашельский А.Я. Полупроводниковые соединения. М., Цветмет, 1966. – 70 с.
- 4 Баландин А.А. Избранные труды. М., Наука, 1972. – 584 с.
- 5 Баландин А.А. Мультиплетная теория катализа. М., МГУ, 1963. Ч.1, - 120 с.
- 6 Протодьяконов М.М., Герловин И.Л. Электронное строение и физические свойства кристаллов. М., Наука, 1975. – 356 с.
- 7 Царев Б.П. Контактная разность потенциалов. М., Наука, 1968. – 110 с.

Мамельбаев Б.К., Метакса Г.П.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ГИДРАТНОЙ ПРОБКИ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Қазіргі уақытта ғалымдар аквальдық газгидраттардың термобарикалық жағдайын зерттеуде. Осы жұмыста гидратқұралу үдерісін үлгісі лабораториялық жағдайда қарастырылған.

В настоящее время учеными изучаются термобарические условия существования аквальных газогидратов. В работе рассмотрено моделирование данного процесса гидратообразования в лабораторных условиях.

Scientists are investigating baric and thermal conditions of aquatic gas hydrates. In this article esteemed the modeling formation of gas hydrates in vitro.

В современной литературе, посвященной поискам новых источников энергии при существующих темпах использования месторождений нефти и газа, разрабатываются технологические решения по использованию газогидратных залежей [1]. Изучаются термобарические условия существования аквальных газогидратов, расположенных на большей части дна Мирового океана с глубинами воды более 300-400 м. Считается, что зона стабильности газовых гидратов связана с наличием субмаринной криолитзоны, которая расположена на глубине более 260 метров от уровня моря. Геометрические особенности расположения этих зон предполагают появление эффектов самофокусировки, так как криолитзоны приурочены к континентальным и островным склонам и подножиям, а также к глубоководьям внутренних окраинных морей. Кроме того, было установлено, что для гидратсодержащих слоев, например, в осадках Охотского моря в интервале давлений 45-120 атмосфер, температуры находятся в диапазоне 25-35 °С [2].

Ряд особенностей гидратообразования в условиях природного залегания и факты образования газогидратных пробок в магистральных трубопроводах позволили сформулировать следующие начальные условия для проведения физического моделирования процессов гидратообразования в лабораторных условиях:

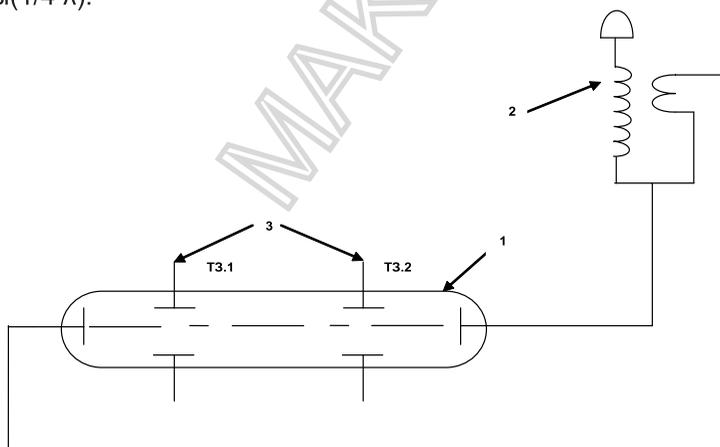
- термобарический режим, определяется избыточным давлением газа (водорода) при разложении воды при комнатной температуре;

- проявление эффекта самофокусировки, обеспечивается цилиндрической геометрией кварцевой колбы. Что сохраняет условия, близкие к процессам транспортировки энергоносителей в магистральных трубопроводах;

- продукты разложения в ходе реакции водородовыделения по химическому составу близки к естественным минералам, то есть это оксиды алюминия (глины) и кремния (алюмокислоты);

- ориентацию экспериментального реактора осуществляем относительно сторон света: протяженной стороной – с севера на юг, имитируя, таким образом, особенности суточного вращения Земли. На рисунке представлена функциональная схема проведения лабораторных испытаний процессов гидратообразования.

Схема предусматривает проведение замеров электрического сопротивления, для чего в боковых стенках экспериментального реактора вмонтированы молибденовые электроды, отстоящие друг от друга на расстояниях, пропорциональных четверти стоячей длины волны ($1/4 \lambda$).



1 – экспериментальный реактор;

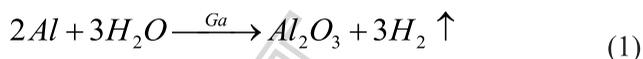
2 – трансформатор Тесла;

3 – точки замера электросопротивления флюида.

Рисунок – Функциональная схема проведения лабораторных испытаний

В проведении эксперимента использовали воду водопроводной минерализации, получаемой в условиях природного залегания скважин города Алматы. В реактор (с впаянными электродами из молибдена), размером 35×157 мм заливали воду до заполнения всего объема кварцевой колбы и измеряли исходное электросопротивление в соответствующих точках замера. При этом протяженная сторона реактора была ориентирована в направлении север-юг. В ходе замеров выявлен автоволновый процесс, который идет с изменением полярности в течение 7-8 минут ($\tau=420-480$ с). Абсолютные значения электросопротивления ρ при этом изменяются от -30 кОм до +16 кОм.

Для осуществления реакции разложения, воды в реактор добавлен активированный галлием алюминий. Процесс разложения идет по реакции:



Выделяющийся водород создает избыточное давление в реакторе и частично растворяется в воде, которая быстро теряет прозрачность в связи с образованием окиси алюминия, однако мутность воды наблюдается только вблизи северного электрода. Электрическое сопротивление при этом меняется без изменения полярности (+) в сторону увеличения, абсолютные значения его составляют 16 – 60 кОм. Далее начинается автоволновой процесс, при котором электрическое сопротивление меняется в пределах 60 – 75кОм.

Через 15 мин сопротивление достигает значений, превышающих 100 кОм, а через 60 мин оно превышает значение 200 кОм. В конце 2 суток образуется газогидратная пробка у северного электрода.

В таблице показаны изменения электросопротивления в ходе эксперимента.

Таблица – Изменение электрического сопротивления флюида в реакторе в зависимости от времени.

№ п.п.	Этапы эксперимента	Значение электросопротивления, кОм
1	Исходное значение	Автоволны (τ -420-480 с) ρ от -30 кОм до +16 кОм
2	На 1-й минуте после добавления активатора	$\rho=16 \rightarrow 60$ кОм, автоволны $60 \rightarrow 75$ кОм
3	На 15-й минуте эксперимента	$\rho > 100$ кОм
4	На 60-й минуте эксперимента	$\rho > 200$ кОм
5	Через сутки после начала эксперимента	$\rho > 350$ кОм
6	Через 2-ое суток – замер вблизи газогидратной пробки	$\rho \approx 160$ кОм
7	Через 2 суток – замер вблизи противоположного электрода	$\rho > 360$ кОм

Таким образом, экспериментальное моделирование процессов гидратообразования в лабораторных условиях показало, что при комнатной температуре, небольшом избыточном давлении газа и наличии дисперсных поляризованных частиц, образование газогидратной пробки происходит через двое суток, при этом динамический режим газогидратообразования поддерживается естественным источником, то есть суточным вращением Земли.

Литература

1 Воробьев А.Е., Малюков В.П. Газовые гидраты. Технологии воздействия на нетрадиционные углеводороды: Учебное пособие. Гриф УМО по образованию в области прикладной геологии. – М.: Изд-во РУДН, 2007. – 273 с.

2 Черткова Л.В., Биличенко А.А., Стунжас П.А. Обнаружение газогидратов метана в Охотском море // Тез. докл. III съезда советских океанологов. (Секция геология, геофизика и геохимия океана. Минеральные ресурсы, геоморфология, берега, методы исследования). – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – С. 172–173.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОХОЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРО- МАГНИТНЫХ СТОЯЧИХ ВОЛН ЧЕРЕЗ ФЛЮИДОСОДЕРЖАЩИЕ СИСТЕМЫ

Энергия жүйелерінің тораптарында техногендік көріністің зардап салдары анықталды.

Обнаружен эффект техногенного отклика в электрических сетях энергосистем.

The effect of the technogenic response in electric networks of power supply systems is found out.

Проведенные крупные промышленные эксперименты на предприятиях ТПП «Прокачевнефтьгаз», НК «Лукойл», ТП «Югранефть», ТП «Оренбургнефть» ТНК-БП показали перспективность использования волнового воздействия на нефтяной пласт для решения задач повышения коэффициента извлечения нефти.

С целью интенсификации нефтеизвлечения из продуктивных пластов применяют различные виды волновых воздействий: акустические, гидроакустические, вибросейсмические.

При проведении экспериментальных работ в лабораторных условиях применялись внешние воздействия следующих видов:

- электромагнитные колебания + процессы деформирования;
- механические колебания (УЗВ или звуковые);
- УЗВ + разность электрического потенциала;
- комплексное импульсное воздействие.

В зависимости от изменения параметров внешнего воздействия выявлено скачкообразное изменение свойств испытываемых образцов: прочности, пластичности, электропроводимости, магнитной проницаемости.[1]

Для определения изменения электрической проницаемости флюидосодержащих систем был применен способ измерения степени прохождения стоячих электромагнитных волн акустического диапазона постоянно присутствующих в электрических сетях энергетических систем (рисунок 1).

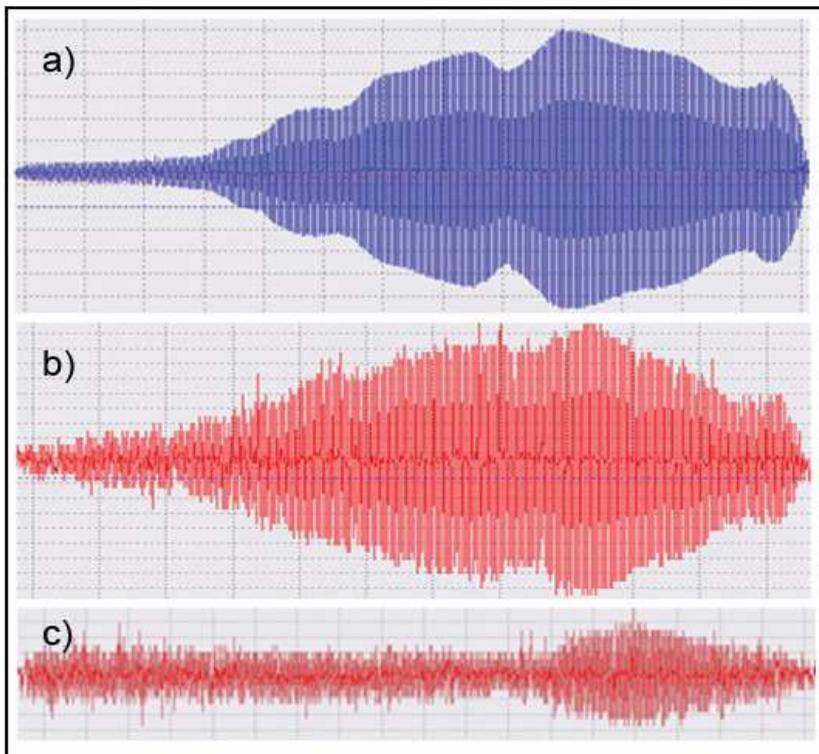


Рисунок 1 - Виды электрических сигналов, измеренных в ходе опыта

На рисунке 1а) показан вид электрического сигнала стоячей электромагнитной волны в электрической сети местной энергосистемы. Этот электрический сигнал подключаем к одному контакту образца нефти Жетыбайского месторождения.

На рисунках 1б) и 1с) приведены электрические сигналы, измеренные с другого контакта этого образца. Образцы находятся в разных состояниях и неодинаково реагируют на прохождение сигнала. Образец, не имеющий устойчивой структуры (неравновесное состояние), показал максимальную амплитуду и спектральный состав сигнала (рисунок 1б). А образец, имеющий устойчивую структуру (равновесное состояние), показал сильное поглощение сигнала по мощности и спектральному составу (рисунок 1с).

Полученные данные свидетельствуют о том, что при прохождении электрического сигнала через образец нефти, находящийся в разных состояниях, вид сигнала существенно меняется.

При проведении экспериментов было замечено, что исходный сигнал в разомкнутой электрической цепи меняет форму и длительность по дням недели (рисунок 2), а также внутри суточного ритма (рисунок 3).

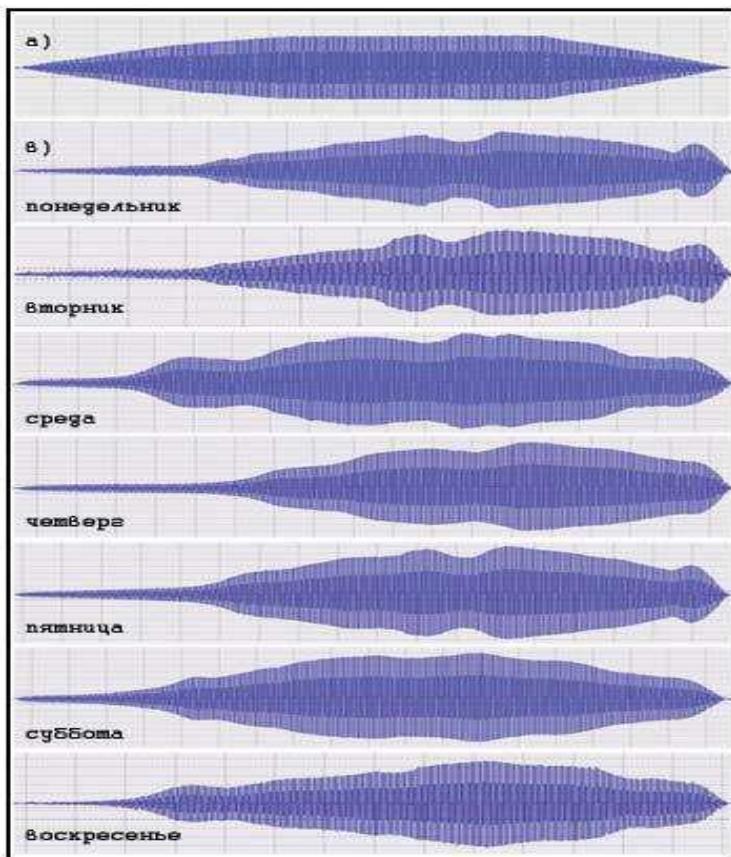


Рисунок 2. Изменение отклика стоячей электромагнитной волны в электрической сети по дням недели.

На рисунке 2а) приведен вид стоячей волны в замкнутой электрической цепи.

На рисунке 2б) приведены виды стоячей волны в разомкнутой

электрической цепи по дням недели.

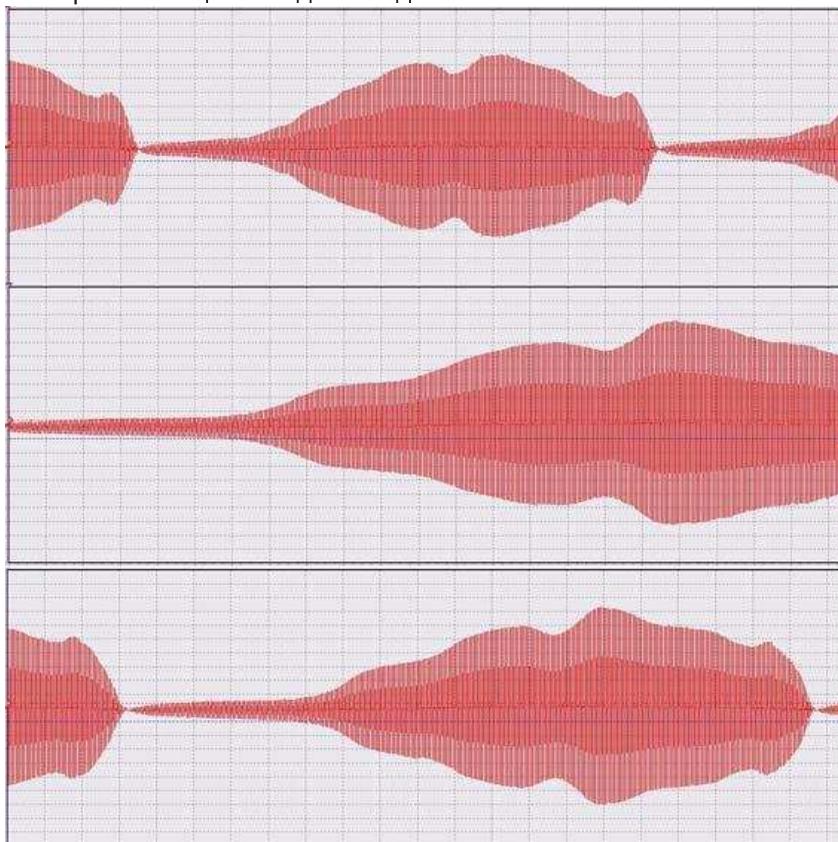


Рисунок 3. Изменение отклика стоячей электромагнитной волны в электрической сети внутри суточного ритма.

Вывод: Полученные данные свидетельствуют о том, что форма и длительность сигнала отражают изменение состояния электрической сети местной энергосистемы (имеют техногенный характер), это означает взаимозависимость процессов воздействия и отклика в испытываемых образцах.

Литература

1. Технология переработки нефти в условиях природного залегания /Буктуков Н.С., Метакса Г.П.- ИГД им. Кунаева Д. А., Алматы, 2008 г.,20 с.

МАКЕТ

Абдинов Р.Ш., Нуркеев С.С., Метакса Г.П., Silvestri R.

ПЕРЕРАБОТКА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ ПУТЕМ РАЗЛОЖЕНИЯ ВОДЫ АКТИВИРОВАННЫМ АЛЮМИНИЕМ

Синтез реакцияларында және қатты тұрмыстық қалдықтардың ыдырауында сутегінің атомарлық түрінде пайдалануы перспективті екенін көрсетілген.

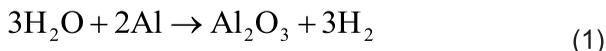
В работе показана перспективность использования атомарного водорода в реакциях синтеза и разложения твердых бытовых отходов.

In work perspectivity of use of atomic hydrogen in reactions of synthesis and decomposition of a firm household waste is shown.

Известен способ массовой переработки биоотходов с получением газа метана и сельхозудобрений, в котором несортированную мусорную массу загружают в расположенные в бродильной камере стеллажи с решетчатым дном слоем 50-70см, распределяя твердые включения в ней для обеспечения рыхлости, при этом бродильную камеру герметизируют, через каждые 1,5 – 2ч все стеллажи орошают водой из системы орошения, обеспечивая в пределах 92-95% влажность процесса брожения биоотходов и их стартовый нагрев системой подогрева до 55⁰С, а для следующей заправки по окончании процесса брожения 10% биоотходов оставляют, при этом полученный газ метан направляют для производственных и бытовых нужд, а мусорная масса превращается в органическое удобрение [1].

