НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

ТРУДЫ

том 88

Министерство по инвестициям и развитию
Республики Казахстан
РГП «Национальный центр по комплексной
переработке минерального сырья Республики Казахстан»
Филиал «Институт горного дела им. Д.А. Кунаева»

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

ТРУДЫ

том 88

Алматы, 2016

УДК 622.3 (045)
Н 34

Редакционная коллегия: Д.т.н., проф., чл.-корр. НАН РК Буктуков Н.С. – председатель
д.т.н. Шамганова Л.С. – заместитель председателя
Абдыкаримова Г.Б. - ответственный секретарь

Члены редколлегии: Д.т.н., проф., академик НАН РК Рогов Е. И., д.т.н., проф., чл.-корр. НАН Украины, зав. отделом Механики взрыва горных пород ИГТМ НАН Украины Ефремов Э.И., д.т.н., проф., чл.-корр. НАН РК Галиев С.Ж., д.т.н. Бояндинова А.А., д.т.н., проф. Букейханов Д.Г., д.т.н. Едыгенов Е.К., д.т.н., проф. Жалгасулы Н., д.т.н. Метакса Г.П., д.т.н. Орынгожин Е.С., к.т.н. Бекбергенов Д.К., к.т.н. Волков А.П., Махонин В.Е.

Рецензент: академик НАН РК, доктор технических наук, профессор Б.Р. Ракишев

Научно-техническое обеспечение горного производства:
Н.34 Труды Института горного дела им. Д.А. Кунаева/
Под общ. Ред.: д.т.н., проф. Н.С. Буктукова. - Алматы, 2016.
Т.88. -2016. – 232 с.

ISBN 978-601-7093-33-4

Данный том посвящен 25-летию Независимости Республики Казахстан! Горно-металлургический комплекс (ГМК) – один из наиболее конкурентоспособных и динамично развивающихся секторов промышленности Казахстана. ГМК относится к важнейшим отраслям промышленности многих стран, определяя их экономическое, социальное и технологическое развитие. Так, за последние 30 лет объемы мировой добычи полезных ископаемых увеличились более чем в 1,5 раза и к 2050 году могут превысить 25 млрд т. Эффективное функционирование ГМК актуально и для Казахстана, который занимает ведущие позиции как по запасам минерального сырья, так и по объемам его добычи. В этих условиях обеспечение устойчивого роста отрасли и интеграция ее в мировую экономику приобретает принципиально важное значение.

В сборнике рассмотрены проблемы нефтеотдачи пластов, автоматизированного проектирования горных предприятий, создания программного обеспечения сложно динамичных систем в системе автоматизированного проектирования и др. Освещены вопросы искусственных селевых и селевых водо-каменых потоков. Описаны гидрадиномический метод нефтеотдачи и гидравлический разрыв пласта построение. Обсуждены возможности разработки мероприятий по достоверному учету количества и качества добываемого минерального сырья. Даны основные принципы организации и построения системы экологического мониторинга при разработке техногенных минеральных образований горного и обогатительного производства. Освещены вопросы методики определения реологических характеристик резин, применяемых в резиновых деталях горных и горно-обогатительных машин. Приведены результаты интеллектуальных алгоритмов нечеткой логики для системы обеспечения безопасности горных работ. Рассмотрены этапы создания каркасных и блочной геомеханических моделей при разработке месторождений подземным способом.

В сборнике помещены статьи, посвященные юбилейным датам Почетных научных сотрудников Института: 85-летнему юбилею к.т.н Нугманова К.Х., 80-летнему юбилею к.т.н. Кораблева Г.А.

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 (045)

Сборник рекомендован к опубликованию решением Ученого совета
ИГД им. Д. А. Кунаева, протокол №5 от 21 ноября 2016г.

© ИГД им. Д. А. Кунаева
филиал РГП «НЦ КПМС РК», 2016.

ПОСВЯЩАЕТСЯ

25-летию

независимости Казахстана

25

Вклад Института горного дела им. Д.А. Кунаева в развитие горно-металлургической отрасли за годы Независимости Казахстана

Н.С. Буктуков, Л.С. Шамганова, А.А. Бояндинова

Наша страна отмечает знаменательную дату – 25-летие Независимости Казахстана. В этой связи хочется подвести некоторые итоги деятельности Института за данный период.

Институт горного дела им. Д.А. Кунаева (Институт) с 1993 г. входит в состав РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан.

Постановлением Президента Республики Казахстан «Об увековечении памяти академика Д. А. Кунаева» от 24 февраля 1994 г. Институту присвоено имя Д. А. Кунаева.

Несмотря на трудности переходного периода, 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 НАН РК, д.т.н., проф. Е.И. Рогов (январь 1988– май 1999), д.т.н., проф. М.Ж. Битимбаев (май 1999– сентябрь 2001), член-корреспондент НАН РК, д.т.н., проф. С.Ж. Галиев (сентябрь 2001 – август 2010), член-корреспондент НАН РК, д.т.н., проф. Н.С. Буктуков (август 2010 – настоящее время).

Институт, увязывая свои планы со стратегическими планами профильных министерств, работает над выполнением стратегического плана, включающего пять стратегических направлений:

1 научное и научно-техническое обеспечение устойчивого функционирования горнодобывающей отрасли Казахстана;

2 создание опытного производства и коммерциализация разработок;

3 расширение проектных работ;

4 совершенствование нормативно-правовой базы в сфере недропользования;

5 расширение сферы образовательной деятельности и повышение профессионального уровня сотрудников.

Институт, сохранив основное ядро ученых и специалистов, ведет активную работу по развитию новых научных направлений, делает успешные шаги в инновационной и издательской деятельности, установлении тесного взаимодействия с предприятиями горнодобывающего комплекса страны, международном сотрудничестве,

подготовке научных кадров, успешно проводит молодежную и социальную политику.