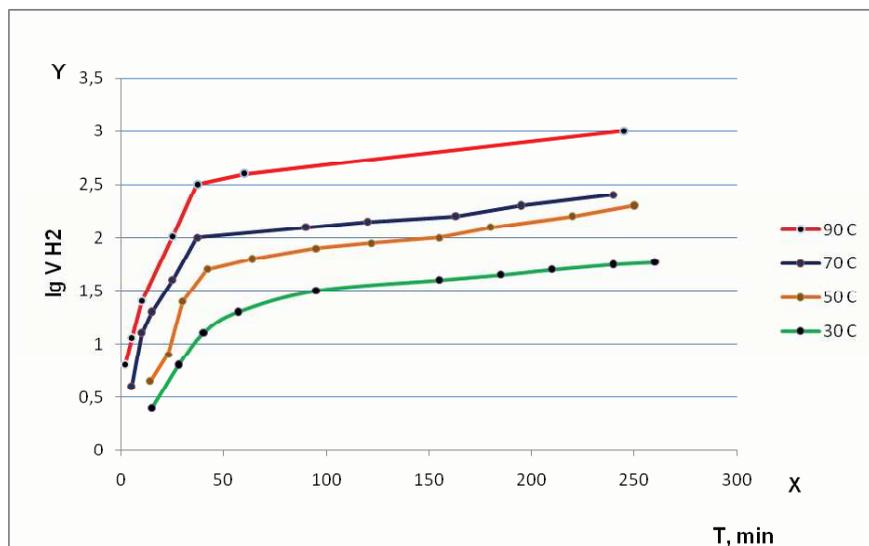
В Советском союзе разработкой технологии получения водорода из воды с помощью активированных металлов занимался ряд организаций [2].

Получение водорода из воды осуществляли активированным алюминием, помещенная в воду таблетка алюминия (активатор галлий является катализатором процесса и в химической реакции не участвует), вступает в реакцию с кислородом воды. Процесс окисления алюминия сопровождается выделением свободного водорода по реакции:



Процесс разложения воды идет с экзотермическим эффектом, об

этом свидетельствует повышение температуры воды в ходе реакции по сравнению с исходным значением в начале эксперимента. Экспериментальные исследования влияния температуры на скорость реакции разложения воды проводили при следующих температурных режимах: 30, 50, 70, 90°C (рисунок 1).



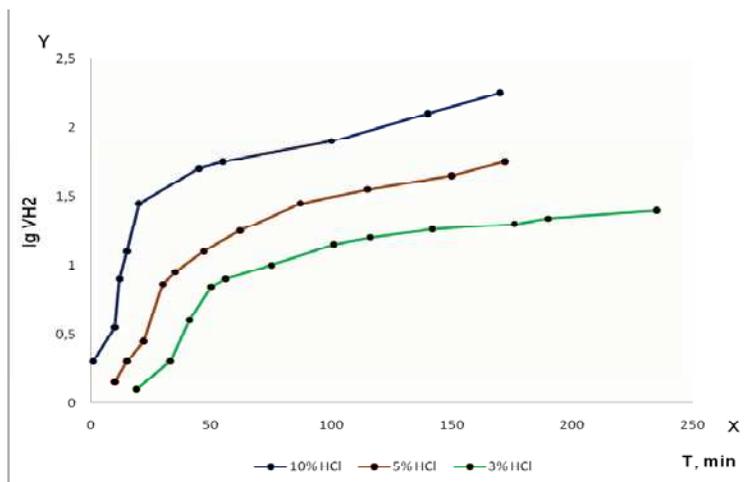
По оси абсцисс: продолжительность реакции, мин;
 по оси ординат: скорость водородовыделения $\lg \frac{\partial m^3}{\partial t}$;

Рисунок 1 - Зависимость скорости выделения водорода от температуры

Данные, приведенные на рисунке 1 свидетельствуют о том, что повышение температуры в реакционной воде может резко изменить скорость водородовыделения в несколько раз. Наибольшая скорость реакции в нашем эксперименте при температуре 90°C. Временной закон нарастания скорости водородовыделения завершается за 35 минут, а при 30°C за 95 минут, после чего скорость реакции остается практически постоянной для каждого температурного режима. При больших объемах разлагаемой воды влиянием экзотермического эффекта можно пренебречь.

В кислых растворах разной концентрации (рис.2) скорость водородовыделения при одной и той же температуре существенно зависит от количества добавленной к воде соляной кислоты HCl. Она максимальна для 10%-го раствора. Временной закон нарастания скорости

реакции при этом отличается от предыдущего режима насыщения. На графиках имеются одна или две точки перегиба, но со временем реакция идет только в режиме нарастания скорости водородовыделения по линейному закону, реакцию разложения можно осуществить химическим путем, окисляя активированный галлием алюминий. Скоростью реакции можно управлять с помощью температурного режима в реакционной ячейке и, изменяя концентрационные соотношения в водных растворах.



По оси абсцисс: продолжительность реакции, мин;

По оси ординат: скорость водородовыделения $\lg \frac{\partial V}{\partial t}$;

Рисунок 2 - Зависимость скорости выделения водорода от кислотности раствора.

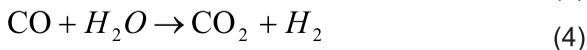
В условиях естественного разложения твердых бытовых отходов (ТБО) синтезируется органический газ – метан, скорость выделения которого существенно зависит от температуры окружающей среды. Известный способ получения водорода [2] из воды перспективно использовать для синтеза и разложения органических отходов, потому что эта реакция (1) протекает с экзотермическим эффектом, что позволит увеличить скорость метанообразования в несколько раз. В этом случае энергосбережение достигается путем гидрирования водородом естественных реакций метанообразования и повышением температуры внутри реакторного объема. Моделирование этих процессов осуществлено в лабораторных условиях.

В качестве модельной скважины используют полиэтиленовую трубку, на рабочем конце которой имеются отверстия для прохождения образующихся газов. В перфорированной части скважины размещают таблетки с активированным алюминием в тканевом пакете, которые затем заливают водой водопроводной минерализации. Верхнюю часть скважины – трубки плотно закручивают для органически восходящего потока газа, который в силу возникающей разницы давлений распространяется в нижней части трубки и в окружающих ее твердых бытовых отходах. Реакция разложения воды продолжается в течение суток, скорость ее максимальна в течение 2-3 начальных часов в соответствии с формулой (1).

Через сутки пакет с продуктами реакции (гель Al_2O_3 и металлический активатор) вынимают и используют по назначению. В результате применения способа ускоряется процесс метанообразования в ТБО (более 35% по сравнению с естественным процессом, протекание которого зависит от температуры окружающей среды). При использовании данного способа температурная зависимость процесса метанообразования минимальна, так как реакция разложения воды сопровождается экзотермическим эффектом.

В процессе испытаний количество газа при обычных условиях было следующее, $дм^3/кгс$: через час – 0,4; 2 часа – 0,75; 3 часа – 1,2; 4 часа – 1,6; 5 часов – 1,9. Количество газа по предлагаемому способу составило соответственно: через 1 час – 0,6; 2 часа – 1,0; 3 часа – 1,6; 4 часа – 2,2; 5 часов – 2,6.

Химический состав синтезируемого газа определяется следующими реакциями:



Таким образом, видно, что появление дополнительного водорода в этих условиях моделирования способствует протеканию реакции метанообразования, уменьшая тем самым количества оксида и диоксида углерода в составе синтезируемых отходами газов.

Литература

- 1 Патент РФ №2257968. кл.ВОУВ, 2005.
- 2 Варшавский И.Л. Энергоаккумулирующие вещества и их использование. Киев. 1980, 240с.

Бугаева Г.Г., Когут А.В.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ С ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Мақалада ашық кен жұмыстарын жүргізу барысында экологиялық қауіпсіздікті сақтаудың басым бағыттары қарастырылған.

В статье рассматриваются приоритетные направления поддержания экологической безопасности при ведении открытых горных работ.

The paper considers the priority directions of maintaining environmental safety in the course of opening mining operations.

В настоящее время на большинстве промышленных предприятий обеспечение экологической безопасности производственной деятельности осуществляется в следующих направлениях [1-3]:

- обеспечение экологической безопасности производства;
- регулирование рационального природопользования;
- защита здоровья населения;
- предупреждение и ликвидация аварий и чрезвычайных ситуаций.

Достижение необходимого уровня экологической безопасности при проведении открытых горных работ осуществляется за счет применения экологически чистых технологий и оборудования, которые оказывают минимальное воздействие на окружающую среду. Все это закладывается в проекте горного предприятия и поэтому обязательным условием является строгое соблюдение проектных положений при производстве работ. При этом важным направлением в проектировании должно быть применение малоотходных и безотходных технологий добычи и переработки полезного ископаемого, способствующих максимально возможному сокращению или исключению образования отходов и соответственно площадей на поверхности для их складирования.

Рациональное природопользование предполагает извлечение

и переработку природных ресурсов, их охрану и воспроизводство, использование и охрану природных условий среды жизни человека, сохранение экологического равновесия природных систем. Регулирование рационального природопользования связано с разработкой и соблюдением принципов взаимодействия производственной деятельности с окружающей средой, поиском методов хозяйствования, учитывающих природное равновесие окружающей среды и улучшающих природный потенциал. В условиях открытой отработки месторождений полезных ископаемых регулирование рационального природопользования заключается, прежде всего, в соблюдении нормативов выбросов и сбросов вредных веществ в атмосферу и гидросферу, сокращении нарушений почвенного покрова под карьерные выемки и отвалы вскрышных пород, обязательном проведении технической и биологической рекультивации.

Для реализации этих мер необходим контроль природоохранной деятельности предприятия и экологический мониторинг источников вредного воздействия и состояния окружающей среды.

Защита здоровья человека является приоритетом в обеспечении экологической безопасности горнодобывающего предприятия (ГДП). Для работающего персонала, прежде всего, должны осуществляться регулярные медицинские осмотры, все необходимые профилактические мероприятия и на рабочих местах использоваться местные защитные приспособления. Отдел по охране труда и техники безопасности предприятия осуществляет все эти производственные и контрольные функции. Ведется систематический санитарный и медицинский контроль состояния здоровья населения, прилегающих к ГДП населенных пунктов и предлагаются меры для его улучшения.

Предупреждение аварий и чрезвычайных ситуаций является составной частью любого проекта по разработке полезных ископаемых. Рассчитываются вероятности их возникновения и разрабатываются специальные планы и мероприятия по предупреждению и ликвидации, как аварий, так и чрезвычайных ситуаций.

Механизм обеспечения экологической безопасности включает административно-организационную, экономическую и научно-методическую составляющие. Первая предназначена для обеспечения соблюдения требований природоохранного законодательства, норм и правил рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Административно-организационный механизм обеспечения

экологической безопасности включает:

- проведение экологической экспертизы;
- осуществление контроля за природопользованием и ООС;
- обязательное соблюдение нормативных требований и согласования с природоохранными органами

соответствующих

документов (ПДВ, ПДС и пр.);

- проведение экоаудита и сертификации опасных объектов.

В состав экономического механизма управления экологической безопасностью при ведении открытых горных работ входит:

- механизм экономической ответственности;
- механизм резервирования финансовых, трудовых и материальных резервов;
- механизм стимулирования повышения уровня безопасности;
- механизм перераспределения риска и страхование;
- применение штрафных санкций.

Система научно-методического обеспечения безопасности при ведении открытых горных работ включает комплекс исследований, выполняемых в трех направлениях: 1) изучение породных массивов в сфере влияния горных работ; 2) обоснование технических решений, обеспечивающих безопасность технологических процессов; 3) мониторинг состояния природно-технической системы (см. рисунок).

Весьма важную роль в сфере повышения экологической безопасности ведения открытых горных работ играет разработка и реализация планов природоохранных мероприятий предприятия, в которых отражены вопросы, связанные с обеспечением:

- охраны и рационального использования водных ресурсов;
- охраны атмосферного воздуха;
- охраны и рационального использования земель;
- охраны недр и рационального использования ресурсов.

Кроме того, в планах разрабатываются мероприятия по внедрению на предприятиях малоотходных производств, комплексной переработки сырья.

Планируемые объемы работ по охране и рациональному использованию природных ресурсов должны устанавливаться на основе детального анализа характера нарушений окружающей природной среды, расчетов объемов работ, исходя из наличия и потребности в технике, рабочей силе, денежных средствах.

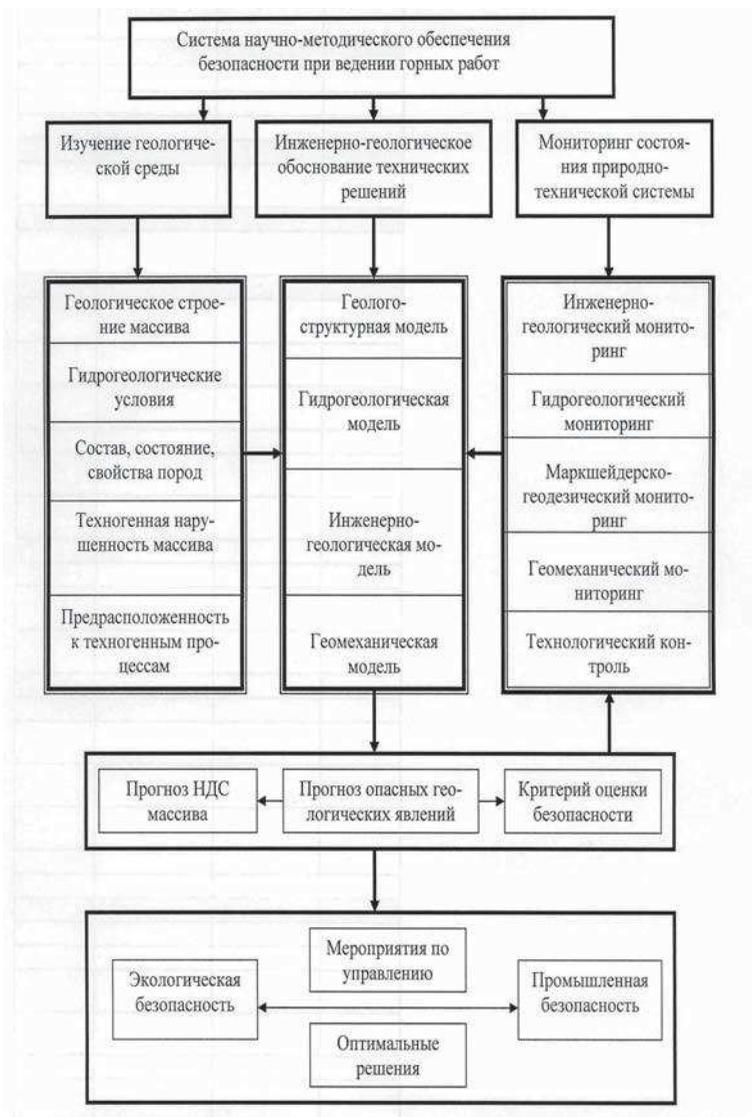


Рисунок - Структура организации работ и исследований в рамках системы научно-методического обеспечения безопасности при ведении горных работ

При формировании необходимого комплекса работ по охране и рациональному использованию водных ресурсов необходимо отражать водоохранные мероприятия, дающие возможность сокращения забора воды из поверхностных и подземных источников водоснабжения за счет использования попутно забираемых вод при добыче полезных ископаемых и введения в эксплуатацию оборотных систем водоснабжения, внедрения малоотходных технологических процессов, снижения объема сброса загрязняющих веществ.

При составлении плана в части охраны атмосферного воздуха в первую очередь рассматривается влияние стационарных источников загрязнения: теплоэлектростанций; промышленных и коммунально-бытовых котельных; сушильных установок и аспирационных систем обогатительных фабрик; отвалов вскрышных пород и хвостохранилищ; карьера (взрывных работ); аспирационных систем ремонтно-механических заводов и цехов. Также необходимо учитывать влияние передвижных (транспортных) источников всех типов, работающих на бензине и дизельном топливе.

Основными вредными веществами, содержащимися в выбросах ГДП и подлежащими контролю и оценке при планировании природоохранительных мероприятий являются пыль, сернистый ангидрид, окись углерода и окислы азота.

К числу приоритетных природоохранительных мер, направленных на снижение выбросов вредных веществ в атмосферу, относятся:

- установка на источниках организованных выбросов эффективного оборудования для очистки от загрязняющих веществ;
- автоматизация процесса сушки на ОФ с учетом запыленности отработанных газов;
- перевод котельных и сушильных установок ОФ на природный газ.
- разработка мероприятий по сокращению выбросов вредных веществ до предельно допустимых или временно согласованных норм (ПДВ и ВСВ).

Кроме того, весьма важным является разработка мероприятий по снижению интенсивности пылевыведения с поверхности отвалов вскрышных пород и хвостохранилищ.

Следует отметить, что парк технологического оборудования на большинстве ГДП с открытым способом разработки является достаточно современным, поэтому комплекс соответствующих мероприятий должен быть направлен на сокращение уровня износа оборудо-

вания и осуществление контроля за функционированием воздухоочистительных систем.

Приоритетами в направлении охраны и рационального использования земель является разработка мероприятий по проведению различных этапов рекультивационных работ (техническая и биологическая рекультивация земель), а также снятие, складирование и обеспечение сохранности почвенно-растительного слоя. При этом необходимо использовать современные достижения научных организаций в области создания новых способов, методов и технологий рекультивации нарушенных горными работами земель.

Охрана недр и рациональное использование минеральных ресурсов обеспечивается разработкой мероприятий, обеспечивающих повышение степени извлечения полезных ископаемых из недр, с минимальными потерями и разубоживанием, а также позволяющих максимально и экономически целесообразно осуществлять извлечение полезных компонентов в процессе обогащения и обеспечивающих рациональное использование вскрышных пород и отходов обогащения.

При разработке этих мероприятий необходимо ориентироваться на применение современных методов и технологий при добыче, обогащении и утилизации отходов производства, обеспечивающих ресурсосбережение и минимизацию воздействия ГДП на окружающую среду, кроме того, в обязательном порядке должны учитываться требования, предусмотренные постановлениями вышестоящих организаций и предписаниями органов экологического контроля.

Литература

1 Трубецкой К.Н., Васильчук М.П., Зимич В.С., Ильин А.М., Каплунов Д.Р., Чантурия В.А., Чаплыгин Н.Н. Недра и основные положения экологической безопасности их освоения // Горный журнал - 1995. - № 7. - С. 17 - 21.

2 Трубецкой К.Н., Галченко Ю.П., Бурцев Л.И. Охрана окружающей среды при освоении недр // Вестник РАН. - 1998. - Т. 68. - С. 629 - 637.

3 Меньшиков В.В., Швыряев А.А. Опасные химические объекты и техногенный риск. - М.: Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 2003. - 254 с.

Бутаков А.В., Музгина В.С.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ САТПАЕВСКОГО РУДНИКА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Мақалада қоршаған ортаға Сәтпаев кен орнының қалдық қоймасы мен үйінді жынысының бағалық әсері бойынша аналитикалық зерттеулерінің нәтижесі келтірілген. Нашар игерілген аймақта орналасқан пайдалануға енгізілген кен орынның қоршаған орта құрамдас бөліктеріне әсерін мүмкін деп бағалауға болатыны көрсетілген.

В статье представлены результаты аналитических исследований по оценке воздействия породного отвала и хвостохранилища Сатпаевского месторождения на окружающую среду. Показано, что воздействие введенного в эксплуатацию месторождения в слабо освоенном регионе на компоненты окружающей среды можно оценить как допустимое.

In the paper results are presented of analytical studying on evaluation of effect of rock dump and ore tailing pile of Satpayevskiy deposit on environment. It was shown that effect of bringing a new deposit to a commercial level in low-developed region on components of environment may be classified as allowable.

Важной проблемой при эксплуатации месторождений полезных ископаемых является контроль над образованием, складированием и утилизацией отходов. Для Казахстана проблема отходов стоит весьма остро, идет постоянное совершенствование нормативно-методической базы управления отходами и ставится задача повысить уровень использования отходов.

Основными отходами, образующимися, в процессе производственной деятельности на Сатпаевском месторождении, которое разрабатывается открытым способом, являются вскрышные породы и хвосты обогащения, которые размещаются соответственно, в породный отвал и хвостохранилище [1]. Складирование отходов производится в пределах земельного отвода ТОО «Satpayevsk Titanium Mines Ltd.» площадью 42,7 га.

На первом этапе складирование вскрышных пород осуществляется во внешний отвал, расположенный на борту карьера, а по мере отработки карьера вскрышные породы будут размещаться во внутреннем отвале. Вскрышные породы транспортируются автосамосвалами КрАЗ 256Б на временный внешний отвал вскрышных пород породы емкостью 1 000 000 м³, площадь которого 10,0 га. Формирование отвала – бульдозерное.

По результатам обследования, проведенного в 2005 году ТОО «ЭКОЛИРА», установлено, что вскрышные породы представлены глинами неогена, четвертичными суглинками и гравийно-галечниками. Грунты не содержат водорастворимых токсичных веществ в значительном количестве, поэтому вскрышные породы Сатпаевского месторождения относятся к IV классу опасности, они пожаро- и взрывобезопасны. По вышеприведенным причинам специальные мероприятия по устройству и подготовке оснований отвалов не проводились. Грунты в основании отвала представлены лессовидными суглинками мощностью до 22 м с коэффициентом фильтрации $2,66 \cdot 10^{-3}$ м/сут. Агрегатное состояние вскрышных пород – твердые куски дробленой породы различных форм и размеров, имеющие плотность 1800 кг/м³, влажность 5-15%, слабо растворимы в воде. Проектный коэффициент вскрыши составляет 2,17.

Химический состав вскрышных пород следующий (%): SiO₂ – 65,75; Al₂O₃ – 11,95; Fe₂O₃ – 10,68; CaO – 3,96; TiO₂ – 0,96; MgO – 1,91; Mn – 0,23; Na – 1,57; K – 2,14; ZrO – 0,1; S_{общ} – 0,12; Zn – 0,03; Cu – 0,005; Cr – 0,01; Pb – 0,01; V – 0,05; As – 0,001.

Динамика образования, использования и поступления вскрышных пород в породный отвал приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Образование, использование и поступление вскрышных пород в породный отвал за 2006-2010 годы

Год	Образование, тонн	Использовано для ведения работ, тонн	Поступило в отвал, тонн	Отгружено из отвала, тонн
2006	31 790	31 790	0	0
2007	49 079	49 079	0	0
2008	126 034	126 034	0	0
2009	97 346	88 526	8 820	
2010	145 124	145 124	0	0

Как видно из таблицы 1, в 2006-2008 и 2010 годах вскрышные

породы в отвал не поступали, а в 2009 году объем их поступления составил около 10%. Вскрышные породы использовались для строительства дамб хвостохранилища.

Согласно ГОСТ 28013-98 вскрышные породы Сатпаевского месторождения по своему химическому составу: содержанию сульфатов и сульфидов; сульфидной серы, слюды, сумме оксидов железа и оксидов калия и натрия могут быть использованы для приготовления строительных растворов. Такое направление использования вскрышных пород представляется наиболее реальным и эффективным, причем оно перспективно и для отходов других производств [2,3]. Однако, как отмечается в [4], в самой строительной индустрии ежегодно накапливаются значительные объемы отходов, в том числе отходы при производстве строительных материалов и изделий. Поэтому необходимо развивать новые технологии переработки как отходов горного, так и строительного производства для комплексного решения проблемы утилизации крупнотоннажных отходов.

Обогащение ильменитовых рудных песков производится на обогатительном модуле по гравитационной схеме обогащения, которая включает промывку исходной руды и гравитационное обогащение с получением ильменитового концентрата и отвальных хвостов. Динамика объемов переработки рудных песков, выхода концентрата и хвостов обогащения представлена на рисунке 1.

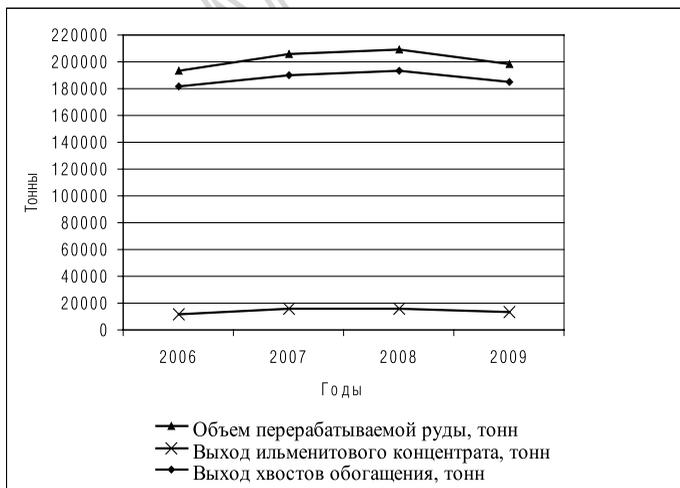


Рисунок 1 – Динамика объемов переработки ильменитовых рудных песков, выхода концентрата и хвостов обогащения

Хвосты обогащения собираются в хвостосборнике главного корпуса обогатительной фабрики, затем самотеком по магистральному пульпопроводу поступают в зумпф пульпонасосной станции. Из зумпфа пульпа насосами по напорному трубопроводу и распределительному трубопроводу, уложенному по дамбе, откачивается в хвостохранилище обогатительной фабрики.

До 2006 года обогатительная фабрика и хвостохранилище размещались на расстоянии 50 км от карьера в 2,5 км западнее Бухтарминского водохранилища и в 7 км юго-восточнее от поселка Казнаковка. Накопленная масса хвостов обогащения рудных песков Сатпаевского месторождения в «старом» хвостохранилище на 01.01.2006 года составляла 368169 тонн. Начиная с 2006 года, размещение хвостов осуществляется в «новом» хвостохранилище, которое размещено на территории Сатпаевского рудника, в 1,5 км к северо-западу от карьера, на расстоянии 0,7 км к югу от обогатительной фабрики. Хвостохранилище представляет собой искусственную емкость, огражденную с трех сторон дамбой и с четвертой стороны естественным косогором. Максимальная высота ограждающей дамбы – 10,8 м, ширина по гребню 6,5 м. Она возведена из глинистых водонепроницаемых грунтов вскрышной породы с защитным слоем из галечника. Емкость хвостохранилища составляет 1,25 млн. м³, площадь в пределах ограждающей дамбы 38,2 га. Основная площадь хвостохранилища устроена без противодиффузионного экрана, так как ложе хвостохранилища сложено в основном малопроницаемыми суглинками мощностью 0,9-5 м. На участке пересечения хвостохранилища с руслом ручья Бектемир устроен отвод русла ручья длиной 1,8 км. Накопленная масса хвостов обогащения в «новом» хвостохранилище на 01.01.2011 года составляет 536 650 тонн. Объемы образования, использования и поступления вскрышных пород в хвостохранилище приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Образование, использование и поступление хвостов обогащения в хвостохранилище за 2006-2010 годы

Год	Образование, тонн	Использовано для ведения работ, тонн	Поступило в накопитель, тонн	Отгружено из накопителя, тонн
2006	101 150	0	101 150	0
2007	105 500	0	105 500	0
2008	107 000	0	107 000	0
2009	103 000	0	103 000	0
2010	120 000	0	120 000	0

Химический состав хвостов обогащения следующий (%): SiO_2 – 68,51; Al_2O_3 – 12,68; Fe_2O_3 – 8,82; CaO – 3,18; TiO_2 – 1,39; MgO – 1,53; Mn – 0,29; Na – 0,58; K – 2,12; ZrO – 0,12; Zn – 0,01; Cu – 0,005; Cr – 0,01; Pb – 0,005; V – 0,049; As – 0,001.

Гранулометрический состав хвостов обогащения представлен в таблице 3.

Хвосты обогащения рудных песков Сатпаевского месторождения, также как вскрышные породы, относятся к IV классу опасности. Они пожаро- и взрывобезопасные. Плотность пульпы при транспортировке хвостов в хвостохранилище составляет в среднем 1080 кг/м^3 при Т:Ж = 3,8:1.

Таблица 3 – Гранулометрический состав хвостов обогащения рудных песков Сатпаевского месторождения

Класс крупности, мм	1,00-0,315	0,315-0,100	0,100-0,05	0,05-0,03	0,03-0,005
Содержание, %	20	25	15	10	30

Исследования воздействия отвала и хвостохранилища Сатпаевского рудника на окружающую среду показали, что концентрации токсичных компонентов в водной вытяжке вскрышных пород (при соотношении Т:Ж = 1:5) много меньше ПДК питьевых норм. Поскольку гипсоносные засоленные глины аральской свиты при выщелачивании атмосферными осадками обогащают последние солями кальция, магния и натрия воздействие отвалов на карьерные воды будет заключаться в перераспределении этих солей.

В состав промышленных отходов добычи и переработки ильменитовых песков Сатпаевского месторождения входят химические элементы и их соединения, вредно влияющие на организм человека (титан, цинк, медь, железо, марганец, ванадий, свинец, фтор, мышьяк, никель, кальций, магний, алюминий). Однако они находятся в связанном виде в химических формах, слабо растворимых в воде, что существенно снижает миграцию токсичных элементов, опасность загрязнения поверхностных и подземных вод и токсического воздействия на организм человека. Установлено, что возможность острого отравления соединениями веществ, входящих в состав промышленных отходов Сатпаевского рудника при соблюдении правил промсанитарии практически исключается.

Согласно ГОСТ 28013-98 хвосты обогащения рудных песков Сатпаевского месторождения как по своему химическому составу

(содержанию сульфатов, сульфидов, сульфидной серы, слюды; сумме оксидов железа и оксидов калия и натрия), так и по крупности (частиц размером менее 0,4 мм должно быть не менее 30% и не более 80%) могут быть использованы для приготовления строительных растворов и производства кирпича глиняного обыкновенного. Создание производства такого производства обеспечит получение востребованной на рынке продукции и снижение вредного воздействия Сатпаевского рудника на окружающую среду.

Таким образом, опыт опытно-промышленных (2000-2005 годы) и промышленных (2006-2010 годы) работ по отработке Сатпаевского месторождения ильменитовых песков показал, что при соблюдении мероприятий по охране окружающей среды воздействие введенного в эксплуатацию в слабо освоенном регионе месторождения на компоненты окружающей среды можно оценить как допустимое, при котором сохраняются структура и функционирование экосистемы с незначительными (обратимыми) изменениями.

Как отмечено в ГОСТ Р 52108-2003, в последнее десятилетие в промышленно развитых странах происходил переход от концепции безопасного обращения с отходами, условно называемой «контроль на трубе», к концепции «промышленного метаболизма», которая базируется на оценке экономической эффективности мер, применяемых для защиты окружающей среды не на отдельных стадиях производства и потребления продукции, а в комплексе, начиная от добычи полезных ископаемых, необходимых для производства определенного вида продукции, и заканчивая ее ликвидацией после истечения срока эксплуатации. В рамках этой концепции было показано, что наиболее экономически эффективным способом обращения с отходами является именно повторное вовлечение их в промышленное производство. Таким образом, из концепции «промышленного метаболизма» следует, что если даже в силу рыночных условий переработка конкретных отходов в товарную продукцию представляется экономически неэффективной, то учет всех затрат общества на оздоровление экологической обстановки, начиная от добычи полезных ископаемых, в подавляющем числе случаев меняет эту ситуацию на противоположную. Поэтому необходимо государственное вмешательство для коррекции законодательной и нормативной базы, чтобы направление повторного использования отходов явилось приоритетным и выгодным. Учитывая опыт развитых стран, следует отметить, что собственно рыночные отношения не способны сами по себе эффективно регулировать процессы обращения с отходами, и, в первую очередь, процессы ресур-

сосбережения. Уже сейчас большинство стран ЕЭС решают вопросы ресурсосбережения и обращения с отходами именно в сочетании государственных и рыночных механизмов регулирования работ с ними.

Литература

1 Бутаков А.В. Оценка воздействия вновь вводимых горных предприятий на окружающую среду // Доклад на международной научной конференции «Инновационное развитие и востребованность науки в современном Казахстане». – Алматы, 2009. – Ч. 4. – С. 329-331.

2 Адрышев А.К., Юсупов А.Н., Хайруллина А.А. Использование твердых техногенных отходов Усть-Каменогорского титано-магниевого комбината в производстве ячеистого бетона // Экология и промышленность Казахстана. – 2004. - №2/2. – С.10-12.

3 Сейтжанов К., Естемесов З.А. Геоэкологическая технология переработки золоотвалов для получения тонкомолотого многокомпонентного цемента // Вестник ВКГТУ им. Д.Серикбаева. – 2005. – №1. – С 83-85.

4 Естемесов З.А., Аманкулов Е., Бекбасаров Ш.Ш. Характерные особенности динамики образования промышленных техногенных отходов // Горный журнал Казахстана. – 2010. – №7. – С.41-43.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАНИЯ ГАЗОВЫХ ГИДРАТОВ

Газ гидраттары – бұл термобарикалық шарттарында келісілген кристалдық қоспалары, су және газдан құрылған заты. Бұл жұмыста газгидрат құралу үшін қазіргі зерттеу әдістердің үлгілеуі қарастырылған.

Газовые гидраты представляют собой кристаллические соединения, образующиеся при определенных термобарических условиях из воды и газа. В работе рассмотрены современные методы по моделированию образования газогидратов.

Gas hydrates are crystalline solids formed at certain term and baric conditions from water and gas. Modern methods of modeling gas hydrates formation are considered.

Процессы гидратообразования в пористых средах интересны не только с научной, но и с практической точки зрения, в связи с перспективами использования газовых гидратов. Образование гидратов в пористой среде имеет ряд особенностей: процесс протекает в статических условиях без интенсивного перемешивания фаз; исключена возможность визуального наблюдения за процессом. При этом пористая среда оказывает определенное влияние на равновесные параметры гидратообразования [1].

Впервые различие условий образования гидратов с водой в свободном объеме и с водой, находящейся в пористой среде, было отмечено Ю.Ф. Макогоном [2]. Это связано с отличием физических свойств воды в свободном объеме и пористой среде, вызванным особенностью взаимодействия поровой влаги с минеральными частицами пород. Снижение температуры ΔT гидратообразования в пористой среде, по сравнению с гидратообразованием в воде в свободном объеме, было определено Н.В. Черским расчетным путем [3].

Существенное различие наблюдается только у связанной воды, которая по своим свойствам близка к твердому телу, неподвижна относительно частицы породы, неспособна растворять в себе соли, ли-

шена электропроводности. Ее скорее относят к твердой фазе, чем к поровому флюиду. В настоящее время общепринятым считается, что гидратообразование в пористых средах происходит в более жестких условиях, чем в свободном объеме, и смещается в область более высоких давлений и низких температур[4].

Результаты экспериментальных исследований последних лет равновесных параметров гидратообразования в пористой среде дают возможность уточнить равновесные параметры гидратообразования в зависимости от минерального и порового состава горных пород. Однако качественно эти данные не отличаются от результатов предыдущих работ.

Большинство работ по кинетике гидратообразования в свободном объеме посвящено технологическим аспектам вопроса. При этом процесс проводят в динамических условиях в камерах-реакторах, где для увеличения поверхности контакта «газ - вода», т.е. массообмена и лучшего отвода теплоты фазового перехода, применяют различные приемы: электромагнитные мешалки, барботирование газа, встряхивание камеры, теплоотводящие устройства и т.д.

Работ по исследованию кинетики гидратообразования в пористой среде не так много, зачастую они носят качественный характер. В них не отражено количественное влияние физических параметров пористой среды, влияние естественных компонентов поровых флюидов на время перехода газа в гидратную фазу. С другой стороны, наличие большей поверхности контакта «газ - вода» в объеме пористой среды, большая теплоемкость и теплопроводность горных пород ускоряют процесс гидратообразования. В ИГД СО РАН были проведены лабораторные исследования гидратообразования в условиях, максимально приближенных к пластовым Метегеро-Ичерского водоносного горизонта, с целью установления возможности использования техногенных газогидратов для управления физико-механическими свойствами горных пород [5].

В общепринятых методиках экспериментального определения условий образования гидратов в свободном объеме начало гидратообразования фиксируют визуально по появлению первых кристалликов гидрата. Однако этот метод не позволяет исследовать условия гидратообразования в пористой среде. В ранних работах начало процесса гидратообразования в пористой среде определяли по падению давления, измеренному механическими манометрами [6].

Кинетику образования гидратов в пористой среде, как правило, исследовали по объему перешедшего в гидратную фазу газа, изме-

ренному довольно грубыми механическими расходомерами. При этом продолжительность перехода газа в гидрат устанавливали по стабилизации какого-либо физического параметра образца пористой среды (например, теплопроводности или удельного электросопротивления гидратонасыщенного образца) в результате гидратонасыщения, что является косвенным методом.

В ходе исследования возможности извлечения гелия из природных газов был установлен факт обогащения надгидратного газа гелием при гидратообразовании. При этом замечено, что «время стабилизации содержания гелия в надгидратном газе совпадает с окончанием перехода газа в гидрат. Это дает возможность исследования кинетики образования гидратов методом газохроматографического контроля содержания гелия в надгидратном газе.

Кроме того, в пористой среде с началом гидратообразования природного газа в составе надгидратного газа резко уменьшается содержание тяжелых гомологов метана C_3H_8 и C_4H_{10} . При этом значительная поверхность контакта «газ - вода» в пористой среде действительно позволяет исследовать условия гидратообразования методом газохроматографического контроля состава надгидратного газа [7].

Таким образом, особенностью метода хроматографии является возможность исследования равновесных параметров и кинетики гидратообразования посредством контроля состава надгидратного газа с применением газовой хроматографии. Предлагаемый метод анализа отличается оперативностью, высокой чувствительностью и воспроизводимостью, которые повышают достоверность результатов.

Моделирование процессов гидратообразования изучено в ряде работ [8,9,10]. Но суть этого метода заключается в удалении воды из образца путем десорбции в виде пара сорбентом в герметичном сосуде. Количество влаги в породе определяется взвешиванием на аналитических весах. Такой метод дает возможность быстро и с достаточной точностью получить необходимую влажность и тип воды (свободная, капиллярная, связанная).

Термобарические условия проведения экспериментов максимально приближены к пластовым Метегеро-Ичерского горизонта ($T_{пл} = 271 \div 272$, $P_{пл} = 2,0 \div 5,0$ МПа).

Узел контроля температуры, как правило, тарируется по известным реперным веществам, для которых точно определены температуры фазовых превращений. К таким веществам относятся дистиллированная вода, четыреххлористый углерод и др.