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 программ фундаментальных и прикладных исследований МОН РК. В настоящее время Институт выполняет 6 проектов по программе «Грантовое финансирование» на 2015-2017 гг., ведет тему по НТП «Разработка чистых источников энергии Республики Казахстан на 2013-2017 годы в рамках ЭКСПО-2017» и 2 темы по программам АО «НАТР».

Сотрудниками выполнялись хоздоговорные 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 «ШалкияЦинк», ТОО «ИндерЦемент», «Актобемунайгаз», Жезказганцветмет, АО «Казцинк», ТОО «Байленд», ТОО «Одак», НАК «Казатомпром», ТОО «Каражыра», ТОО «Семизбай-U», ТОО «Восход- Oriel», ТОО «Атыгай Голд Майнинг», ТОО «Дала Майнинг», ТОО «Востокцветмет», ТОО «НИИЦ ERG», ТОО «Топливно-энергетическая компания» и другими.

Институт разрабатывает для горнодобывающих предприятий технологические регламенты, инструкции, методические указания, проектную документацию, программное обеспечение, выполняет крупные проектные и проектно-изыскательские работы, использование которых позволяет получать значительные экономический и социальный эффекты.

За годы Независимости финансирование хоздоговоров увеличилось с 15,0 млн тенге до 260,5 млн тенге в 2016 г.

Наблюдался постепенный рост общего объема финансирования Института, фонда заработной платы. Среднемесячная зарплата с 1997 г. увеличилась в 14,9 раз (табл. 1). Общее число сотрудников в 2015 г. выросло по сравнению с 2001 г. на 64 человека, причем рост числа научных сотрудников не наблюдался, остался в пределах 85-90 человек. Число докторов наук возросло с 18 до 24 человек, в их числе 15 профессоров. В 2003 г. академиками Национальной академии наук Республики Казахстан (НАН РК) были избраны члены-корреспонденты Болгожин Ш.А.-Г. и Рогов Е.И., в 2013 году членами-корреспондентами НАН РК избраны д.т.н., проф. Буктуков Н.С. и д.т.н., проф. Галиев С.Ж. С 2005 г. сотрудники избирались в действительные члены и члены-корреспонденты различных академий: Казахстанская

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

Год	Объем финансирования, млн.тенге	Фонд зарплаты, млн. тенге	Численность, чел.	Среднемесячная 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	323,6	119,9	229	43600	740
2011	210,0	120,1	225	44500	755
2012	231,2	140,9	217	54100	918
2013	267,4	144,7	235	51300	871
2014	348,5	186,2	250	62066	1053,5
2015	413,8	258,0	245	87760	1489,7

национальная академия естественных наук (*КазНАЕН*), Национальная академия горных наук (НАГН), Национальная инженерная академия (НИА), Академия минеральных ресурсов Республики Казахстан (АМР РК), Международная академия минеральных ресурсов (МАМР), Международная академия информатизации (МАИН), Международная академия «Экология» (МАЭ), Академия горных наук РФ. Всего в настоящее время в Институте работает 18 академиков и 6 членов-корреспондентов различных академий.

Подготовка кадров высшей квалификации и магистров

В Институте на основании государственной лицензии с 2002 г. функционировала аспирантура очного и заочного обучения, подготовка в ней 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.

На 2008-2010 гг. в Институте обучалось четырнадцать аспирантов, из них пятеро защитили кандидатские диссертации в 2009-2010 гг.: Ж.А. Адилханова, П.Г. Тамбиев, К.А. Азимхан, Е.А. Шабельников, О.Н. Ткаченко. Из 30 соискателей в 2009-2010 гг. семь человек защитили

кандидатские диссертации: Ж.Т. Багашарова, Г.К. Джангулова, С.Е. Пуненков, Т.Д. Карманов, Е. Абен, Б.Н. Жубаниязов, Г.Б. Бахмагамбетова; в 2010 г. пять соискателей защитили докторские диссертации: Е.С. Орынгожин, А.А. Бояндинова, Г.Ж. Молдабаева, Г.Ю. Абдугалиева, Н.Б. Рыспанов.

В период 2008-2012 годы Институт согласно приложению к Государственной лицензии на организацию магистратуры, готовил магистрантов по трем специальностям: 6N0707 – Горное дело; 6N0724 – Технологические машины и оборудование; 6M070800 – Нефтегазовое дело. В 2010 г. состоялся первый выпуск магистров, всего было выпущено 15 магистров.

С 2012 года подготовка магистров и докторов PhD осуществляется по выделенным Министерством образования и науки РК целевым местам в КазНИТУ им. К.И. Сатпаева и с 2016 года – в КазНУ им. аль-Фараби.

При Институте успешно работал Диссертационный совет по защите диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук, в его составе 32 доктора наук. Совет принимал к защите диссертации по пяти специальностям.

В годы Независимости страны, с 1992 г. по 2010 г., сотрудниками Института защищено 30 докторских и 65 кандидатских диссертаций.

Появление целой плеяды докторов наук открыло возможность создания комплексных взаимоувязанных программ научных исследований и усиления связи науки с производством.

Инновационная и изобретательская деятельность

Институт может предложить горному производству ряд новых разработок:

– результаты исследований напряженно-деформированного состояния горного массива и моделирования устойчивого состояния выработанного пространства и горных конструкций;

– 3D геомеханическая модель для условий подземного рудника с оценкой геомеханического состояния горного массива по международным стандартам ISRM;

– горная техника на базе электромагнитных импульсных систем (электромагнитная машина ударного действия, конвейерный поезд, электромагнитный перфоратор);

– оборудование для технологии подземной газификации каменного угля (гидроимпульсный проходчик, гидроударный компрессор высокого одноступенчатого давления, парогидравлическая одноколёсная турбина);

– подвесной труболенточный конвейер;

– автоматизированная система позиционирования и оповещения персонала и подвижной техники на горнодобывающем предприятии;

– подсистема предотвращения аварий в шахтах;

– автоматизированная система учета оборота взрывчатых материалов;

– автоматизированная корпоративная система управления геотехнологическим комплексом АКСУ ГК «CEBADAN-MINING»;

– программный продукт для формирования и оптимизации различных целевых критериев при планировании карьерных грузопотоков и схем карьерных грузопотоков «Карьерный грузопоток»;

– фотоэлектрические преобразователи солнечной энергии;

– ветроэлектростанции мощностью 2, 5 и 30 кВт с автоматически изменяющейся площадью ометаемой поверхности. Эти ветроустановки защищены патентами Японии, Южной Кореи, Канады, Казахстана, Германии, Китая, Евразийскими и Европейскими патентами;

– технология брикетирования бурого угля;

– основы проектирования разработки гидрогенных урановых месторождений методом подземного выщелачивания, типовой технологический регламент на проведение опытных работ.