Перед экспериментом были определены физические характе-

ристики горных пород реальных, наиболее характерных образцов в естественном состоянии, без предварительной обработки растворителями и кислотами. Это дало возможность учитывать влияние естественных компонентов порового пространства на процесс гидратообразования. Физические характеристики образцов определены по общеизвестным методикам, условные средние радиусы пор и удельные поверхности образцов найдены расчетным путем [11].

В экспериментах была использована дистиллированная и пластовая воды водоносного Метегеро-Ичерского горизонта, с содержанием до 180 г/л хлоридно-натриевых и до 34 г/л хлоридно-кальциевых солей, а также до 120 мг/л сероводорода и 1640 мг/л метана. Плотность пластовой воды при 273 К равна 1125 кг/м³, вязкость при 273 К – 2,2 мПа*с.

Синтез гидратов в пластовых условиях вызывает образование устойчивой четырехфазной системы. Снижение температуры гидратообразования ΔT за счет минерализации пластовой воды равно 8 К.

Для изучения кинетики гидратообразования в пористой среде в состав природного газа добавлен гелий (объемная доля 0,05%). Гелий не участвует в процессе, а служит индикатором его течения.

Эксперименты проводились в изобарических и близких к изотермическим условиях. Изобарические условия обеспечивались газовым редуктором, изотермические – большой теплоемкостью горных пород и подбором опытным путем скорости охлаждения образцов в интервале 278 К до температуры кристаллизации. Она не превышала 0,5 К/ч, что исключает повышение температуры образца за счет теплоты фазового перехода. По стабилизации содержания гелия в газовой фазе определяют время окончания процесса образования гидратов.

Экспериментально установлено, что водонасыщенность пор составляет 0,6. При такой водонасыщенности обеспечивается первоначальная связанность газовой фазы и достигается максимальная поверхность контакта «газ – вода» и гидратонасыщенность.

В условиях проведенных экспериментов фактическое количество перешедшего в гидрат газа удовлетворительно совпадает с расчетным только для песков. Для доломитов и песчаников оно меньше расчетного, хотя площади контакта «газ - вода» у доломитов и песчаников на порядок больше, чем у песка. Это обстоятельство можно объяснить большим содержанием связанной воды в консолидированных доломитах и песчаниках, содержащих глинистые минералы, чем в песках.

Повышение давления газа-гидратообразователя способству-

ет росту скорости образования гидратов. Время перехода газа в гидрат в пределах давлений 3,0-5,0 МПа для доломита составляет 1,5-2 ч, песчаника – 3-4 ч, песка – 5-6 ч. Повышение давления газа-гидратообразователя также способствует повышению объема, перешедшего в гидратную фазу газа. Это характерно для образцов доломитов и песчаников, оценочные средние радиусы пор которых на порядок меньше, чем у песков. Для песков ($r=(15,83+29,03) \cdot 10^{-6}$ м) повышение давления хотя и ускоряет образование гидратов, однако незначительно влияет на количество перешедшего в твердую фазу газа. Большая удельная поверхность доломитов и песчаников способствует уменьшению времени образования гидратов, но при этом количество перешедшей в гидрат воды (гидратонасыщенность) определяется поровым составом образцов.

Таким образом, на условия гидратообразования в пластовых условиях Метегеро-Ичерского водоносного горизонта значительное влияние оказывает минерализация пластовой воды.

Определение условий гидратообразования в пористой среде проводили по вышеуказанной методике с использованием газовой хроматографии. При больших влажностях влияния пористой среды на равновесные условия гидратообразования не наблюдается, так как в пористой среде, наряду со связанной и капиллярной, содержится и свободная вода, которая в первую очередь переходит в гидрат, что и фиксируется в экспериментах.

Соотношение типов воды в пористой среде наряду с минеральным зависит и от порового состава образцов. Влияние пористой среды заметно для цементированных пород (доломиты, песчаники) при малых влажностях образца. В образцах доломитов и песчаников оно становится заметным только при весовой влажности менее 3% и достигает 1-5 К. При малых влажностях в данных образцах, по видимому, присутствует преимущественно связанная вода.

Для кварцевых песков влияние пористой среды обнаруживается при влажностях менее 0,5%, что можно объяснить поровым составом образцов и отсутствием микропор на минеральных частицах кварца.

Анализ полученных экспериментальных данных показывает, что в исследованных образцах различия в минеральном составе и строении пород практически не отражаются в равновесных условиях образования гидратов. Это, по всей видимости, связано с литологической общностью пород, близостью гранулометрического состава образцов в естественном сложении, взятых из одного и того же пласта.

Однако в условиях транспортировки природного газа в опреде-

ленных режимах эксплуатации были обнаружены газогидратные пробки, появление которых резко отличается от перечисленных технологических приемов моделирования. Поэтому существует возможность провести моделирование процессов гидратообразования в условиях максимально приближенных к реальным в ходе эксплуатации трубопроводов.

Литература

1 Басниев К.С., Щебетов А.В. Перспективы освоения газогидратных залежей. Наука и техника в газовой промышленности. – 2004г. – №2.

2 Макогон Ю.Ф. Природные газогидраты: открытие и перспективы. Газовая промышленность. – 2001г. – №5.

3 Черский Н.В., Царев В.П., Михайлов В.А. Роль зон гидратообразования в формировании ресурсов природных газов и оценка возможностей эксплуатации газогидратных залежей. Поиски и оценка ресурсов газа в газогидратных залежах. – Якутск, 1978 г. – с. 3-68.

4 Истомин В.А., Якушев В.С. Газовые гидраты в природных условиях. – М.:Недра, 1992г. – 236 с.

5 Голубев В.А. Свидетельства присутствия газогидратов в верхнем слое донных осадков озера Байкал: Результаты измерений теплопроводности. Докл. РАН. – 1998. – Т.358. – №3. – с.384-388.

6 Схальяко А.С. Исследование условий образования гидратов природных газов пористой среде и их влияние на продуктивную характеристику скважин: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1974г.

7 Воробьев А.Е., Малюков В.П. Газовые гидраты. Технологии воздействия на нетрадиционные углеводороды: Учеб. Пособие. – М.: РУДН, 2007. – 273 с.

8 Басниев К.С., Медведев Б.И., Нагаев В.Б. Моделирование разложения газовых гидратов в пористой среде. Всерос. конф. по газовым гидратам. – Новосибирск, 2004г.

9 Бондарев Э.А., Габышева Л.Н., Каниболотский М.А. Моделирование образования гидратов при движении газа в трубах. Известия АН СССР. МЖГ. – 1982г. - №5. – с. 105-112.

10 Нифантов А.В. Математическое моделирование разработки газогидратных месторождений. Газовая промышленность, 2007г. – №1.10

11 Дучков А.Д. Газогидраты в осадках озера Байкал. Российский химический журнал. – 2003г. – Т47. - №3. – с.91-100.

Пайзуллаев У.Н.

НОВОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ, БИТУМОВ И ГАЗОГИДРАТОВ

Бұл жұмыста жоғарыпарафинді мұнайдың тұтқырлығын радиоактивті қалдықтар арқылы төмендету ұсынылған.

В работе предложено решение задачи по снижению вязкости нефти путем нагрева ее с помощью радиоактивных отходов.

The paper proposed solution to reduce oil viscosity by heating it with radioactive waste.

В нефтяной промышленности в настоящее время существует проблема переработки тяжелых (вязких) нефти, битумов и газогидратов.

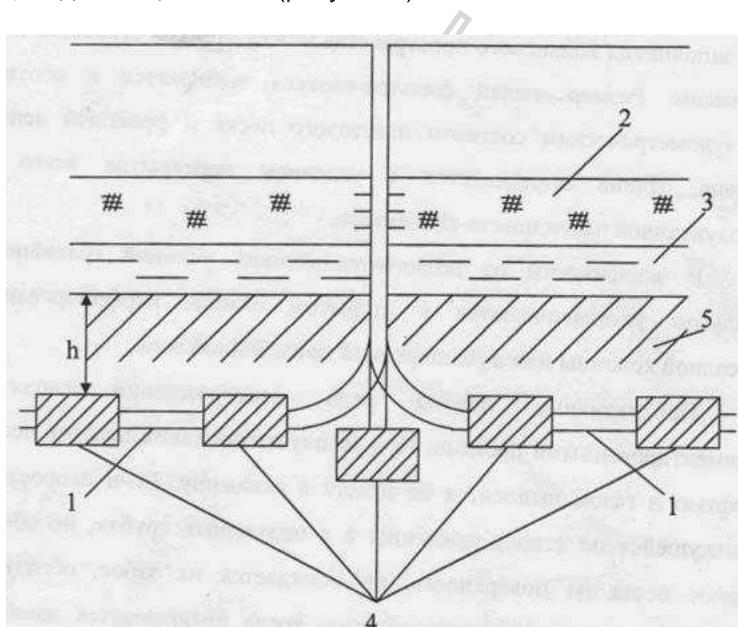
Известен способ повышения нефтеотдачи месторождения [1], в котором предлагается термогазовое воздействие на пласт посредством последовательного закачивания в пласт кислородосодержащего газа и воды, отличающиеся тем, что при его использовании на месторождениях с пластовой температурой 90-200 °С после закачивания кислородосодержащего газа и перед закачиванием воды закачивают в пласт раствор бикарбоната щелочного металла с концентрацией 20-80 г/л, а в качестве бикарбоната щелочного металла используют бикарбонат натрия или калия или их смеси. Недостатком этого способа является ограниченность температурного интервала его применения (90-200 °С), а также уменьшение температуры в процессе добычи, и зависимость эффективности процесса от проницаемости пласта. Кроме того, тепловое воздействие этим способом ограничено во времени, что не дает требуемого эффекта.

Наиболее близким по технической сущности является способ добычи высоковязкой нефти, при котором закачиваемая в пласт вода и добываемая нефть подогревается в стволе скважины в результате распада радиоактивных элементов. При этом в скважину на насосно-компрессорных трубах спускаются несколько небольших реакторов, которые имеют вид цилиндров с внутренним диаметром, обеспечивающим необходимый расход жидкости, а подогрев жидкости регулируется путем введения кадмиевого сердечника на штангах, который

обеспечивает замедление быстрых нейтронов [2]. Недостатком данного способа являются большие затраты на радиоактивные элементы и кадмиевый сердечник, а также невозможность его использования при разработке нефтесланцевых пород и газогидратов.

Технической задачей предполагаемого изобретения является увеличение нефте- и газоотдачи путем обеспечения постоянного прогрева пласта углеводородов (высоковязкой нефти, битумов и газогидратов) на большой площади с помощью тепловых источников длительного действия, например отходов атомной промышленности, захораниваемых под нефтяным пластом.

Решение предлагаемой технической задачи достигается тем, что под нефтяной пласт проводятся горизонтальные скважины 1, с размещением в них контейнеров 4 с отходами атомной промышленности, выделяющих тепло (рисунок 1).



1-горизонтальная скважина; 2-нефтяной пласт; 3-подошвенная вода; 4-длительно- действующие источники тепла; 5-породы подошвы пласта

Рисунок – Схема прогрева пласта с помощью длительно действующих источников тепла

По достижении температуры в пласте до требуемого значения

разработку пласта осуществляют обычным способом с применением вертикальных или горизонтальных скважин.

Этот способ разработки месторождений углеводородов (высоковязкой нефти, битумов и газогидратов) позволяет воздействовать на пласты длительно действующим источником тепла, увеличивая тем самым нефте и газоотдачу и одновременно способствует утилизации и захоронению отходов атомной промышленности. Например, имеется месторождение углеводородов (высоковязкой нефти, битумов и газогидратов), расположенное на глубине более 500 м. Извлечение углеводородов из этого месторождения затруднено из-за высокой вязкости нефти, битумов и газогидратов. Для уменьшения вязкости нефти и битума, а также перевода газогидратов в газовое состояние используют тепловую обработку пластов длительно действующим источником тепла. В качестве такого источника тепла используют радиоактивные отходы атомной промышленности. Для этого под пластом углеводородов (высоковязкой нефти, битумов и газогидратов) проводят горизонтальную скважину. В этой скважине размещают радиоактивные отходы. Горизонтальную скважину с размещением в ней радиоактивными отходами закупоривают цементным раствором.

Таким образом, новое технологическое решение позволяет осуществить энергосбережение на длительный период за счет использования радиоактивных отходов. Этот способ решает не только экологические задачи по их захоронению, но и способствует повышению текучести добываемой нефти, что соответственно, повышает коэффициент нефтеотдачи.

Литература

1. Хлебников В.Н. и др. Способ повышения нефтеотдачи месторождения. Патент на изобретение №2277632 от 04.03.2005 г. Б.И. №16, опубликовано 10.06.2006г., Россия].
2. Оганов К.А. Основы теплового воздействия на нефтяной пласт, Москва, 1967г., с.19.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ РАЗРАБОТКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВОДОГАЗОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЧЕРЕЗ ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ СКВАЖИНЫ

Мұнай өндіру саласындағы өзге де міндеттерді шешуге арналған жұмыстарды жүргізуге негіз бола алатын горизонтальды ұңғылар арқылы сулыгаздың әсерін қолдану арқылы кен орнын игеру үрдісін басқару тақырыбына сараптамалық шолу жасалған.

Выполнен аналитический обзор по теме управления процессом разработки с применением водогазового воздействия через горизонтальные скважины, который позволяет обосновать проведение работ для решения последующих задач в данной области.

Performed an analytical review on development management with using of water-gas exposure through horizontal wells, which can justify carrying out works to solve the following tasks in this area.

Актуальность работы. Основными задачами нефтегазодобывающей промышленности Казахстана на современном этапе ее развития являются повышение эффективности разработки месторождений и достижение стабильности уровня добычи нефти, газа и конденсата [1]. В настоящее время в казахстанской и мировой нефтяной промышленности наблюдается повсеместное падение дебитов скважин, обусловленные истощением, ухудшением условий добычи и растущим вводом в эксплуатацию месторождений со сложными геологическими и промысловыми условиями. В связи с этим проблема повышения нефтеотдачи пластов является весьма актуальной. На большинстве казахстанских месторождений для увеличения нефтеотдачи применяется механизм заводнения, однако при нем коэффициент нефтеотдачи не превышает 0,3-0,5 балансовых запасов в зависимости от пластовых условий. На данном этапе необходим поиск новых альтернативных методов разработки месторождений. Одним из наиболее эффективных методов используемых сейчас является вытеснение нефти газом. Также исследована возможность использования горизонтальных скважин вместо вертикальных.

Детальное изучение геологического строения продуктивных горизонтов большинства месторождений Республики Казахстан, на ко-

торых применяется метод закачки, позволило уточнить характер распространения пластов-коллекторов, выявить наличие обширных низкопродуктивных зон залежей нефти, характеризующихся большой неоднородностью и прерывистостью пород-коллекторов. Такой характер литологической неоднородности пластов-коллекторов обуславливает неравномерность выработки запасов нефти из отдельных пластов. В связи с этим необходимо постоянно совершенствовать способы воздействия на нефтяные залежи, так как существующая система не позволяет наиболее полно вовлечь в активную разработку указанные выше пласты и зоны залежей. Одним из наиболее перспективных и рациональных методов является водогазовое воздействие (ВГВ).

Экспериментально была установлена высокая эффективность метода ВГВ в терригенных коллекторах с проницаемостью менее $0,030 \text{ мкм}^2$ и в коллекторах, содержащих нефть с вязкостью выше $30 \text{ мПа}\cdot\text{с}$: приросты коэффициента вытеснения нефти с использованием в качестве газового агента попутно добываемого газа составили $13,4$ и $18,9 \%$, соответственно, по сравнению с заводнением, что существенно расширяет границы применимости метода. Эффективность технологии ВГВ зависит от стадии заводнения, на которой осуществляется воздействие: в проведенных опытах обнаружено, что в условиях начальной нефтенасыщенности пласта прирост коэффициента вытеснения нефти выше на $2,0-6,1 \%$, чем в условиях остаточной нефтенасыщенности[2].

На модели пласта была установлена эффективность ВГВ при вытеснении модели нефти мелкодисперсной смесью «вода+газ+ПАВ» по сравнению с заводнением и вытеснением нефти газом при различных давлениях. Установлена область оптимального газосодержания смеси - от 30 до 70% . В этой области коэффициент вытеснения максимален ($74-75 \%$) и практически не зависит от газосодержания. Уменьшение диаметра пузырьков газа в $6-8$ раз (от $550-800$ до $70-120 \text{ мкм}$) незначительно влияет на процесс вытеснения. Это показывает, что при попадании ВГС в пласт пористая среда сама формирует структуру смеси. Изменение давления в $4-6$ раз (от $1-1,5 \text{ МПа}$ до $6-6,5 \text{ МПа}$) также не влияет на результаты вытеснения.

Доказана эффективность применения ВГВ на поздних стадиях разработки нефтяных месторождений, ранее разрабатывавшихся с помощью заводнения. Прирост коэффициента вытеснения за счет использования ВГВ составляет до 11% по сравнению с заводнением.

В Республике Казахстан в настоящее время большинство нефтяных и газовых месторождений разрабатывается с применением вертикальных скважин. В последнее время на ряде месторождений (например, Кенкияк и др.) стали использовать горизонтальные сква-

жины, каждая из которых позволяет заменить несколько вертикальных. При этом эффективность горизонтальной скважины по сравнению с вертикальной оценивается коэффициентом $K_{\text{э}}$, определяемым отношением длин забоев, т.е.

$$K_{\text{э}} = \frac{L_{\text{згс}}}{L_{\text{звс}}}, \quad (1)$$

где: $L_{\text{згс}}$ и $L_{\text{звс}}$ длина продуктивной части соответственно горизонтальной и вертикальной скважин, м.

Кроме этого, при использовании горизонтальных скважин появляется возможность повышения степени и масштабов воздействия на пласты. Причем степень и масштаб воздействия возрастут пропорционально коэффициенту $K_{\text{э}}$.

Было опробовано комбинированное использование горизонтальных скважин и ВДГ смеси в различных конфигурациях для оптимизации добычи нефти в породах коллекторах с низкой проницаемостью.

Анализ показал, что использование горизонтальных скважин вместе с закачкой газа должно значительно повысить добычу нефти в коллекторах с низкой проницаемостью. Улучшение объясняется совокупным воздействием линейного потока и большого градиента давления между нагнетательной и добывающей скважиной в связи с низкой проницаемостью [3].

В настоящее время возрастает интерес к методам повышения нефтеотдачи пластов. При использовании воды в качестве вытесняющего агента большая часть геологических запасов нефти остаётся в пласте из-за того, что нефть и вытесняющая вода взаимно нерастворимы. В связи с этим требуется полностью поменять систему разработки месторождений. Одной из таких возможностей является водогазовое воздействие. Необходимо отметить то, что водогазовое воздействие при использовании горизонтальных скважин, даёт больше эффекта, нежели при использовании вертикальных скважин. Использование горизонтальных скважин и водогазового воздействия обеспечивает возможность для повышения конечной нефтеотдачи по сравнению с обычными методами повышения нефтеотдачи.

Литература

1 Елеманов Б.Д. Основные проблемы разработки нефтяных месторождений, осложненной коррозией, отложениями парафина и солей: На примере месторождений Республики Казахстан: Тенгиз, Карачаганак, Узень и Жетыбай. / Автореферат диссертаций д.т.н. - Москва, 2003 г.

2 Максutow P.A., Зацепин В.В. "Основные вопросы применения и классификации технологий водогазового воздействия". / Нефтепромысловое дело, 10.2008.

3 L. Dello, S. Miyake. Improved Oil Recovery by Pattern Gas Injection Using Horizontal Wells in a Tight Carbonate Reservoir. / Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference, 13-16 October 1996, Abu Dhabi, United Arab Emirates.

МАКЕТ

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ В УСЛОВИЯХ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛА ТРУБ

Темир құбырларының тоттануы жағдайында мұнайгаз тасымалдауының қауіпсіздігін арттыруға аналитикалық шолу жасалды.

Выполнен аналитический обзор состояния разработок по повышению безопасности нефтегазопроводов в условиях коррозии металла.

The analytical review is executed on condition of the developments for increasing of safety oilgasmain in condition of the corrosions of the metal.

Анализ отказов отечественных магистральных нефтепроводов показывает, что отказы нефтепроводов из-за наружной коррозии составляют 30 — 35 % от общего их числа [1].

Подземная коррозия магистральных нефтепроводов наносит большой ущерб, приводя к их преждевременному износу, сокращению межремонтных периодов, авариям и потерям нефти. Поэтому защита нефтепроводов от подземной коррозии является важной и актуальной задачей.

Магистральные нефтепроводы защищают от коррозии двумя способами [2]:

наложением на поверхность нефтепровода изолирующих покрытий;

электрическими методами.

Для выбора способа защиты подземных нефтепроводов от коррозии необходимо определить коррозионную активность грунта и характер распространения блуждающих токов вдоль трассы нефтепровода.

Коррозионная активность грунта зависит от его состава, влажности, воздухопроницаемости и электропроводности. Влажные грунты воздействуют на металл более активно, чем сухие. Наибольшей коррозионной активностью обладают грунты при влажности 12-13%. Увеличение влажности свыше 24 % приводит к снижению их коррозионной активности. Для оценки коррозионной активности грунта

выбирают такую характеристику, которая одновременно учитывает все основные факторы. Такой характеристикой является удельное электрическое сопротивление грунта. Чем выше электрическое сопротивление грунта, тем меньше его коррозионная активность.

Качественная, надежная наружная изоляция считается основным способом защиты нефтепроводов от коррозии.

К изоляционным покрытиям предъявляются следующие требования:

- постоянное низкое водопоглощение;
- постоянное высокое электросопротивление;
- отсутствие текучести при низких и высоких температурах;
- прочность к механическим повреждениям, вызванным давлением грунта, а также проколами камнями и щебнем при засыпке траншей;
- хорошая адгезия к металлу трубы;
- эластичность, легкость и простота нанесения.

Современные изоляционные покрытия сохраняют свои качества на протяжении всего срока службы нефтепровода и обеспечивают надежную изоляцию, что позволяет сократить расход электроэнергии на электрозащиту нефтепровода от коррозии. Кроме защиты нефтепроводов изоляционными покрытиями на трассах нефтепроводов применяются электрические методы защиты, такие как электродренажная защита (прямой и поляризованный дренаж, дренажи с усиленным источником питания); катодная защита; протекторная защита; электрическое секционирование. Все эти методы направлены на исключение коррозионных повреждений или резкое сокращение их на нефтепроводах.

Электрический метод защиты нефтепроводов от коррозии заключается в том, что при помощи специальных установок трубопровод становится катодом, и поэтому его коррозионное разрушение исключается.

Электрозащита дополняет пассивную защиту, и ее (электрозащиту) необходимо подключать с момента засыпки трубопровода, так как во время засыпки может быть повреждена изоляция, и тогда сразу после засыпки начнется коррозионный процесс.

Коррозия на трубопроводном транспорте создает сложную проблему. В практике эксплуатации магистральных нефтепроводов известны случаи, когда отдельные участки выходили из строя из-за сквозного проржавления после двух-трех лет эксплуатации.

Эффективным и современным способом обнаружения дефектов, как внутренних, так и внешних, является внутритрубная диагностика [3].

Использование средств технической диагностики для обнаружения дефектов и их оценки является важным, но только первым шагом в обеспечении безопасности магистральных нефтепроводов. Следующий шаг – проведение ремонтных работ. Ремонтные работы должны проводиться с наибольшей эффективностью, желательно без остановки перекачки нефти. Ремонт с остановкой работы трубопровода проводится в следующих случаях [4]:

- потеряна герметичность трубопровода на дефектном участке;
- сужение проходного сечения трубопровода на дефектном участке выходит за пределы допустимого;
- невозможно обеспечить требуемую прочность дефектного участка другими способами;
- невозможно обеспечить безопасность работ другими методами;
- затруднено полное обследование обнаруженного дефекта.

Существует много методов ремонта в зависимости от ситуации и решаемой задачи. Но в основном все ремонтные работы на линейной части трубопроводов подразделяются на следующие две большие группы [5]:

- выборочный ремонт с целью восстановления работоспособности отдельных коротких участков с опасными дефектами; длина отдельного ремонтируемого участка обычно не превышает длины плети (трех труб);
- капитальный ремонт протяженного участка трубопровода с целью замены изоляции или замены труб.

При организации и проведении ремонта на действующих магистральных нефтегазопроводах необходимо решать многие важные вопросы, связанные с обеспечением безопасности, как на этапе ремонта, так и на этапе послеремонтной эксплуатации, выбор участков для ремонта, подготовка трубопровода к ремонту, подготовка ремонтных бригад, специалистов, техники, аттестация сварочного оборудования и сварочных материалов, аттестация сварщиков, выбор технологии сварки, классификация дефектов в связи с выбором методов ремонта, выбор технологий ремонта, согласование работ с контролирующими, смежными, вышестоящими организациями, обеспечение управляемости и связи, отработка внештатных ситуаций, оформление набора необходимой документации.

При разработке сероводородсодержащих месторождений в на-

чальный период чаще всего обеспечивают безводный режим работы скважин, чтобы создать надежную систему защиты газопромыслового оборудования от коррозии.

Для защиты ствола скважины и прискважинного оборудования применяют ингибиторы коррозии и проводят ряд мероприятий, направленных на обеспечение надежной и безаварийной их работы. Ингибиторы коррозии в большинстве случаев растворимы в углеводородной среде (конденсате) или в специальном растворителе (чаще в метаноле). В зарубежной практике используют также ингибиторы, которые обладают слабой растворимостью в транспортируемой среде [6].

С наступлением периода эксплуатации, когда в продукции скважины появляется пластовая вода, изменяется характер добываемой продукции, режим работы и структура газожидкостного потока. Это связано не только с обычными осложнениями, требующими проведения изоляционных работ или эвакуации жидкости на поверхность, но и приводит к изменению способа антикоррозионной защиты. В частности, осуществляют переход на водорастворимые ингибиторы с изменением режима ингибирования [7].

В работах показано, что при эксплуатации обводняющихся скважин на месторождениях газов, содержащих сероводород, важен не только сам факт наличия воды в продукции скважин, но и структура газожидкостного потока, которая оказывает существенное влияние на технологический режим эксплуатации скважин и защиту от коррозии.

Как уже отмечалось, влажный газ, содержащий сероводород, может активно вызывать как общую коррозию, так и коррозионное растрескивание. При этом величина напряжений, при которых происходит коррозионное растрескивание большинства углеродистых и низколегированных сталей, как правило, существенно ниже предела текучести металла. Допустимая величина действующих напряжений, выражаемая в долях от предела и текучести данной стали, зависит от ее химического состава и структурного состояния, величины остаточных напряжений, деформаций и других факторов. Для уменьшения опасности коррозионного растрескивания предусматриваются специальные мероприятия, основными из которых являются: изготовление труб и оборудования из сталей, стойких к растрескиванию; применение ингибиторов коррозии и водородного охрупчивания; осушка газа на установках комплексной подготовки для уменьшения степени его агрессивности и др.

Как известно, всё технологическое оборудование, промышленные

коммуникации, контрольно-измерительные приборы и автоматика на месторождениях природных газов подбираются с учетом технологических условий их работы. При этом основными факторами, определяющими систему обустройства, являются дебиты и давление по скважинам, наличие в продукции скважин тяжелых углеводородов и влаги. При этом особое внимание обращается на обеспечение надежности работы скважин, технологического оборудования и коммуникации с целью предотвращения аварийных ситуаций и соблюдения условий охраны окружающей среды. Эти факторы необходимо учитывать при разработке технологической схемы обустройства месторождения, а также при проектировании технологического оборудования и коммуникаций, так как они влияют не только на систему обустройства, но и на методы антикоррозионной защиты газопромыслового оборудования и промысловых газоконденсатопроводов.

Типичная технологическая схема обустройства месторождения предусматривает добычу газа из скважин, оборудованных пакерной системой, ингибиторными и защитными клапанами и управляемой задвижкой на фонтанной арматуре [8]. От скважин газ по шлейфовым газопроводам направляется на УКПГ, где из него методом низкотемпературной сепарации выделяются тяжелые углеводороды и влага. В осушенном виде газ по газопроводам подается на газоперерабатывающий завод (ГПЗ). Нестабильный конденсат после отделения в сепараторах по конденсатопроводу подается на ГПЗ. Принятая технологическая схема в системе скважина УКПГ ГПЗ в зависимости от степени коррозионной активности газа позволяет выделить две зоны коррозионной активности среды высокую и низкую.

Для зон умеренной коррозии трубопроводы и технологическое оборудование изготавливают в основном из спокойных углеродистых сталей типа марки 20, а для зон опасной коррозии в некоторых случаях вводят термическую обработку труб на заводах-изготовителях, и сварных швов при монтаже. Кроме того, при расчете стенок труб и аппаратов этой зоны принимают увеличенную толщину стенки с целью снижения внутренних напряжений. В исключительных случаях для наиболее коррозионно опасных сред при изготовлении труб (например, для фонтанной арматуры) допускается применять нержавеющую сталь [9].

На многих месторождениях для защиты НКТ закачивают ингибитор в призабойную зону пласта. Периодичность закачки устанавливается по результатам промысловых наблюдений и колеблется от 10 сут. (Франция) до одного месяца. При этом объем закачиваемого

ингибитора составляет 3—6 м³ на одну скважину [10].

Однако осуществление закачки в пласт ингибитора (например, в условиях Оренбургского месторождения) связано с большими трудностями (особенно осенью и зимой) и не может быть рентабельно, так как при проектном числе эксплуатационных скважин (450) потребуется ежедневно проводить закачку ингибитора в 30 скважин, что практически неосуществимо. Кроме того, в процессе эксплуатации месторождения происходит постепенное обводнение скважин. В результате этого характер и структура восходящего потока в скважине меняются, что приводит к изменению режимов ингибирования с целью обеспечения достаточных скоростей потока для подъема ингибитора на поверхность. В обводненных скважинах требуется также применять специальные (водорастворимые) ингибиторы.

Не вполне решенным является вопрос о защите «хвостовиков» УНКТ от коррозии, так как ввод ингибитора в скважины и соответственно защита их осуществляются выше пакера фонтанных труб. Между тем, длина «хвостовиков», подвергаемых коррозии, в скважинах составляет 100—300 м. Наблюдение за эксплуатацией месторождения показывает, что интенсивность коррозии металла «хвостовиков» высокая. Имеются скважины, в которых произошли их обрывы в результате коррозионно-механического разрушения с поражением наружной и внутренней поверхностей труб. При этом коррозия в основном носила «язвенный» характер, а в некоторых трубах отмечались и более глубокие (до 2-3 мм) каналы [11].

Отказы на магистральных нефтегазопроводах приводят к значительным материальным и экологическим последствиям, вызывают значительные людские потери. При этом коррозионный износ труб не только снижает их прочность, но и может привести к взрывам и пожарам на нефтегазопроводах от самовоспламенения продуктов коррозии – сульфидов железа при ремонтных и профилактических работах. Современные предприятия нефтегазовой отрасли топливно-энергетического комплекса Казахстана представляют собой сложные производства, эффективность работы которых во многом определяется безопасностью эксплуатации нефтегазопроводных систем, зависящей от их эксплуатационной надежности.

Надежность и безопасность нефтегазопроводов тесно связаны между собой, поскольку их отказы могут быть причиной нарушений безопасной эксплуатации, привести к пожарам и взрывам и как следствие к гибели людей, загрязнению окружающей среды.

Несмотря на развитие методов, и средств обеспечения про-

мышленной безопасности объектов нефтегазового комплекса и достигнутые при этом успехи, количество аварий и инцидентов на нефтегазопроводах Казахстана, а также связанные с этим экологические проблемы сохраняются.

Значительная часть нефтегазопроводов Казахстана исчерпала свой ресурс и наступает период интенсификации отказов. При этом большая доля (более 30%) аварийности нефтегазопроводных систем связана с коррозионными повреждениями [12]. Проблема усугубляется ещё и тем, что при ремонтных работах на таких аварийных участках, могут возникнуть пожары и взрывы, в результате самовоспламенения продуктов коррозии, т.е. сульфидов железа.

Несмотря на значительные достижения ученых в деле повышения пожарной и промышленной безопасности и эксплуатационной надежности нефтегазопроводов до настоящего времени недостаточно решена задача оценки пожарной безопасности и надежности нефтегазопроводов при наличии сероводорода, воспламеняющихся продуктов коррозии труб и диффузии водорода в металл трубы.

Задача оценки надежности и повышения пожаровзрывобезопасности нефтегазопроводов в условиях наличия коррозии металла труб является актуальной и отличается новизной.

Идея работы заключается в установлении безопасной толщины стенок труб при наличии сероводорода при внутренней коррозии, окислителей при внешней коррозии, а также оценки и снижения пожаровзрывоопасности ремонтных работ при окислении кислородом воздуха продуктов коррозии металла труб.

Для достижения поставленной цели определены следующие основные задачи исследования:

- провести аналитический обзор литературных источников по исследованию безопасности нефтегазопроводов в условиях коррозии металла труб;
- аналитически обосновать динамику образования продуктов химической коррозии металла труб нефтегазопроводов с внутренней и внешней сторон при наличии в них агрессивных сред;
- аналитически обосновать воспламеняемость продуктов коррозии металла труб при различных условиях их окисления в периоды ремонтных работ на нефтегазопроводах;
- разработать методику оценки влияния продуктов коррозии металла труб на пожаровзрывоопасность нефтегазопроводов при ремонтно-восстановительных работах.

Для решения поставленных задач предлагается использовать

комплексный метод исследований, включающий: аналитический обзор литературных источников для постановки и конкретизации задач исследований; исследование скорости коррозии металла труб и самовоспламенения продуктов коррозии, обоснование безопасной толщины стенок и величины рабочего давления в трубах; эксперименты по оценке влияния сероводорода на коррозию металла труб; методы математической статистики при обобщении и обработке экспериментальных данных и оценке пожаровзрывоопасности ремонтных работ на нефтегазопроводах.

Литература

1 Гумеров А.Г., Ямалеев К.М., Гумеров Р.С., Азметов Х.А. Дефектность труб нефтепроводов и методы их ремонта. - М.: Недра, 1998.

2 Т.А. Кулибаев «Масштабные программы по модернизации трубопроводной сети»//Petroleum, №4, 2001.

3 А.Г. Гумеров, Р.С. Зайнуллин, Р.С. Гумеров, Н.Х. Гаскаров. Восстановление работоспособности труб нефтепроводов. – Уфа; Башкирское книжное издательство, 1992.

4 Защита от коррозии, старения и биоповреждений машин, оборудования и сооружений: Справочник: В 2 т. Т.1. Под редакцией А.А. Герасименко. – М.: Машиностроение, 1987.

5 Гафаров Н.А., Гончаров А.А., Кушнарченко В.М. Коррозия и защита оборудования сероводородсодержащих нефтегазовых месторождений. -М.: Недра, 1998.

6 Moore, J.J., Baker, C.K., Oxidation of Iron Sulfides Produced in Gas Pipelines; Sulfate Reducing Bacteria in Natural Gas Wells, project memorandum for this MRC research, Southwest Research Institute, December 3, 1997.

7 Гутман Э.М., Гетманский М.Д., Клапчук О.В., Кригман Л.Е. Защита газопроводов нефтяных промыслов от сероводородной коррозии. М.: Недра, 1988.

8 Т.А. Кулибаев «Масштабные программы по модернизации трубопроводной сети»//Petroleum, №4, 2001.

9 Разработка технологии защиты оборудования от коррозионного разрушения при освоении и исследовании скважин. Отчет о НИР. – Заказ-наряд 84.0267.88 (6-4-84-1), Уфа: ВНИИСПТнефть.- 1985.

10 Richard M. Baldwin. «Black Powder» in the gas industry – sources,

characteristics and treatment. – Mechanical and Fluids Engineering Division Southwest Research Institute, May 1998.

11 Н.П. Жук. Курс теории коррозии и защиты металлов.- Москва: Металлургия, 1976

12 А.Н. Нысанғалиев, Т.К. Ахмеджанов, Д.А. Аманғали. «Проектирование нефтегазопроводов с надежной технической и экологической безопасностью» Алматы, Изд-во ТОО Технологии третьего тысячелетия», 2002.

МАКЕТ

Бисенгалиева Д. И.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ

Жер асты қабатындағы мұнай өнімділігін жоғарылату әдістері.

Указаны методы увеличения повышения нефтеотдачи пластов.

This paper presents methods for decreasing the increase neftiot-dachi beds.

Сегодня Республика Казахстан является одной из крупных нефтедобывающих стран мира, занимающая по объему разведанных запасов нефти тринадцатое место, газу и конденсату – пятнадцатое, по уровню добычи нефти – двадцать восьмое место. По разведанным запасам и уровню добычи нефти среди стран СНГ Казахстан прочно занимает второе место, а по запасам газа и конденсата – четвертое место.

Запасы нефти распределены на территории Республики Казахстан крайне неравномерно. В четырех западных областях находятся более 90% остаточных извлекаемых запасов нефти республики. Это такие месторождения как Тенгиз, Карачаганак, Жанажол и Кенбай, а также все месторождения с запасами более 100 млн. тонн.

Большие перспективы нефтегазоносности связываются с недрами казахстанского сектора Каспийского моря. Согласно последним оценкам, прогнозные ресурсы казахстанского сектора Каспийского шельфа составляют около 13 млрд. тонн условного топлива.

В настоящее время запасы углеводородов Казахстана (тяжелая нефть, остаточная нефть, нефтебитумы и др.) по данным исследований в несколько раз превышают промышленные запасы, из-за отсутствия экономически целесообразных технологий их извлечения, транспортирования и переработки.

В связи с увеличением доли добываемой тяжелой нефти в Казахстане ее транспортирование и подготовка становятся все более энергоемкими и зачастую экономически нецелесообразными.

Одним из факторов, снижающих производительность труда в

нефтедобывающей промышленности, является парафинизация подъемных труб, выкидных линий, трапов, промысловых нефтепроводов и емкостей, а также забоев скважин при добыче парафинистой нефти.