Со дня своего образования Институт большое внимание уделяет новизне своих разработок, он является обладателем 979 авторских свидетельств, 10 российских патентов, 33 патентов РК по обмену авторских свидетельств, 21 патентов РК и 24 инновационных патентов Казахстана, 11 свидетельств на интеллектуальную собственность (рис. 1).

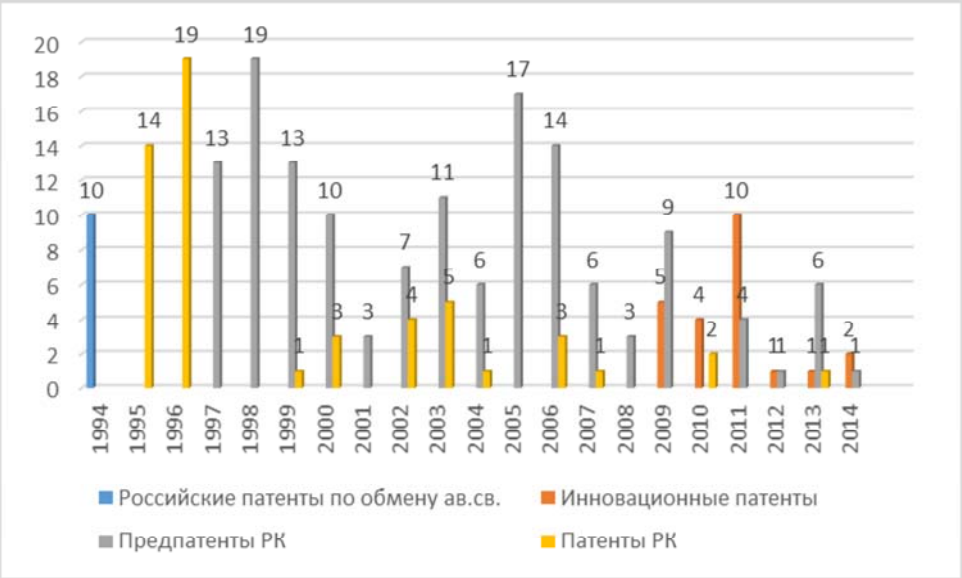


Рисунок 1 - Охранные документы, полученные Институтом в период 1994-2014 годов

Изобретательская деятельность ведущих ученых и специалистов в годы независимости существенно активизировалась, так член-корреспондент НАН РК Буктуков Н.С. создал более 30 изобретений, в том числе защищенные патентами Японии, Южной Кореи, Китая, Германии, Канады, Евразийский и Европейские патенты; д.т.н. Е.К.

Едыгенов, нс В.И. Ляшков, к.т.н. Г.А. Кораблев – 14 охранных документов (1995, 1996, 2011, 2012); академик НАН РК Ш.А. Алтаев, к.т.н. В.А. Тумаков, к.х.н. Г.М. Черний, снс Н. Кадырсизов – 27 (1997, 2000, 2001, 2003, 2004, 2006); д.т.н., проф. Г.А. Прокушев, к.т.н. Р.П. Стрельникова, к.т.н. Ю.И. Яковлев –15 (1998, 1999, 2005); член-корреспондент НАН РК Буктуков Н.С. – 10 (2000-2015); академик НАН РК Е.И. Рогов – 9 (2002, 2006, 2013, 2014); главный конструктор ПКО Е.С. Гуменников – 3 (2010).

Пропаганда научных достижений

Одним из приоритетных направлений деятельности Института является широкий обмен информацией о полученных результатах исследований с научной общественностью и специалистами горного производства. Так, из десяти проведенных Институтом конференций шесть организованы на базе крупных горнодобывающих предприятий: АО «Костанайские минералы», (г. Житикара, 2003 г., 2005 г., 2010 г.), АО «ССГПО», (г. Рудный, 2004 г.), АО «ТНК «Казхром», (г. Хромтау, 2007 г.), ТОО «Корпорация Казахмыс» (г. Алматы, 2013 г.). В работе конференций принимали участие специалисты из Великобритании, Индии, Казахстана, Кыргызстана, Монголии, Польши, России, США, Узбекистана, Украины, Франции, Швеции, Японии и других.

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 шесть 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 на своей базе в Алматы организовал и провел четыре Международных научно-практических конференции: «Горные науки Республики Казахстан – итоги и перспективы», посвященную 60-летию Института (14-17 сентября 2004 г.), «Современные проблемы комплексного освоения недр и пути их решения», посвященную 80-летию академика НАН РК, лауреата премии Кабинета Министров Казахстана Ш.А. Алтаева (26 января 2007 г.), «Модернизация непрерывного образования в условиях суверенного Казахстана» совместно с Алматинским университетом непрерывного образования (23-24 мая 2007 г.).

10-11 сентября 2015 г. в городе Алматы Институтом была проведена Международная научно-практическая конференция «Горные науки в индустриально-инновационном развитии страны», посвященная 70-летию Института горного дела им. Д. А. Кунаева (рис. 2).

Спонсорскую поддержку оказали Eurasian Resource Group, ТОО НПП «Интеррин», ТОО «Горное бюро», АО «Костанайские минералы». Проблемам и перспективам развития горной науки и взаимодействия с горнодобывающей отраслью была посвящена работа конференции, в которой приняли участие руководители и представители заинтересованных министерств и ведомств, органов местного государственного управления, представители ведущих научно-исследовательских организаций и горнодобывающих предприятий.