Тепловые методы воздействия на пласт являются перспективными для добычи высоковязких нефтей и нефтей с неньютоновскими свойствами.

Высокая вязкость нефти – один из основных факторов, определяющих ее малую подвижность в пористой среде и неудовлетворительную эффективность извлечения. Вязкость нефти сильно зависит от температуры, которая в естественных условиях не всегда достаточно высока в пласте. Как показывают исследования и опыт разработки, для эффективного извлечения нефти вязкостью более 25–50 мПа*с требуется тепловое воздействие на пласты с целью снижения ее вязкости. При нагревании нефти от 20 – 25 до 100 – 120 °С вязкость ее может снижаться с 500 – 1000 до 5 – 20 мПа*с.

Для реализации тепловых методов воздействия на пласт используют широко доступные агенты – воду и воздух (окислитель). Применение этих методов не требует больших объемов химических реагентов, необходимых для использования физико-химических методов повышения нефтеотдачи пластов. Важнейшее преимущество термических методов по сравнению с другими методами заключается в возможности достижения более высокой нефтеотдачи при различных геолого-физических условиях залегания нефтяных месторождений. Нередко термические методы применяют в таких случаях, когда никаким другим способом извлечь нефть из пласта не удается.

Однако существуют месторождения с такими условиями залегания и свойствами нефти, при которых тепловые методы воздействия могут оказаться единственными, допускающими промышленную разработку.

Если пластовая температура равна или близка к температуре начала кристаллизации парафина в пластовых условиях, то вытеснение нефти холодной водой приведет к охлаждению пласта, выпадению парафина и закупорке пор, что усилится при сильной поспойной неоднородности пласта. [1]

Нагнетаемая холодная вода, быстро продвигаясь по наиболее проницаемому прослою, станет источником охлаждения выше и ниже залегающих менее проницаемых прослоев. Охлаждение приведет в лучшем случае к загустению нефти, а в худшем – к выпадению растворенных парафинов в твердую фазу и консервации запасов нефти в пропластках. Указанные особенности свойств нефти и сильная про-

слоистая неоднородность пласта могут привести к получению значительного эффекта при закачке в такой пласт теплоносителя.

В этом случае горячая вода или пар, проникая по хорошо проницаемому прослою, будет прогревать выше - и ниже залегающие слои пласта, что приведет к снижению вязкости нефти и способствует более полному извлечению запасов.

В процессе нагнетания в пласт высокотемпературных рабочих агентов (пар, горячая вода, парогаз, воздух, продукты горения) в пласте проявляются практически все известные механизмы вытеснения нефти, сопровождающиеся разнообразными фазовыми переходами, значительно влияющими на увеличение нефтеотдачи пласта.

Методы теплового воздействия на пласт перспективны как методы увеличения нефтеотдачи пластов и как едва ли не единственный способ добычи высоковязких нефтей и битумов.

Тепловые методы воздействия на пласт являются перспективными для добычи высоковязких нефтей и нефтей с неньютоновскими свойствами.

Известно, что при современных системах эксплуатации около половины (в среднем) начальных запасов нефти на разрабатываемых месторождениях остается в недрах. Поэтому особая роль в решении задачи повышения нефтеотдачи пластов принадлежит тепловым методам (внутрипластовое горение и закачка в пласты теплоносителей пара, горячей воды), так как с помощью их можно значительно увеличить нефтеотдачу пластов.

Отечественная и зарубежная практика разработки нефтяных месторождений показывает, что при современных способах эксплуатации залежей с высоковязкой или с повышенной вязкостью нефти (без воздействия на пласты, с заводнением или закачкой газа) нефтеотдача пластов не превышает 15-20%.

В связи с увеличением доли добываемой тяжелой нефти в Казахстане ее извлечение, транспортировка и подготовка становятся все более энергоемкими и зачастую экономически нецелесообразными.

Все процессы разработки, эксплуатации нефтегазовых месторождений, подготовки и переработки нефти, газа, вод, применение нефти, газа, угля в роли энергетического источника способны нарушить равновесие экосистемы и создать аномальные условия жизни на земле. Между тем в полном объеме не используются экологически чистые возобновляемые источники энергии. Настало время полнее использовать внутренние ресурсы природы для увеличения нефтеотдачи пластов [2].

В настоящее время уделяется большое внимание решению социальных проблем, это повышение уровня здоровья нации, проблемы экологии и обеспечения энергобезопасности страны. Важным сектором отрасли экономики, способствующей решению этих стратегических задач на долгосрочный период, должна стать энергетика с использованием альтернативных источников энергии.

Литература

1 Надиров Н.К. Высоковязкие нефти и битумы. – А, 2001г. – 360с.

2 Предпатент РК №19732 МПК F17D – 1/20. Модуль для трубопроводного транспорта нефтей и нефтепродуктов. Биттеев А.Б. и др. : - №206/1161.1 от 23.10.2006. – бюл. - №7.

МАКЕТ

ПОВЫШЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ИЗВЛЕКАЕМОСТИ ПЛАСТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖАНАЖОЛ С ПОМОЩЬЮ КИСЛОТНОГО РАЗРЫВА И БЛОКИРУЮЩИХ ШАРИКОВ

Жаңажол кен орнында мұнайдың қоры мол қабаттарынан оны шығарудың дәрежесі, коллекторлардың бірыңғай еместігінен, төмен болады. Қорғағыш қасиеттері бар шариктерді қолдану арқылы қабаттарда қышқылдық ажыратудың жаңа технологиясы сынақтан өту нәтижесінде барлық ұңғымаларда жылына әрқайсында 4 785 т дебиттің толық артуына қол жеткізілді.

На месторождении Жанажол при больших запасах нефти в пластах степень ее извлечения низкая вследствие неоднородности коллекторов. Со значительным эффектом испытывалась новая технология кислотного разрыва пласта с использованием блокирующих шариков, в результате чего достигнуто полное увеличение дебита на всех испытательных скважинах по 4 785 т в год.

On Zhanazhol deposit at the big oil stocks in layers degree of its extraction is low owing to heterogeneity of collectors. The new technology of acid formation breakdown with use of blocking balls was tested with considerable effect therefore the full increase of flow production rate, on all tested chinks to 4 785 t per year is reached.

На месторождении Жанажол в связи высокой вязкостью добываемой нефти коэффициент ее извлечения очень низкий.

Результаты исследования показали, что степень разработки месторождения Жанажол в целом низкая, а остаточный запас богатый. Поэтому целенаправленные мероприятия по стимуляции коллекторов имеют очень важное значение для увеличения дебита скважины.

Основания выбора системы солянокислотный разрыв (СКР) для кислотного разрыва пласта (КРП) [1]: совместимость с коллекторами, коллекторским флюидом, низкое повреждение пластов, удовлетворение требований к разным технологиям КРП, возможное образование длинной трещины кислотного травления и ее более высокая проводимость.

На примере скважины №2399А изучалось влияние соляной кислоты, названной нами солянокислотным разрывом, на

растворимость кернов разных интервалов при температуре 65 °С. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты исследования растворимости кернов в соляной кислоте различной концентрации при температуре 65 °С

Глубина, м	Блоки	Система СКР	Растворимость %
3787-3788	Д1	20%HCl	99,6
3787-3788	Д1	15%HCl	99,3
3787-3788	Д1	15%HCl+5%HAc	99,4
3755,71-3756,04	Г6	15%HCl	98,3
3754-3755	Г6	15%HCl	99,6

По результатам экспериментов видно, растворимость коллекторских кернов в соляной кислоте достигло 98% и более. Это означает, что коллекторы состоят из карбонатов, которые хорошо растворяются и содержащаяся в них нефть освобождается.

Однако кислотный разрыв пласта, в том числе при использовании соляной кислоты солянокислотный разрыв имеет один серьезный недостаток – вызывает коррозию технологического оборудования. Образуется Fe^{3+} и с увеличением pH осаждается в форме $Fe(OH)_3$, закупоривая поры и отрицательно влияя на эффективность КРП. Поэтому во время проектирования КРП подбор подходящего ингибитора коррозии особо важен. Был испытан высокоэффективный ингибитор коррозии FAN-812, обладающий сравнительно хорошей дисперсностью и свойством прироста эффективности; скорость коррозии удовлетворяет требованиям к КРП (таблица 2).

Результаты оценки оптимальных составов для использования в технологии СКР КРП на месторождении Жанажол, приведенные в таблице 2 показывают, что система СКР имеет хорошую совместимость, термостабильность, может удовлетворять требованиям к замедлению скорости, ингибированию коррозии, стабилизации ферри-ионов, ускорению выделения, снижению повреждений и углублению проникновения растворителей.

Таблица 2. Результаты оценки оптимальных составов СКР

Показатели		Свойства СКР
Совместимость		Молочного цвета равномерная жидкость, нет взвешенных флоккулов и отложений
Термостабильность		Молочного цвета равномерная жидкость, нет взвешенных флоккулов и отложений
Скорость реакции кислоты с породами		Обыкновенная кислота 1/3 – 1/5
Ингибирование g/m ² · hr	Свежая кислота	2,43 – 2,76
	Остаточная кислота	2,82 – 3,2
Стабилизация ферри-ионов, g/L		71
Ускорение выпуска mN/m	Поверхностное напряжение остаточной кислоты	22,2 -27,93
	Напряжение интерфейсы остаточной кислоты	0,83 – 1,27
Повреждение %		11,98

Свойство ингибитора коррозии ФАН - 812 для КРП:

Внешний вид	Коричнево-красная равномерная прозрачная жидкость
Плотность, г/см ³	0,882
pH	6,0
Растворимость в кислоте	Совместимое растворение с соляной, уксусной кислотой
Запах	Горький абрикосовый
Скорость коррозии, g/m ² · hr	70-1,0%, объем 2,43 70-1,5%, объем 2,3

Новый ингибитор НВС-07, обладающий свойствами стабилизации ферри-иона, ускорения выпуска, предотвращения имульсации, образования кислотного шлака показал хорошие результаты.

В экспериментах использован измеритель коррозии, изготовляемый канадской компанией NOWSCO. Условие экспериментов: 70-15 МПа, 60 ppm, время реакции 4 ч. Результаты испытания ингибитора НВС-07 показали:

Внешний вид	Светло-желтая равномерная прозрачная жидкость
Плотность, г/см ³	0,86-0,9
pH	6,0-7,0
Растворимость в воде	Совместимое растворение с кислотой, водой в любом соотношении
Стабильность Fe ³⁺ , г/л	90
Свойство противоземulsionации и деэмульсации	Степень деэмульсации в течение 15 мин. 95%; в течение 20 мин. 100%
Противообразование кислотного шлака	В течение 4ч. не образуется кислотный шлак, степень противообразования кислотного шлака 99%
Применяемый СКР	15-20%HCl, 15%HCl+5%HAc
Применяемая температура, °C	50-150
Применяемая концентрация, %	2,0-2,5

Результаты показывают, что НВС-07 удовлетворяет требованиям к КРП.

При использовании технологии КРП необходимо использовать загуститель подаваемого раствора. В качестве загустителя применялся FA-100. В результате экспериментов показано, что FA-100 обладает сравнительно хорошими свойствами увеличения вязкости, снижения сопротивления и замедления скорости:

Внешний вид	Бесцветная прозрачная жидкость
Плотность, г/см ³	1,02-1,05
pH	7,0-7,5
Растворимость в воде	Совместимое растворение водой
Мощность увеличения вязкости	20%HCl+0,6% FA-100; поверхностная вязкость СКР
	При комнатной температуре 22 МПа·с; при температуре 70 °C 13 МПа·с
Замедление скорости	В 4,5 раза выше обыкновенного СКР

В результате установлена оптимальная система СКР КРП для месторождения Жанажол:

Загелизированная кислота 20%HCl+0,4-0,8% FA-100+1,0%
FAN- 812+2,0%HBC-07;
Кислота заниженного сопротивления 20%HCl+0,4-0,8%
FA-100+1,0%FAN- 812+2,0%HBC-07;
Замкнутая кислота 20%HCl+1,0%FAN- 812+2,0%HBC-07.

Эксперименты показали следующее:

образовались заметные каналы кислотного травления;
проводимость трещины кислотного травления снижается вместе с увеличением замкнутого давления, а при помощи замкнутого подкисления можно заметно повысить проводимость трещины кислотного травления в призабойной зоне;

после замкнутого подкисления, ввиду того что проводимость при большой производительности и большом объеме СКР выше проводимости при низкой производительности и малом объеме СКР, умеренное увеличение масштаба замкнутого подкисления способствует повышению проводимости.

При многослойных ярусах, где существует большая разница межпластового давления разрыва, скорость проведения операции высокая, для повышения безопасности и себестоимости, а также экономии времени и трудовой силы нами разработан и использован метод блокирующих шариков. Согласно разному давлению разрыва между различными пластами сначала проводится КТР в интервале со сравнительно низким давлением после закачки определенного объема СКР забрасываются резиновые блокирующие шарики в целях временной изоляции отверстий перфорации, затем повышается давление, чтобы образовать трещину кислотного травления в интервале со сравнительно высоким давлением разрыва, для достижения стимуляции всех интервалов скважины.

На месторождении Жанажол на 28 скважинах выполнена промышленная добыча отдельным КТР при помощи блокирующих шариков. Успешность составила 100%, эффективность 100%.

Литература

1 Абдурашит–Турсун., Дэн Цзинь Гэнь. Увеличение дебита скважин с использованием кислотного разрыва пласта и блокирующих шариков на месторождении Жанажол. Нефть и газ. - Алматы, 2010. - № 1. С.-58-66.

ТЕМІРЖОЛ ЖЕЛІЛЕРІНІҢ ҚҰРЫЛЫСЫН САЛУДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН ЗАМАНАУИ ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ АСПАПТАР

Мақалада теміржол желілерін салуда қолданылатын электронды тахеометр, GPS спутникті геодезиялық қабылдағышы, GPS қабылдағышымен жабдықталған электронды тахеометр сияқты заманауи геодезиялық аспаптар баяндалған.

В статье описаны современные геодезические приборы, такие как электронный тахеометр, спутниковые геодезические приемники GPS, электронный тахеометр со встроенным GPS устройством и оптический нивелир, а также их применение при строительстве железнодорожной линии.

The article presents the modern geodesic tools such as Total Station, GPS, Surveying Systems, Total Station with integrated GNSS and optical levels and the use of these tools at railroads construction.

Геодезия ғылымы мен техниканың соңғы он жыл ішінде қарқынды дамуы көптеген электронды аспаптардың пайда болуына ықпал етті. Заманауи геодезиялық аспаптарды мынандай маңызды топтарға бөлуге болады: геодезиялық GPS қабылдағыштары, электронды тахеометрлер, электронды теодолиттер, оптикалық нивелирлер, лазерлі сканерлер және т.б. Теміржол желілерінің құрылысын салуда жоғарыда аталған аспаптардың бірқатары қолданылады.

Қазіргі заманауи геодезиялық аспаптарды жоғарғы технологиялардың өнімі деп айтуға болады. Оның құрамына соңғы жетілдірілген электроника, дәл механика, оптика т.б ғылымдар кіреді. Ал қазіргі қолданылып отырған электронды тахеометрлік жүйелер – жетекші жасаушыларға LEICA (Швейцария), NIKON, SOKKIA, TOPCON (Жапония), PENTAX, TRIMBLE (АҚШ), УОМЗ (Ресей) жатады. Электронды тахеометрлер – жер бетінде горизонталь бұрышты, горизонталь арақашықтықты және өзара биіктікті өлшеуге арналған топографиялық электрондық – оптикалық аспап. Электронды тахеометр деп құрылымында теодолит пен жарық дальнометр біріктірілетін құралды атайды. Заманауи тахеометрлердің негізгі ерекшеліктері болып микроЭЕМ саналады, ол өлшеу мен бақылау үрдістерін автоматтау арқылы үлкен көлемді есептеулерден арылтады. Электронды тахеометрлер автоматтандырылған геодезиялық

жиынтықты құруға мүмкіндік береді: тахеометр - ақпаратты тіркеуші – өңдеуші ЭЕМ- графоқұрушы - геодезиялық өлшеулердің соңғы өнімі - карталар мен пландарды алуды қамтамасыз етеді және де бақылаушының, есептеушінің жеке қателіктерін минимумға келтіреді.

Геодезиялық аспаптардың арасындағы ең сапасы жоғарысы - Leica Geosystems компаниясы саналады. Әйгілі швейцарлық сағаттар сияқты бұл компания да 200 жыл бойы сапалы геодезиялық аспаптарды шығарумен айналасады. Көбінесе геодезиялық жұмыстарды орындауда Leica TC 407 сериялы электронды тахеометрі қолданылады. Сол себептен осы тахеометрдің теміржолдарды салу кезінде қолданылуына тоқталсақ. Leica TC407 сериялы электронды тахеометрі - топографиялық және кадастрлық жұмыстарға, құрылысқа және іздестіруге арналған классикалық электронды тахеометр. Қарапайым қолданылушы интерфейс, енгізілген бағдарламалық қамтамасыздандыру жұмысты жеңілдетеді. Ерекшеліктері :

- 10000 нүктеге де дейін жазу мүмкіндігі;
- Жоғары контрастты дисплей;
- Ыңғайлы клавиатура;
- 2 дальнометр (инфрақызыл және шағылыстырғышсыз);
- Лазерлі орталық;
- Екі осьті компенсатор;
- Шексіз жетекші бұранда;

Теміржол құрылысы өте жоғарғы дәлдікпен орындалуы тиіс. Сол себептен тахеометрлердің орны ерекше. Трассаның осін анықтау – тахеометрдің ең басты жұмыстарының бірі. Рельсттердің бір – бірімен тоғысуы нақтылы геодезиялық жұмыстарды талап етеді. Жобаны жерге бекітіп, бүкіл жұмыстар орындалып болғаннан кейін электронды тахеометрмен тағы бір рет трасса бойын түсіріп, нәтижесінде орындау түсірісін жүргізеді.

Теміржол желілерін салуда Жер серігінің геодезиялық аспаптары да қолданылады. Қазақстанда бұл аспаптарды кеңінен ұсынып отырған барлық әлемге танымал, GPS - жүйелерін жасап шығарушы фирмаларға Trimble (АҚШ), Leica Geosystem (Швейцария), Жапондық Topcon Positioning System т.с.с компаниялар жатады. Бұл компаниялар NAVSTAR жер серігінің сигналдары бойынша жұмыс істейтін бір жиілікті және екі жиілікті қабылдағыштары.

GPS (Global Position System) – геодезиялық негіздерді құрудағы ең тиімді аспап болып табылады. GPS көмегімен орындалған геодезиялық өлшеулер дәлдігі, әмбебаптылығы, жылдамдығы және үнемділігі, тиімділігімен кеңінен тарады. Бұл жұмыстардың орындау әдісінің

классикалық геодезиялық өлшеулерден айырмашылығы бар. GPS қабылдағыштарының ең басты ерекшеліктерінің бірі - ауа – райының кез келген жағдайларында өлшеу жұмыстарының орындалуында. Оптикалық аспаптардың кемшіліктерінің бірі – рейка, белгі, шағылдыру құралына дейінгі тікелей көрініс болмағанда жұмысқа жарамсыздығы, ал GPS үшін ондай қиыншылықтар туындамайды. Қабылдағыштармен 10-шақты шақырым аралықта өлшеулер жүргізуге болады және олар 1-2 батырмамен басқарылып жұмыс істеле беретіндіктен, оператордың арнайы дайындығының қажеті жоқ. Осы орайда экономикалық үнемділік артады. Нүкте координатасын анықтау кезінде жалпы қолданылатын геодезиялық аспаптарға қарағанда GPS қабылдағыштар сантиметрлік дәлдік деңгейін береді. Теміржол құрылысында жобаны жерге бекітуде бұл қабылдағыштар таптырмайды. Мысал ретінде LEICA Geosystems компаниясының GPS1200 өнімін алдым.

LEICA Geosystems компаниясының GPS 1200 қабылдағышы – жоғары дәлдікті және сенімді қабылдағыштар. LEICA GPS 1200 – жаңа перцизиондық GPS процессорының, RTK режиміндегі мәндердің бірдей болмауын тез шешудің жаңа алгоритмдерінің барлығын қоршаған орта өсірінен сақтаудың, әскери стандарттарына сай болуы – бұл GPS жабдықтарын кез келген жағдайда, әр түрлі геодезиялық жұмыстарды орындауға мүмкіндік туғызады.

GPS 1200 спутниктік қабылдағышының техникалық сипаттамасы:

Температурасы (ISO9022, MIL-STD - 810F)	Жұмыс температурасы: қабылдағыш -40°C - +65°C, антенна SmartTrack -40°C - +70°C, контроллер -30°C - +65°C. Сақтау : қабылдағыш -40°C - +80°C, антенна -55°C д-+85°C, контроллер -40°C - +80°C
Төзімділігі	Қабылдағыш: 1 м-ге дейін тік құлау, антенна мен контроллер 1,5м –ге дейін қатты бетке.
Нақтылығы	планда: 10мм + 1мм / км, кинематика биіктік бойынша: 20мм + 1мм / км, кинематика планда: 5мм + 1мм / км, статика биіктік бойынша: 10мм + 1мм / км, статика
Жады	Карта Compact Flash (64Мб, 256Мб, 1 Гб) немесе ішкі жады (64Мб, 256Мб)
Салмағы	1.20 кг (қабылдағыш), 0,48 кг (контроллер), 0,44 кг (антенна), 0,19 кг (аккумулятор)

Әдетте GPS қабылдағыштарды тірек негіздерін құру және жиілету үшін, ал тахеометр жергілікті жердің детальды ситуациясын түсіру үшін қолданылады. Leica Geosystems компаниясының жаңа геодезиялық жүйесі – SMARTSTATION - осы екі аспаптарды біріктіру арқылы геодезия әлемінде үлкен бір жаңалық ашты, себебі бұл аспапты қолдану түсіріс уақытын 80 % - ға дейін үнемдеуге мүмкіндік береді. Теміржол салуда өте ыңғайлы әрі тиімді аспап. Инженер – геодезистке пикеттеу жұмыстарын орындау үшін жергілікті жердегі тірек жүйелерін іздеудің қажеті жоқ. Тек бар керегі SmartStation – ді жұмыс аумағында спутниктік сигналдарға кедергі болмайтын ыңғайлы бір жерге орналастырса болғаны. SmartStation құрамындағы GPS қабылдағыштары аспаптың тұрған орнының координаттарын анықтайды. Осылай, алынған координаттарды пикеттеу жұмыстарында бастапқы координат ретінде қолданса болады. Объектінің координатасын анықтау нақтылығы планда 10 мм + 1 ppm. Спутниктік өлшеулер жүргізілген уақытта экран бетінде қажетті ақпараттар көрсетіледі. Аспаптың тұрған орнының координаталары анықталып болғаннан кейін аспап тахеометр режиміне ауыстырылады және осыдан бастап дәстүрлі өлшеулерді жүргізуге болады. Жобаның биіктіктерін жерге бекітіп, пикеттеу жұмыстарын орындап болғаннан кейін теміржолдың осін анықтауға болады. Бұл аспаптың тағы бір ерекшелігі – тахеометрден GPS қабылдағышын бөліп алуында, яғни қажет уақытта GPS қабылдағышын жеке аспап ретінде қолдану мүмкіншілігінің барында. SmartStation әлемде алғашқы жаңа бағыттағы геодезиялық аспап болғандықтан, бағасы да біршама жоғары болып келеді.

Теміржол желілерін салуда қолданылатын тағы бір геодезиялық аспап – бұл оптикалық нивелир. Нивелирлеу жұмысының нәтижесінде нүктенің биіктік мәні есептеледі. Теміржол сызықтық ғимарат болып саналатындықтан, оның осі трасса деп аталады. Трассаның ізін жерге әрбір 100 метр сайын қадаммен бекітуді пикеттеу деп атайды. Трассаны жерге белгілеу үшін трассаның бойына геодезиялық қазықтар бекітеді. Геодезиялық қазықтардың биіктік мәндерін IV-классты нивелирлеу жұмысын орындап есептейді. Трассаның бойына жиегінен 50 – 60 м аралыққа әрбір 1-3 шақырым сайын реперлер (биіктік қазықтары) бекітеді. Осы реперлерді нивелир аспабы көмегімен бекітеді. GPS қабылдағышпен жобаны жерге бекіткеннен кейін пикеттеу жұмыстары басталады. Болашақ теміржол желілері жүретін аудан алдын –ала тегістеліп болғаннан кейін жоба бойынша құлама (откос) орындалады. Ол жер бетінде үйінді ретінде бейнеленеді, биіктігі 1 метрден жоғары болады. Бұл қабаттың үстіне құмнан не болмаса қиыршық тастардан



Leica GPS 1200



Leica TC 407 тахеометрі



SmartStation

құралған балласты қабат және тек соңғы нәтиже ретінде шпала мен рельстер төселінеді. Трассаның көлденең қимасында трапецияға ұқсастығы көрінеді. Барлық геодезиялық нивелирлік жұмыстар жоғары дәлдікпен жүргізіледі және мемлекеттік тірек жүйесіне байланыстырыла орындалып, жүйелі түрде тексеріліп отырады. Жоғарыда аталған жұмыстардың барлығы нивелир аспабы көмегімен жүзеге асады. Көп қолданылатын оптикалық нивелир ретінде Жапондық SOKKIA компаниясын мысалға алдым.

SOKKIA компаниясының әрбір аспабы техникалық сипаттамаларға сай, жоғарғы өнімділікті және сапасымен қаражатының арақатынасы оптимальді болып келеді.

Оптикалық Sokkia C300 нивелирінің техникалық сипаттамасы:

Нивелир	C 300
Нақтылығы (1 км екі мәрте жүрісте), мм	2
Визирлеудің минимальді арақашықтығы, м	0,3
Көру дүрбісінің үлкеюі, есе	28
Объектив диаметры, мм	36
Бейнесі	тура
Компенсатор түрі	Магнитті демферы бар 4-торсионды маятникті
Компенсатордың жұмыс істеу диапазоны	±15
Жұмыс температурасының диапазоны	-20°C – тан +50°C –қа дейін
Аспап салмағы	1,8 кг
Қабықша салмағы	0,93 кг

Sokkia нивелирінің артықшылықтары:

1) Барлық модельдер өлшеу дәлдіктерін жоғарылату үшін магниттік демперлер жүйесін қолданылатын компенсаторлармен жабдықталған.

2) В 20 және 21 жоғары дәлдікті нивелирлеуде сына тәрізді жіп торлары бар микрометрлік ОМ5 саптамалар қолданылады. Корпусы сапасы жоғары материалдардан жасалған.

Қазіргі кездегі аспаптар қарапайым геодезиялық өлшеу жұмыстарын жүргізу шеңберінен әлдеқашан шыққан, олар күрделі ғылыми, ғылыми – техникалық және инженерлік мәселелерді шешуде қолданылатын аспаптар дәрежесіне көтеріліп, әрі қарай дамитыны сөзсіз.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Захаров А.И. Геодезические приборы: Справочник. – Москва: Недра, 1989 – 314 с.
- 2 Ключин Е.Б., Киселев М.И., Михелев Д.Ш., Фельдман В.Д., под ред. Д.Ш. Михелева. Инженерная геодезия:– 4-е издание. – Москва: Издательский центр «Академия», 2004 – 480с.
- 3 Нұрпейісова М.Б., Рысбеков Қ.Б. Геодезиялық аспаптар: - Алматы: ҚазҰТУ, 2010. – 244 б.

- 4 Игильманов А.А., Игильманов Т.А. Инженерлік геодезия – Астана: Фолиант баспасы, 2007. – 176 б.
- 5 Васютинский И.Ю., Рязанцев Г.Е, Ямбаев Х.К. – Геодезические приборы при строительнo – монтажных работах: - Москва: Недра, 1982. – 272с.
- 6 Евстафьев О.В. SMARTSTATION – новый прибор компании LEICA GEOSYSTEMS.- Геопрофи журнал: - 2005, январь, 40 с.
- 7 Датқабает К.М. Құрылыстағы геодезия: оқу құралы – Алматы: ҚазҰТУ, 2006 ж., 287 б.

MARKET

АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ СТАХАНОВ



22 августа 2011 года исполнилось 80 лет А. Н. Стаханову, известному ученому в области оздоровления рудничной атмосферы, кандидату технических наук. Он родился 22 августа 1931 г. в г. Кзыл-Орде. После окончания в 1954 г. Казахского горно-металлургического института в 1954-1956 гг. работал начальником смены, а затем старшим инженером технического бюро в Северо-Ангарском горно-промышленном управлении «Главолово» Министерства цветной металлургии СССР. В августе 1956 г. поступает на работу младшим на-

учным сотрудником в пылевую лабораторию Института горного дела АН КазССР.

В 1960-е г. Стахановым А.Н. на основе существующих теоретических зависимостей по определению эффективности осаждения частиц пыли на капле воды были выполнены обширные расчеты, позволившие установить оптимальный диаметр капель распыляемой воды в зависимости от диаметра пылевых частиц и скорости их движения. В результате исследований были выбраны аэродинамические и гидравлические режимы работы установки, позволившие получить обобщенные зависимости, отражающие изменение конечной запыленности воздушного потока в зависимости от его скорости, удельного расхода воды и запыленности.

Результаты выполненных исследований им были обобщены в кандидатской диссертации на тему: «Исследование и выбор оптимальных параметров скоростного пылеулавливания в условиях очагов интенсивного пылеобразования», которую он защищает в 1965 г.

Внедрение новых высокопроизводительных средств механизации и автоматизации процессов добычи привело к появлению мощных источников пылевыделения и послужило причиной повышения общего уровня запыленности в горно-подготовительных и очистных выработках. Стаханов А.Н. принимает активное участие в создании и внедрении на производстве устройств и приспособлений, обеспечивающих равномерное орошение отбитой горной массы нужным количеством воды в автоматическом режиме. При его непосредственном

участии был разработан и испытан в условиях шахт Жезказгана ряд оригинальных устройств для орошения руды в забое, работающих в автоматическом режиме, позволивших значительно снизить запыленность воздуха.

В сентябре 1971 г. Стаханов А.Н. назначается Ученым секретарем Института, а в апреле 1972 г. утверждается Президиумом АН КазССР заместителем директора Института по научной работе, на которой находился до мая 1976 г.

В этот период, наряду с большой научной и научно-организационной работой, Стаханов А.Н. продолжает научно-исследовательские работы в области оздоровления рудничной атмосферы.

В 1978 г. Стаханов А.Н. переводится в лабораторию проветривания горных выработок, где принимает активное участие в проведении широкомасштабных исследований по изучению состояния рудничной вентиляции на рудниках Казахстана, разработке и созданию новых средств и способов регулирования и стабилизации расхода воздуха в шахте.

В конце 1970-х и в начале 1980-х годов Стахановым А.Н., в связи с переходом горных работ на шахте Западный Каражал с открытого на подземный способ, была выполнена капитальная работа по изысканию эффективных способов и схем проветривания подкарьерной зоны и шахты в целом при ведении очистных работ. В результате были составлены и переданы рудоуправлению «Рекомендации по организации проветривания III-го шахтного поля ш. «Западный Каражал». Внедрение рекомендации позволило досрочно на 5-7 лет вовлечь в добычу 12,6 млн. т руды, обеспечить шахту фронтом очистных работ и достичь проектной производительности и стабильного снабжения сырьем Карметкомбината, а внедрение рекомендаций по переводу главной вентиляционной установки на работу с одной ступенью позволило сократить потребляемую мощность на 189,6 кВт и получить экономию электроэнергии 1 598 707 кВт/год.

В 1990-е годы Институт уделяет большое внимание исследованиям управляемости и устойчивости вентиляции рудников Жезказгана в условиях зон обрушения с учетом перспектив развития горных работ. Под руководством и непосредственном участии Стаханова А.Н. в 1990-е годы были проведены исследования влияния зон обрушения на проветривание шахт Жезказгана, в результате которых было установлено качественное и количественное влияние зон обрушения на общешахтный режим проветривания.

В январе 2002 г. Стаханов А.Н. избирается заведующим лабораторией «Рудничных аэрозолей». С первых дней своей деятельности в должности заведующего лабораторией Стаханов А.Н. принимает энергичные меры по переводу научных исследований лаборатории на компьютерную технологию. За короткое время он оснастил лабораторию компьютерной техникой и на ее основе приступил к составлению компьютерных программ по расчету распределения воздуха в вентиляционных сетях шахт и рудников. Он выдвинул идею и вместе с коллективом программистов успешно создал программный продукт «Автоматизированный программный комплекс моделирования системы контроля и управления вентиляцией на горных предприятиях с подземным способом добычи полезных ископаемых». В состав комплекса входят 9 компьютерных программ, использование которых в пределах возможностей любого горнодобывающего предприятия, как по техническому оснащению, так и по квалификации ИТР. Комплекс может быть использован пылевентиляционными службами шахт и рудников, проектными организациями, спецподразделениями ВГСО. Использование комплекса приведет к научно обоснованному управлению вентиляционными потоками в шахте, оптимизации затрат на вентиляцию, улучшению условий труда горнорабочих и позволит предвидеть и не допускать отрицательные последствия в общешахтной вентиляции, возникающие при выполнении тех или иных технологических решений.

С января 2007 г. А.Н. Стаханов по его просьбе переводится на должность ведущего научного сотрудника и работает консультантом в лаборатории рудничной аэрологии.

Наряду с научно-организационной деятельностью А.Н. Стаханов вел большую общественную работу, будучи секретарем цеховой парторганизации, членом и председателем месткома, внештатным инспектором Комитета народного контроля КазССР, членом Ученого совета Института.

А.Н. Стаханов автор более 100 научных работ, в том числе 1 монографии и более 20 авторских свидетельств и свидетельств интеллектуальной собственности. Награжден дипломом ВДНХ КазССР, знаком «Изобретатель СССР», медалью «За доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина», нагрудным знаком МИТ РК «Кенші даңқы» Ш степени.

За многолетний и плодотворный труд, значительные заслуги в развитии горной науки в области оздоровления рудничной атмосферы решением Ученого совета Института от 27 декабря 2006 г. А.Н. Ста-

ханову присвоено звание «Почетный научный сотрудник Института горного дела им. Д.А. Кунаева».

Дирекция и коллектив Института горного дела им. Д. А. Кунаева сердечно поздравляют Алексея Николаевича Стаханова с 80-летием и желают ему крепкого здоровья, творческого долголетия, благополучия и счастья.

МАКЕТ

НУГМАНОВ КАБДЕН ХАМЗИНОВИЧ



20 ноября 2011 года исполнилось 80 лет Кабдену Хамзиновичу Нугманову – горному инженеру, ведущему специалисту по вопросам оценки устойчивости выработанных пространств при разработке полезных ископаемых системой с открытым очистным пространством, кандидату технических наук, старшему научному сотруднику, заведующему лабораторией горного давления Института горного дела им. Д.А. Кунаева.

К. Х. Нугманов родился 20 ноября 1931 г. в селе Карагай, Щучинского района, Акмолинской области. После успешного окончания горного факультета Казахского горно-металлургического института в 1954 г. был направлен в Джезказганский горно-металлургический комбинат (1954-1959 гг.), был начальником смены, начальником участка на шахте «Покро-Центр», участковым инженером-инспектором районной горнотехнической инспекции Управления Карагандинского округа Госгортехнадзора КазССР. С 1959 г. и по настоящее время научная деятельность Кабдена Хамзиновича связана с Институтом горного дела им. Д.А. Кунаева, где он прошел путь от аспиранта, младшего научного сотрудника до заведующего лабораторией горного давления им. А. Ч. Мусина. Он занимался вопросами крепления и поддержания выработок штанговым креплением на рудниках Жезказганского горно-металлургического комбината. Результаты исследований, выводы и рекомендации были обобщены в кандидатской диссертации «Исследование параметров ж/б штанговой крепи, применяемой при разработке месторождения камерами (на примере Джезказгана)», которая была им успешно защищена в 1967 г.

С 1968 г. К. Х. Нугманов занимался исследованиями геомеханических процессов, сопутствующих отработке Жезказганского месторождения. При его непосредственном участии, а затем и руководстве выполнены экспериментальные работы в шахтных условиях, связанные с исследованием напряженно-деформированного состояния конструктивных элементов камерно-столбовой системы и оценкой устой-

чивости выработанных пространств при вскрытии и проходке подготовительных и очистных работ.

Исследования динамических форм проявления горного давления, проведенные под руководством К.Х. Нугманова, позволили разработать «Указания по безопасному ведению горных работ на участках Жезказганского месторождения, склонных к горным ударам», которые были утверждены МЦМ КазССР, согласованы с Госгортехнадзором КазССР и введены в действие с 1986 г., а также разработать методы предотвращения горных ударов в специфических условиях массового применения системы с открытым очистным пространством.

В 1990-х годах, при непосредственном участии К.Х. Нугманова были разработаны технологические схемы, обеспечивающие эффективную отработку наклонных перекрывающихся залежей камерно-столбовой системой с использованием самоходного оборудования. Разработаны методические положения по определению порядка и параметров повторной разработки, схемы подготовки и технологии очистной выемки, способы погашения выработанных пространств и управления горным давлением.

В 1995-1998 г. коллективом авторов при научном руководстве Нугманова К.Х. разработана «Временная инструкция по расчету целиков для пологопадающих залежей на глубинах более, 400 м и для наклонных залежей Жезказганского месторождения», которая является основным нормативным документом для составления проектной документации при отработке Жезказганского месторождения.

На основе многолетних исследований, выполненных с его участием и научном руководстве, разработано более 12 нормативных документов, направленных на обеспечение безопасных условий эксплуатации Жезказганского месторождения и обеспечивающих максимальное снижение риска возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера. Утвержденные нормативные документы введены в действие на всех подземных рудниках Жезказганского месторождения.

Его вклад в горную науку отмечен присуждением ему, одному из первых, в 1989 г. премии им. К.И. Сатпаева за цикл работ «Комплексное изучение и освоение минерального сырья Джебказганского района», а его имя занесено в Золотую Книгу Почета Казахской ССР.

К.Х. Нугманов автор более 160 печатных работ, в т.ч. 3 монографий и 3-х русско-казахских терминологических словарей по горному делу, 8 статей, опубликованных за рубежом.