Рисунок 2 – Участники конференции

В годы Независимости ученые Института получили возможность значительно чаще пропагандировать свои научные достижения, выступать на международных конференциях, проходивших за пределами Казахстана, проходить стажировку, обучаться в аспирантуре в мировых научных центрах.

Девять человек прошли стажировку за рубежом, из них пятеро во Франции в Парижской Высшей горной школе (д.т.н. С.Ж. Галиев в 1999 г.; кандидаты наук А.Х. Джаксыбаев, С. Уйсимбаева, А.К. Кожахан, А.А. Бояндинова в 2000-2005 гг.); двое – в Японии (Б.А. Абдрахимов в 2004 г., А.С. Сарсембекова в 2005 г.), А.И. Бисенгалиев прошел тренинг по программе ЮНЕСКО в Индии, 2004; Ж.К. Алимсеитова обучалась в аспирантуре Института горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения РАН, в 2007 г. там же успешно защитила кандидатскую диссертацию. В сентябре 2016 г. зам. директора по научной работе, д.т.н. Шамганова Л.С. приняла участие в семинаре «Вовлечение в отработку остаточных запасов частично отработанного горного района

системой разработки с самообрушением руды» (Стокгольм и Кируна, Швеция).

Сотрудники Института выступали на крупных международных форумах и конференциях, в общей сложности сделано более 120 докладов.

Д.т.н., проф. С.Ж. Галиев 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 М.Г. Мектешев, д.т.н. В.С. Музгина, Е.Е. Сарсенбаев (Турция, Чешская Республика, Бразилия, Польша), С.Ж. Галиев (Италия, Таиланд), Е.А. Шабельников (Китай, Таиланд), А.А. Бояндинова (Китай, Таиланд, Канада, Австралия, ЮАР), д.т.н. Г.П. Метакса и д.т.н. Г.Ж. Молдабаева (Бенин, Африка), д.т.н. Шамганова Л.С. и к.т.н. Тулебаев К.К. (Польша), Кокишева Л. (Германия).

В течение ряда лет сотрудники выступают с докладами в Международной научной школе молодых ученых и специалистов «Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых» в ИПКОН РАН, Международном научном симпозиуме «Неделя горняка» (МГГУ) в г. Москве; в ИГД СО РАН в г. Новосибирске на Международных конференциях «Геодинамика и напряженное состояние недр земли» и «Фундаментальные проблемы формирования техногенной геосреды», в ИГД ДВО РАН в г. Хабаровске на Международной научной конференции «Проблемы комплексного освоения георесурсов»; в ИГД УрО РАН в г. Екатеринбурге 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 (г. Алушта, Украина) на Международной научной школе имени академика С.А. Христиановича. Представительной делегацией принимали участие в 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 (г. Бишкек, Кыргызская Республика). Сделаны доклады на Международной конференции по буровзрывным работам (Иссык-Куль), на V Международной конференции «Ресурсо-воспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр» (Кызыл-Кия). Приняли участие в работе Научно-практической конференции «Карьерный транспорт-2008», посвященной 60-летию ПО «БелАЗ» (г. Жодино, Республика Беларусь) и многих других научно-технических мероприятиях.

Международным признанием работ ученых 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 членами международного Организационного комитета Всемирного горного конгресса избраны члены-корреспонденты НАН РК Буктуков Н.С. и Галиев С.Ж. Право проведения XXV Всемирного горного конгресса получил Казахстан, и 21 октября 2016 г. в Рио-де-Жанейро Казахстанская делегация, в которую также вошли Генеральный директор РГП «НЦ КПМС РК», академик НАН РК Жарменов А.А. и заместитель директора по научной работе, д.т.н. Шамганова Л.С., приняла символ Всемирного Горного Конгресса «Масляную лампу» (рис. 3).

Рисунок 3 – Казахстанская делегация в Рио-де-Жанейро

Институт принимает участие в Международных выставках, на которых экспонировались: 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», «CEBADAN-AUTO», «CEBADAN-RT», автоматизированная корпоративная система управления геотехнологическим комплексом «Джетыгара», автоматизированная система позиционирования и оповещения персонала и подвижной техники на горнодобывающем предприятии (АСПиО). Также были представлены: в натуральную величину опытный образец ЭМП и действующая уменьшенная модель ВЭС-5, а также рекламные буклеты, научная продукция, книги, отчеты.

1 декабря 2011 г. в рамках Форума ученых, посвященного 20-летию Независимости Казахстана, была организована выставка научных достижений, на которую Институт представил 50 экземпляров монографий, книг и сборников трудов и действующую модель ВЭС-5.

Результаты научной деятельности сотрудников Института за последние 25 лет отражены в многочисленных публикациях – научных

статьях в журналах, сборниках трудов, монографиях. В 1992-2015 гг. выпущено 100 монографий, сборников и т.д. (рис. 4).

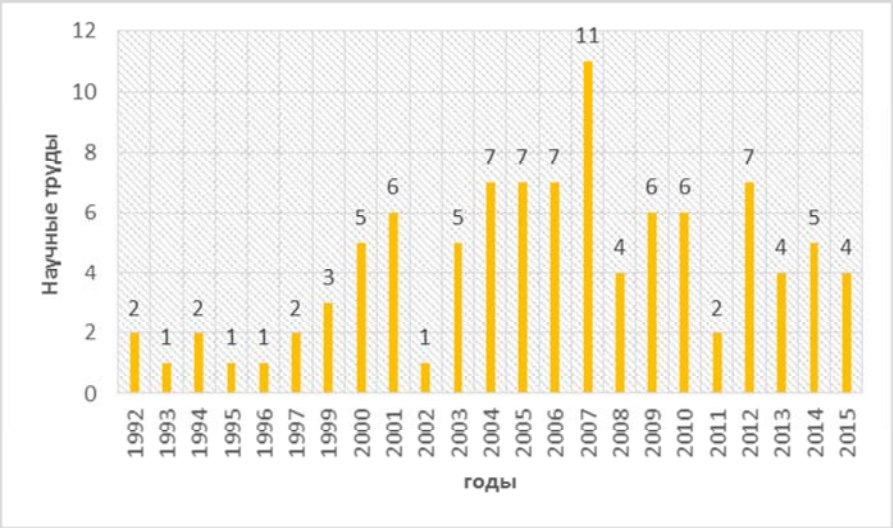


Рисунок 4 - Диаграмма выпуска научных трудов в 1992-2015 гг.

Организован Музей Института горного дела им. Д. А. Кунаева, на стендах которого представлена история становления и развития Института, вклад лауреатов Ленинской премии, Государственных премий в области науки и техники СССР и Казахстана, Премий имени К.И. Сатпаева, разработки, макеты, музейные экспонаты, альбомы, научные труды и др. (рис. 5)

Рисунок 5 – Гости и сотрудники в Музее Института (2015 г.)

Внешние связи

Институт установил и поддерживает связи с научно-исследовательскими организациями и вузами Российской Федерации, Кыргызстана, Узбекистана, Республики Беларусь.

Институт в настоящее время поддерживает творческое сотрудничество с Eurasian Resource Group, ТОО «Корпорация «Казахмыс», АО «ССГПО», АО «Казцинк», НАК «Казатомпром», «ЖезказганНИПИцветмет», КазНТУ им. К.И. Сатпаева, КарГТУ, ВНИИцветмет, ХМИ им. Ж. Абишева, Казмеханобр, КазНАЕН, АМР РК, НИА РК, НАГН, МАИН, АГМП и другими.

Установлены творческие контакты с научно-техническими организациями дальнего зарубежья: Всемирный Горный Конгресс, Парижская Высшая горная школа, Монгольский университет науки и технологий, Школа инжиниринга Университета Токио, Промышленный институт электроники (г. Варшава), Школа инжиниринга Laurentian University (Канада) и другими.

За эти годы Институт посетили многие иностранные ученые и специалисты с КНР, Японии, Франции, Норвегии, Кореи, Польши, России, Австралии, Канады.

В 2004 г. в Институте был проведен пилотный курс - школа-семинар «Современная методология и эффективный менеджмент освоения месторождений полезных ископаемых», в котором в качестве лекторов приняли участие шесть специалистов из Центра по изучению природных ресурсов Министерства промышленности Франции (CESMAT).

В 2016 году создана Национальная академия горных наук (НАГН), Президентом которой был избран д-р техн. наук Рыспанов Н.Б. Некоторые сотрудники Института стали учредителями НАГН. При Институте создан Филиал, академиком-секретарем которого назначена д-р техн. наук Шамганова Л.С., ученым секретарем – д-р техн. наук Бояндинова А.А.

Молодежная политика

В 2001 г. создан Совет молодых ученых и специалистов (СМУиС), председателями его были Д.И. Еремин, Е.С. Орынгожин, А.И. Бисенгалиев, А.А. Бояндинова, Р.И. Егембердиев, Д.А. Галиев. С 2015 г. Совет возглавляет докторант Съедина С.А.

Для молодых специалистов были учреждены две годичные научные стипендии: имени члена-корр. АН КазССР, д-ра. техн. наук, профессора Ж.М. Канлыбаевой, обладателями которой были: к.т.н. Е.С. Орынгожин (2004), к.т.н. Г.Ж. Молдабаева (2005), аспирант М.В. Панферов (2006), аспирант К.А. Азимхан (2007), аспирант А.Е. Аймаков (2009), к.т.н. Ж.А. Адилханова (2010); стипендия имени академика АН КазССР, д-ра техн. наук, профессора О.А. Байконурова присуждена

студентам-отличникам Горного института КазНТУ им. К.И. Сатпаева: К.А. Азимхану (2004, 2005), М. Аманкулову (2006), М. Ибраевой (2007), Б. Бектуру (2008, 2009), Б. Салдыбаевой (2010).

В Институте проводился конкурс на лучший доклад среди молодых ученых и специалистов, победителю предоставляется право на поездку для участия в международной конференции за счет средств фонда СМУиС. С 2004 г. этим правом воспользовались девять молодых специалистов.

Молодые ученые принимали участие в конкурсах на получение государственных научных стипендий для талантливых молодых ученых, объявленных МОН РК. Среди стипендиатов аспирант Д.И. Еремин и мнс Э.Ж. Омирзакова (2004-2006 гг.), д.т.н. А.А. Бояндинова (2002-2004 гг., 2006-2008 гг.), д.т.н. Г.Ж. Молдабаева (2006-2008 гг.)

В 2007 г. создан Совет молодых ученых при Фонде Первого Президента Республики Казахстан. Председатель СМУиС Института, к.т.н. А.А. Бояндинова вошла в его состав и являлась Ученым секретарем Совета – Координатором по внешним связям Совета молодых ученых при Фонде Первого Президента Республики Казахстан – Лидера Наций до 2014 года, 2014-2015 годы д.т.н. Бояндинова А.А. являлась Председателем данного Совета.

Совет молодых ученых и специалистов Института в 2009 году стал Победителем конкурса на лучший Совет молодых ученых в организациях и вузах Республики Казахстан, единственным среди СМУ научных организаций страны. Победителю был вручен диплом и премия в виде финансовой поддержки в размере 750 тыс. тенге (рис. 5).

ДИПЛОМ

Д.А.Қонаев атындағы кен істері Институтының жас ғалымдары мен мамандарының Кеңесі

МАРАПАТТАЛАДЫ

НАГРАЖДАЕТСЯ

Победитель республиканского конкурса «Лучший Совет молодых ученых и научных организациях и высших учебных заведениях Республики Казахстан»

Совет молодых ученых и специалистов Института горного дела имени Д.А. Кунаева

Б.Мухамеджанов

Алматы 2009 ж

Рисунок 6 - Диплом победителя республиканского конкурса и церемония вручения

Победителем республиканского конкурса ФПП РК по поддержке молодых казахстанских ученых в 2010 году стал ведущий инженер лаборатории рудничной аэрологии А.Ж. Анибаев с проектом «Теория и метод оптимизации совместной работы вентиляторов главного

проветривания шахт и рудников», ему был вручен сертификат на получение гранта на исследования.