Он активно участвует в общественной жизни: долгие годы ру-

ководил партийной организацией Института, был членом общества «Қазақ тілі», членом экспертной комиссии по выявлению ослабленных участков в выработанных пространствах подземных рудников Жезказганского месторождения, экспертной комиссии по печати, был членом Ученого совета по защите кандидатских и докторских диссертаций, является членом Ученого совета Института и членом редакционной коллегии сборника трудов Института, .

Награжден медалями «За доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина», «Ветеран труда», «Шестьдесят лет Победы в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.», Почетными грамотами Президиума АН КазССР, Почетной грамотой ЦК ВЛКСМ, Президиума Советского комитета солидарности стран Азии и Африки, нагрудным знаком «Кенші даңқы» III степени Министерства индустрии и торговли и объединенного профсоюза работников горно-металлургической промышленности.

Указом Президента Республики Казахстан Назарбаева в 1995 г. Н.А. Нугманов К.Х. награжден Почетной грамотой Республики Казахстан за заслуги перед государством, активную общественную деятельность, значительный вклад в социально-экономическое и культурное развитие страны, укрепление дружбы и сотрудничества между народами.

За многолетний и плодотворный труд, особые заслуги в развитии горной науки К. Х. Нугманову в 2001 г. присвоено звание «Почетный научный сотрудник Института горного дела им. Д.А. Кунаева».

Основные научные труды:

Нугманов К.Х., Ибраев Ж. и др. Русско-казахский терминологический словарь, т. 12, Горное дело, Алма-Ата, Наука, 1962.

Нугманов К.Х., Ерофеев Н.П. и др. Штанговая крепь в очистных выработках, Алма-Ата, Наука, 1981.

Нугманов К.Х., Кузнецов С.В., Милетенко И.В. и др. Напряженное состояние и прогноз поведения массива при камерно-столбовой системе разработки. Алма-Ата. Наука, 1987.

Коллектив Института горного дела им. Д.А. Кунаева сердечно поздравляет Кабдена Хамзиновича Нугманова с 80-летием и желает ему крепкого здоровья, долгих лет, благополучия и счастья.

К 50-летию юбилею

АЛЕКСАНДР ЕГОРОВИЧ ВОРОБЬЕВ



Воробьев А. Е. - гражданин Российской Федерации, доктор технических наук (1996 г.), профессор (2001 г.), родился 18 сентября 1961 г. в г. Кара-Балта (Киргизия).

Окончил Фрунзенский политехнический институт в 1984 г. Работал горным инженером Целинного горно-химического комбината Министерства среднего машиностроения в г. Степногорске (Казахстан).

Заслуженный деятель науки Северная Осетия-Алания (2000 г.), почетный профессор Кызылкийского университета природопользования (Кыргызстан, 2003 г.), почетный профессор Навоийского государственного горного университета (Узбекистан, 2005 г.), почетный профессор Кыргызско-Российского славянского университета (Кыргызстан, 2009 г.), почетный профессор Карагандинского государственного технического университета (Казахстан, 2010 г.). Лауреат премии им. академика А. А. Скочинского (2009 г.).

В 2004 г. закончил с отличием по форме второго высшего образования Российскую академию государственной службы при Президенте РФ по кафедре «Национальная безопасность», специальность «Государственное и муниципальное управление».

Научную деятельность начал в 1987 г. в АН Киргизской ССР и продолжил с 1991 г. в РАН, с 1996 г. – заведующий Отделом экологии и природопользования РАН, г. Москва. С 1996 г. – профессор Московского государственного горного университета, с 2001 г. – заведующий кафедрой Нефтепромышленной геологии, горного и нефтегазового дела Российского университета дружбы народов, в 2007-2008 гг. – первый проректор по учебной работе НОУ Московский институт международных отношений, а с 2008 г. по настоящее время – советник ректора Кыргызско-Российского славянского университета.

В 2002 г. открыл на кафедре РУДН вечернее, заочное и дистантное отделения обучения студентов, в 2003 г. - магистерскую подготовку

по направлению «Производственный менеджмент (в недропользовании)», в 2007 г. – авторскую магистерскую подготовку по направлению «Инновационные технологии недропользования», с 2007 г. проводит работу по УМК «Менеджмент инновационного недропользования».

Имя Александра Егоровича Воробьева широко известно в научной среде постсоветских стран как организатора двенадцати международных научных конференций (в России, Узбекистане, Казахстане, Кыргызстане, Таджикистане, Армении, Украине, Эстонии и Южной Осетии), в которых в различных формах приняли участие более 4300 специалистов.

Под его руководством защищено 5 докторских и 7 кандидатских диссертаций.

За свои успехи он удостоен звания Лауреата премии Минцветмета СССР, избран академиком МАНЭБ, АГН и РАЕН, в 1999 г. награжден почетным знаком им. В.Н. Татищева «За пользу Отечеству», в 2007, 2010 гг. награжден знаком Минтопэнерго «Горняцкая слава» (I и III степени), в 2008 г. награжден Почетной грамотой министерства промышленности Кыргызстана, 2009 г. отраслевым знаком Южной Осетии – 75 лет ЮОГУ, в 2010 г. - Почетной грамотой Министерства природных ресурсов Кыргызстана.

В 2004-2006 гг. являлся руководителем студенческих работ, ставших лауреатами премии Правительства Москвы, а в 2007-2009 гг. – открытого конкурса Минобразования (в 2008 г. 12 студентов, а в 2009 г. 5 студентов кафедры под его руководством стали лауреатами).

А. Е. Воробьев – член редакционной коллегии журналов «Вестник РУДН» и «Маркшейдерия и недропользование»; член четырех специализированных докторских советов (ИПКОН РАН, РГГУ, СПГГУ и РУДН); член Учебно-методического объединения Минобразования РФ в области прикладной геологии; член Ученого совета РАН по геоэкологии; член Президиума международной высшей аттестационной комиссии; в 2007 г. - член комиссии по лицензированию и аккредитации Рособнадзора Санкт-Петербургского государственного горного университета, а в 2008 г. – член комиссии по лицензированию и аккредитации Минобразования Бишкекского государственного технического университета (Кыргызстан).

Им опубликовано свыше 1000 печатных работ (из них 90 - монографии, учебники и учебные пособия).

А.Е. Воробьев уделяет много внимания молодым ученым Казахстана, привлекая их и помогая участвовать в международных конференциях.

Научная общественность Казахстана, в том числе ученые Института горного дела им. Д. А. Кунаева, сердечно поздравляет Александра Егоровича с 50-летием и желает ему дальнейших успехов на ниве образования и науки, творческого озарения, благополучия и счастья!

МАКЕТ

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Абдинов Р.Ш.	Докторант PhD, КазНТУ им. К. И. Сатпаева
Абдугалиева Г. Ю.	д.т.н., доцент, зав.лаб. сдвиж. пород и охр. горных выраб. ИГД НЦ КПМС РК
Адилханова Ж. А.	к.т.н., зав.лаб.автомат. проектирования ИГД НЦ КПМС РК
Алиев Б. Н.	магистрант ИГД НЦ КПМС РК
Ахмеджанов Т.К.	д.т.н., проф. КазНТУ им. К. И. Сатпаева
Бажанов Б. Б.	нач. отд. БВР ТОО «НПП «Интеррин»
Бектыбаев А.А.	к.т.н. исполн. директор ENRC
Бектыбаев А.Д.	д.т.н., проф., зав.лаб. КОН ИГД НЦ КПМС РК
Бисенгалиева Д.И.	магистрант ИГД НЦ КПМС РК
Битимбаев М. Ж.	д.т.н., проф., зам.председателя ТОО «DATA-invest»
Боленов Е. М.	соискатель ИГД НЦ КПМС РК
Бояндинова А. А.	д.т.н., доцент, директор департамента МО АО «Казахстанский институт развития индустрии»
Бугаева Г.Г.	к.т.н., зав.лаб. ЭРОН ИГД НЦ КПМС РК
Буктуков Н.С.	д.т.н., проф., директор ИГД НЦ КПМС РК
Бутаков А.В.	инженер, начальник ПТО ТОО «Шарыктас»
Васин К. А.	соискатель ИГД НЦ КПМС РК
Воробьев А.Г.	д.т.н., проф., зав. каф. РУДН
Джангулова Г.К.	к.т.н., СНС ИГД НЦ КПМС РК

Егембердиев Р.И.	магистрант ИГД НЦ КПМС РК
Едыгенов Е.К.	д.т.н., зам. директора ИГД НЦ КПМС РК
Жангалиева М.	СНС ИГД НЦ КПМС РК
Змейков А.Н.	нач. рем.-мех. службы ТОО «НПП «Интеррин»
Кабдулова Б.С.	магистрант ИГД НЦ КПМС РК
Каработаев Д. Т.	инженер 1 кат. ИГД НЦ КПМС РК
Касымканова Х.М.	д.т.н., проф. зав. каф. КазНТУ им К.И. Сатпаева
Когут А. В.	к.т.н., СНС лаб. ЭРОН ИГД НЦ КПМС РК
Кокишева Л. М.	инженер, магистрант ИГД НЦ КПМС РК
Мамельбаев Б.К.	магистрант ИГД НЦ КПМС РК
Матях А.	магистрант ВКГТУ им. Д. Серикбаева
Маусымбаева А.Д.	магистр, к.т.н. КарГТУ
Метакса Г. П.	д.т.н., зав.лаб. ИГД НЦ КПМС РК
Молдабаева Г.Ж.	д.т.н., доцент, СНС ИГД НЦ КПМС РК
Музгина В.С.	д.т.н., менеджер по научно-техническому развитию ТОО «Горное бюро»
Мухамбедьяров Т.Т.	соискатель ИГД НЦ КПМС РК
Мухтар Н.Н.	магистрант ИГД НЦ КПМС РК
Мырзахметов С. С.	инж.-технолог отд. БВР ТОО «НПП «Интеррин»
Ненашев Н. В.	к.т.н., СНС ИГД НЦ КПМС РК
Нурабаев М.Б.	PhD докторант КазНТУ им. К.И. Сатпаева

Нуранбаева Б.М.	к.х.н., доц. КазНТУ им. К.И. Сатпаева
Нуркеев С.С.	д.т.н., проф. КазНТУ им. К.И. Сатпаева
Нурлыбаев Р. О.	к.т.н., ВНС лаб. ВР ИГД НЦ КПМС РК
Нуршаихова Г. Т.	к.т.н., преп. ВКГТУ им. Д. Серикбаева
Омиралин Н.С.	НС ИГД НЦ КПМС РК
Орынгожин Е. С.	д.т.н., доцент, зав. лаб. спец. мет. разр. недр ИГД НЦ КПМС РК
Пайзуллаев У.Н.	магистрант ИГД НЦ КПМС РК
Пальцев С.	инж.-технолог БВР ТОО «НПП «Интеррин»
Портнов В. С.	д.т.н., проф., директор Департамента орг. уч. процесса КарГТУ
Рогов А.Е.	д.т.н., проф., ГНС ИГД НЦ КПМС РК
Рогов Е.А.	студент механо-математического факультета КазНУ им. Аль Фараби
Рогов Е.И.	д.т.н., проф., академик НАН РК, зав. лаб. ИГД НЦ КПМС РК
Сатжанова А.С.	магистрант КазНУ им. Аль-Фараби
Silvestri Regan	доктор PhD, Колледж Балдвин-Вэллас, Огайо, США
Тамбиев П.Г.	к.т.н., зам. генерального директора ТОО НПП «Интеррин»
Тулєбаев К.К.	к.т.н., зав. лаб. УГП ИГД НЦ КПМС РК
Тулєков А. А.	магистрант КарГТУ
Тунгушбаева З.К.	к.т.н., преп. ВКГТУ им. Д. Серикбаева
Турсунбаева А. К.	д.т.н., профессор КарГТУ
Умбетова А. Т.	магистрант КарГТУ

Черманова Г.Б.	к.х.н., зав. отделом НТИПР ИГД НЦ КПМС РК
Шамганова Л.С.	д.т.н., зав.отделом геомеханики ИГД НЦ КПМС РК
Шапошник С.Н.	д.т.н., профессор Зыряновского центра ВКГТУ им. Д. Серикбаева
Шапошник Ю.Н.	д.т.н., профессор ВКГТУ им. Д. Серикбаева

МАКЕТ

СОДЕРЖАНИЕ

1. Едыгенов Е.К., Черманова Г.Б. Институт горного дела им. Д. А. Кунаева за годы Независимости Казахстана. Основные грани научно-организационной деятельности.....	4
2. Шамганова Л.С., Тулебаев К.К., Джангулова Г.К., Омира- лин М.Н., Кокишева Л.М. Наблюдения за сдвижением земной поверхности в районе отработанных месторождений.....	29
3. Касымканова Х.М. Исследования структурных особенностей массива горных пород.....	37
4. Портнов В. С., Маусымбаева А. Д., Турсунбаева А. К., Умбетова А. Т., Тулеков А. А. Построение сортовых планов карьера.....	41
5. Шапошник Ю.Н., Шапошник С.Н., Турсунбаева А.К., Пор- тнов В.С., Матях А., Тулеков А.А. Доработка подкарьерных запасов руд, золоторудного месторождения.....	51
6. Нурлыбаев Р. О. Анализ паспортов буровзрывных работ проходческих и очистных забоев в условиях Жезказганского месторождения и повышение эффективности шпуровой отбойки.....	60
7. Нурлыбаев Р.О. Состояние и развитие буровзрывного комплекса в современных условиях горной промышленности.....	69
8. Тамбиев П.Г. Об эффективности изготовления взрывчатых веществ в Казахстане на мини-заводах.....	76

9. Бажанов Б. Б., Мырзахметов С. С. Повышение эффективности применения взрывчатых веществ, изготовленных на стационарных пунктах.....	82
10. Тамбиев П.Г. Технология производства эмульсионных взрывчатых веществ....	87
11. Тамбиев П.Г., Пальцев С.А., Змейков А.Н. К вопросу безопасности производства и применения эмульсионных взрывчатых веществ.....	96
12. Нұршайықова Г.Т., Бектібаев А.Ә., Тұңғышбаева З.К., Қаработаев Д.Т., Бектібаев Ә.Д. Этажды еріксіз қопарып қазу жүйесінің бұрғылау техникасымен байланысты дамуы.....	102
13. Нұршайықова Г.Т., Бектібаев А.Ә., Тұңғышбаева З.К., Қаработаев Д.Т., Бектібаев Ә.Д. Кен өндіруде өнім сапасын реттеудің негіздерін жасауға қажетті амалдар.....	107
14. Рогов А.Е. К теории фильтрации растворов под действием сил гравитации.	113
15. Рогов Е.И., Рогов А.Е. К теории расчета подпора воды в камерах при подземной скважинной гидродобыче.....	120
16. Рогов А.Е., Рогов Е.А. К оптимизации размера куска дробленной руды при кучном выщелачивании металлов.....	126
17. Рогов А.Е., Рогов Е.А. О новой закономерности диффузионного растворения металлов при их выщелачивании.....	132
18. Битимбаев М. Ж., Орынгожин Е.С., Абдугалиева Г.Ю., Жангалиева М.Ж. Реверсирование потока раствора на стадии закисления блоков выщелачивания урана.....	141

19. Битимбаев М.Ж., Орынгожин Е.С., Абдугалиева Г.Ю., Ненашев Н.В.	
Химическая кольматация и способы ее устранения при подземном выщелачивании металлов.....	149
20. Егембердиев Р.И.	
Опыт применения ленточных трубчатых конвейеров для транспортировки сыпучих и мелкокусковых материалов.....	155
21. Егембердиев Р.И.	
Обоснование рациональных параметров трубчатого конвейерного поезда с электромагнитным приводом.....	161
22. Бояндинова А.А., Адилханова Ж.А.	
Методическое обеспечение имитационного моделирования работы геосистем с конвейерно-железнодорожным транспортом.....	169
23. Ахмеджанов Т.К., Нуранбаева Б.М., Нурабаев М.Б.	
Инновационные способы повышения нефтеотдачи пластов – основа решения ряда проблем нефтяной отрасли.....	177
24. Ахмеджанов Т.К., Нуранбаева Б.М.	
Инновационный способ извлечения ванадия из нефти и нефтепродуктов.....	184
25. Буктуков Н.С., Метакса Г.П., Молдабаева Г.Ж.	
Новая методика обработки спектрограмм откликов на внешнее воздействие.....	189
26. Метакса Г.П., Боленов Е.М.	
Проявления эффекта самофокусировки при гранулировании жидких металлов.....	195
27. Воробьев А.Е., Боленов Е.М., Метакса Г.П.	
Проявление эффекта самофокусировки в емкости конусной формы.....	205
28. Боленов Е.М.	
О замерах электросопротивления в воде с нефтью.....	211

29. Боленов Е.М.	
Исследование протекания естественных процессов в воде путем замера электросопротивления.....	216
30. Мухамбедьяров Т.Т., Метакса Г.П.	
Кремний и каталитически-активные вещества.....	220
31. Мамельбаев Б.К., Метакса Г.П.	
Моделирование процесса образования гидратной пробки в лабораторных условиях.....	226
32. Васин К.А.	
Моделирование процессов прохождения электромагнитных стоячих волн через флюидосодержащие системы.....	230
33. Абдинов Р.Ш., Нуркеев С.С., Метакса Г.П., Silvestri R.	
Переработка твердых бытовых отходов путем разложения воды активированным алюминием.....	235
34. Бугаева Г.Г., Когут А.В.	
Некоторые аспекты обеспечения экологической безопасности на горнодобывающих предприятиях с открытым способом добычи полезных ископаемых.....	239
35. Бутаков А.В., Музгина В.С.	
Оценка воздействия накопителей промышленных отходов Сатпаевского рудника на окружающую среду.....	245

ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОДЫХ

36. Мамельбаев Б.К.	
Моделирование процессов образования газовых гидратов.....	252
37. Пайзуллаев У.Н.	
Новое технологическое решение при разработке высоковязкой нефти, битумов и газогидратов.....	258
38. Алиев Б.Н.	
Управление процессом разработки с применением водогазового воздействия через горизонтальные скважины.....	261

39. Кабдулова Б.С.	
Повышение безопасности нефтегазопроводов в условиях коррозии металла труб.....	265
40. Бисенгалиева Д. И.	
Аналитический обзор повышения нефтеотдачи пластов.....	274
41. Мухтар Н. Н.	
Повышение коэффициента извлекаемости пласта месторождения Жанажол с помощью кислотного разрыва и блокирующих шариков.....	278
42. Сатжанова А.	
Теміржол желілерінің құрылысын салуда қолданылатын заманауи геодезиялық аспаптар.....	283
ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ	
43. Алексей Николаевич Стаханов.....	290
44. Кабден Хамзинович Нугманов.....	294
45. Александр Егорович Воробьев.....	297
Сведения об авторах.....	300
Содержание.....	304

МАКЕТ

Подписано в печать 04.01.2012 г.
Формат издания 84x62, 1/16 Бумага офсетная 80 гр/м²
Усл.п.л. 10. Тираж 150экз. Заказ № 129

Отпечатано в типографии ТОО «Signet Print»
г. Алматы, ул. Макатаева 127,
тел./факс +7 /727/ 279-71-34