В 2011 году Лауреатом Премии Фонда Первого Президента РК – Лидера Нации в области науки и техники стала д.т.н., доцент Бояндинова А.А.

Признанием заслуг молодых исследователей явилось присуждение шести премий им. Д.А. Кунаева за лучшие работы в области естественных наук: С.К. Джапаеву (1995); А.Е. Рогову (2001); А.Х. Джаксыбаеву, А.А. Бояндиновой (2001); Д.И. Еремину, Е.Е. Сарсенбаеву, С.А. Елубаеву (2004); Д.Н. Клевцову (2005); Ж.А. Адилхановой (2010).

Развитие творческого потенциала и создание эффективной системы поощрений

В 2001 г. учреждено звание «Почетный научный сотрудник ИГД им. Д.А. Кунаева», которое присвоено 49 ученым-горнякам Института, Казахстана и стран СНГ. В числе первых обладателей звания: академики Ш.А. Алтаев и Ш.А.-Г. Болгожин; член-корр. КазССР, лауреат Ленинской премии А.Ч. Мусин; профессоры С.С. Музгин, Ю.И. Чабдарова и С. Цой; кандидаты наук С.Ф. Шепелев и К.Х. Нугманов.

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

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

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.

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

За 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), нагрудные знаки Министерства индустрии и торговли Курметті кенши» - 1, «Кенші даңқы» – 35, «Еңбек даңқы» - 2 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 – 11 человек, премии Союза молодежи Казахстана – 1 человек, Премией им. академика Ш.Е. Есенова – 5 человек, премии им. академика У. Джолдасбекова – 1 человек, премии Фонда Первого Президента Республики Казахстан – Лидера Нации – 1 человек.

В 2008 году медаль и диплом Союза ученых Казахстана «Ғылым сардары» вручены д.т.н., профессору А.Д. Бектыбаеву, Ассоциация вузов Казахстана наградила серебряной медалью имени А. Байтурсынова члена-корреспондента НАН РК Н.С. Буктукова за вклад в развитие образования.

Победителями Национального Отраслевого конкурса «Золотой Гефест-2010» в номинации «Специалист года – Ученый-педагог» с вручением статуэтки «Золотой Гефест» стали член-корреспондент НАН РК Галиев С.Ж. (2010) и д.т.н. Шамганова Л.С. (2014).

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

Материально-техническое обеспечение и социальная политика

В годы Независимости Институт заметно оснастился компьютерной техникой и средствами измерений.

Институт получает базовое финансирование, однако его не хватает на содержание Института. При острой нехватке финансирования ведутся ремонтные работы помещений, приобретаются технические средства для безаварийной работы всех жизненно необходимых систем зданий Института. Были отремонтированы и оснащены учебные классы для магистратуры, читальный зал и библиотека, актовый зал и зал Ученого совета, входная группа. Проведена локальная сеть и Интернет, создан сайт Института и Диссертационного совета.

Дирекцией Института совместно с коллективом проводятся праздники: 8 марта, Наурыз, День Победы, День Независимости, Новый год. Организуются коллективные выезды на природу с посещением достопримечательностей в окрестностях г. Алматы (рис. 6).

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.

Рисунок 7 – На отдыхе

Подводя итоги работы Института за 25 лет Независимости Казахстана, следует 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.

УДК 622.276.654

Абаева Г.М., Камбаков Т.У.
(КазНИТУ им. К.И.Сатпаева, г.Алматы)

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ НА ПОСЛЕДНЕЙ СТАДИИ РАЗРАБОТКИ

Аннотация

Нефтяные месторождения, находящиеся на последней стадии разработки, характеризуются высокой обводненностью, большим снижением доли нефти в скважинной продукции, большими эксплуатационными затратами и т.д. В связи с этим разработаны многочисленные методы для повышения нефтеотдачи пластов на последней стадии разработки. Так как методы повышения нефтеотдачи разнообразны, в данной статье рассмотрены эффективность и перспективы некоторых из методов, такие как: тепловые, основанных на закачке воды и пара, химические (заводнение с применением поверхностно-активных веществ, полимерное заводнение и тд.), термогазовое воздействие, вибросейсмическое воздействие на пласт.

Ключевые слова: *методы повышения нефтеотдачи, коэффициент извлечения нефти, последняя стадия разработки, полимерное заводнение, термические методы, паротепловые методы, технология термогазового воздействия, вибросейсмическое воздействия на пласт.*

Түйін сөздер: *мұнайбергіштікті арттыру әдістері, мұнайды алу коэффициенті, игерудің соңғы кезеңі, полимерлі сулану, термиялық әдістер, термогазды әсер ету технологиясы, қабатқа вибросейсмикалық әсер ету.*

Keywords: *enhanced oil recovery methods, oil extraction coefficient, last stage of development, polymer flooding, thermal methods, steam-thermal methods, technology of thermogas influence, vibrated seismic influence on layer.*

Эпоха легкоизвлекаемой нефти заканчивается, в настоящее время большинство крупнейших в мире эксплуатируемых месторождений выходит на поздние стадии разработки, то есть средняя обводненность добываемой продукции неуклонно растет, а их остаточные запасы классифицируются как трудноизвлекаемые.

Одна из приоритетных задач нефтедобычи – поиск новых запасов и увеличение нефтеотдачи при их разработке. Практически все ведущие мировые, вертикально интегрированные компании инвестируют значительные средства в поиск инновационных решений, касающихся уже разведанных и извлекаемых запасов [2].

В настоящее время в мировой нефтедобыче базовым направлением увеличения эффективности использования начальных извлекаемых запасов за счет роста коэффициента извлечения нефти (КИН), который характеризует объем добываемой нефти на месторождении, является развитие и промышленное применение современных методов увеличения нефтеотдачи (МУН). Следует отметить, что низкий уровень

КИН, относится к числу основных проблем развития нефтедобывающей отрасли Казахстана и стран мира [1,2].

Многочисленные попытки снизить или хотя бы стабилизировать рост обводненности, как правило, не приводят к желаемому результату, а лишь к дополнительным финансовым затратам недропользователей. Причиной этого является тот факт, что существующие методы увеличения нефтеотдачи не позволяют добиться существенного приращения значений коэффициента извлечения нефти на заключительной стадии разработки. В связи с этим поиск методов увеличения КИН, основанный на глубоком изучении физико-химической природы процессов, протекающих в заводненной части коллектора, а также вовлечение в разработку трудноизвлекаемых запасов, является, несомненно, актуальным и целесообразным с экономической точки зрения [3].

Заключительная стадия разработки характеризуется критическим снижением доли нефти в скважинной продукции при постоянно растущих эксплуатационных затратах, при этом характер воздействия на нефтяную залежь остается неизменным. Очевидно, что энергетическое состояние любой нефтяной залежи в процессе выработки нефти за счет применения системы ППД как системы вытеснения постоянно меняется, поэтому залежь в начальные периоды разработки и на заключительной стадии – это две совершенно разные системы. Следовательно, для увеличения выработки запасов нефти характер воздействия на нефть должен меняться в соответствии с внутрипластовой обстановкой, а именно с учетом тех физико-химических процессов, которые формируются в заводненной части пласта [3,2].

Классификация МУН в виде систем, построенных на основе определенного типологического признака, например по типу агента вытеснения или функционального назначения, рассматриваются во многих отечественных и зарубежных работах [3,8,14,15,16]. Методы увеличения нефтеотдачи пластов разнообразны, каждый из них имеет свои достоинства и недостатки и каждый из них предназначен для определенных условий разработки месторождения.

В последнее десятилетие в Казахстане и за рубежом исследован ряд методов разработки нефтяных месторождений, позволяющий достичь более высокой нефтеотдачи, чем при обычном заводнении нефтяных пластов, например:

1. Физико-химические методы (заводнение с применением поверхностно-активных веществ (ПАВ), полимерное заводнение, мицеллярное заводнение и т.п.);
2. Газовые методы (закачка углеводородных газов, жидких растворителей, углекислого газа, азота, дымовых газов);
3. Тепловые методы (вытеснение нефти теплоносителями, воздействие с помощью внутрипластовых экзотермических окислительных реакций);

4. Микробиологические методы (введение в пласт бактериальной продукции или ее образование непосредственно в нефтяном пласте) и т.д.

Однако предложенные методы не достаточно изучены, испытаны и, самое главное, не все приемлемы с экономической точки зрения. Большинство методов требуют значительных капитальных вложений на дополнительную добычу нефти [4]. Некоторые из них технически и технологически трудноосуществимы. В связи с этим, в данной статье мы рассмотрели наиболее эффективные и применяемые методы.

Исследования показывают, что существенно увеличить коэффициент нефтеотдачи можно путем изменения технологии вскрытия пластов и добычи нефти, физических и физико-химических свойств вытесняющего агента, применение углеводородных растворителей, углекислоты, мицеллярных растворов, поверхностно-активных веществ, полимерных растворов и других агентов и, наконец, изменение температурного режима процесса вытеснения нефти из пласта [4,5].

В источнике [4] рассмотрены термические методы увеличения нефтедобычи, воздействие на пласт которых обусловлено тем, что для их реализации используют широко доступные агенты – воду и воздух (окислитель). Масштабы применения этих методов не зависят от возможностей получения больших количеств химических реагентов, необходимых для внедрения физико-химических методов повышения нефтеотдачи пластов. Так же термические методы, основанные на подогреве воды и получении пара, отличаются высокой степенью затрат на получение источников тепла и его большими потерями. Для подогрева пластовой нефти наиболее распространена закачка водяного пара высокой температуры [4,6].

В работах [4,7] указывается, что наиболее эффективным рабочим агентом, используемым для увеличения нефтеотдачи, является насыщенный водяной пар высоких давлений (8-15 МПа). При этом закачка водяного пара более эффективна, чем закачка горячей воды. При соответствующей небольшой модификации оборудования можно перейти от обычного заводнения к тепловому воздействию посредством нагнетания нагнетаемой в пласт воды и пара.

Эффективность внедрения паротепловых методов воздействия на пласт во многом зависит от геолого-физических условий залегания нефтяных пластов, к которым относятся: глубина залегания, тип коллектора, характер насыщения коллектора нефтью, водой и газом, физико-химические свойства нефти, теплофизические свойства продуктивных горных пород пластов, насыщенных водой, нефтью и газом.

Значительный прогресс в нефтедобывающей промышленности государств – экспортеров нефти связан с широким использованием полимерных реагентов в качестве загустителей воды в технологии

вторичной нефтеотдачи пластов (полимерное заводнение) [8, 9]. Закачка морской воды или пластовых вод без соответствующих добавок полимеров позволяет добывать не более 20-30% балансовых запасов на месторождениях, в оставшихся 80-90% геологических запасах нефти, как правило, содержится большее количество металлов. Кроме того, безреагентное заводнение создает серьезные эколого-экономические проблемы, а именно обводненность нефти и загрязнение прискважинной территории, затраты на отделение воды (создание отстойников, разрушение водо-нефтяных эмульсий), загрязнение грунтовых и поверхностных вод, почвы, нефтью, металлами и пластовой водой. Применение полимеров, как загущающих воду агентов, является одним из методов повышения нефтеотдачи за счет снижения пористости пластов, что приводит к увеличению коэффициента охвата их воздействием.

Технология ПАВ-полимерного заводнения рассматривалась в качестве технологии физико-химического воздействия в статье [10]. Эффективность технологии ПАВ-полимерного заводнения в значительной степени определяется свойствами используемых реагентов. В связи с появлением значительного количества полимеров нового поколения лишь лабораторные исследования дают возможность осуществить объективный выбор наиболее эффективных реагентов для реальных условий конкретного месторождения. Из-за многообразия геолого-технических условий месторождений нефти универсальной марки полимера или ПАВ-реагента для промышленного внедрения на любом месторождении не существует. Выбор реагентов необходимо осуществлять с учетом геолого-физических характеристик и состояния разработки конкретного месторождения.

Для технологии полимерного заводнения выгодно использовать полимеры с большими значениями молекулярных масс и степени гидролиза. Вместе с тем, чрезмерное увеличение молекулярной массы приводит к ухудшению растворимости полимера, что в технологии полимерного заводнения не всегда оправдано, так как увеличение степени гидролиза однозначно приводит к снижению качества полимера при контакте с солями жесткости пластовых и закачиваемых вод. Что касается поверхностно-активных веществ (ПАВ), то наиболее широкое применение в технологии повышения нефтеотдачи нашли именно неионогенные поверхностно-активные вещества за счет их совместимости с водами высокой минерализации и значительно меньшей адсорбции по сравнению с ионогенными ПАВ [10].

В источнике [11] рассмотрены результаты лабораторного эксперимента вытеснения высоковязкой нефти полимерным раствором на неконсолидированном керне (песок) в высокообводненных интервалов коллекторов. Эксперимент показал, что при закачке одного порового объема воды обводненность продукции составляет выше 90%,

однако продолжительность закачки воды приводит к постепенному росту КИН.

Закачка полимера в пласт должна проходить циклично, с продолжительностью до достижения 65-75% промывки порового объема пласта или даже немного больше, т.е. не следует принимать преждевременных решений о прекращении закачки полимера. После вытеснения остаточной нефти полимером необходимо принять решение о прекращении дальнейшей его закачки.

Результаты эксперимента показали [11] эффективность применения данного метода, приводящего к дополнительной добыче. Закачка полимера вызовет значительный рост противодавления, что может потребовать реконструкции компрессорно-насосной станции. Использование полимерного заводнения дает дополнительный объем нефти и рекомендуется к применению в промышленном масштабе.

Еще один из методов увеличения нефтеотдачи пласта это – технология термогазового воздействия. Реализация этой технологии предусматривает закачку в пласт под высоким давлением воздуха и воды. При этом используется природный фактор – повышенное значение пластовой температуры, обеспечивающее протекание окислительных процессов [12,13].

На основе этих процессов формируется совместное тепловое и газовое воздействие, управлениями которыми предусматривается термогазовым способом разработки для решения следующих основных задач:

- значительное повышение степени извлечения нефти из дренируемых зон за счет внутрипластовой трансформации закачиваемого воздуха в эффективный смешивающийся вытесняющий агент в сочетании с паротепловым и гидродинамическим воздействием;
- ввод в эффективную разработку недренируемых зон за счет теплового воздействия из дренируемых зон в сочетании с гидродинамическим воздействием;
- извлечение дополнительной нефти и углеводородного газа за счет пиролиза и крекинга керогена в дренируемых и недренируемых зонах.

Важно отметить, что первые промысловые испытания термогазового метода подтвердили, что закачка воздуха или водовоздушной смеси в пласты с повышенными пластовыми температурами приводит к формированию в пласте эффективного вытесняющего агента, обеспечивающего достижение высокой нефтеотдачи [13].

В источнике [14] рассказывается об еще одном методе увеличения нефтеотдачи пласта – методе вибросейсмического воздействия на пласт. Метод вибросейсмического воздействия основан на закачке энергии инфразвуковых колебаний (10-40ГЦ), которую на определенных (доминантных) частотах поглощает, в частности, горная порода

нефтяного пласта, увеличивая свою энергонасыщенность. Начиная с самого начала освоения метода, когда не были известны основные требования к техническим средствам для проведения вибровоздействия, использовались источники, предназначенные для решения задач глубинного зондирования Земли. Для эффективного использования в нефтяных компаниях наработанного научного потенциала технологии разработки нефтяных месторождений в завершающей стадии с применением вибросейсмического воздействия достаточным условием является применение адаптированных технических средств. Опыт проведения промысловых работ показал, что одним из основных критериев успешности работ является обеспечение высокого темпа закачки волновой энергии в нефтяной пласт с минимальными потерями.

Выводы: На сегодняшней день существует многочисленное количество разнообразных методов повышения нефтеотдачи пластов, задачей которых является извлечение наибольшего количества нефти, добыча из трудноизвлекаемых пластов, находящихся на последней стадии разработки. Рассмотренные в данной статье МУН являются наиболее применимы и эффективны с экономической точки зрения. Результаты эксперимента по закачке полимера в пласт позволяют сделать выводы о достаточно высокой эффективности способа. Дана оценка в области применения других методов, нашедших применение на нефтяных месторождениях Казахстана.

Литература

1 Применение современных методов увеличения нефтеотдачи в России: важно не упустить время // Ernst & Young.-2013.

2 Н.В.Федоренко, С.И.Стрункин, И.В.Петров, А.Ф.Абдуллин. Исследование эффективности метода щелочного ПАВ-заводнение на месторождениях ОАО «Оренбургнефть» // Научно-технический журнал «Нефть.Газ.Новации» - 2015. - №4. – С. 36-37.

3 И.А.Дьячук. Повышение степени выработки освоенных нефтяных месторождений на заключительной стадии разработки – наиболее значимая задача для отрасли // Научно-технический журнал «Нефть.Газ.Новации» - 2015. - №4. – С. 20 - 21.

4 Т.К.Ахметжанов, Б.М.Нуранбаева, Е.К.Орынгожин, Н.С.Еламан. Инновационная технологическая система использования тепла солнечной энергии для повышения нефтеотдачи пластов // Научно-технический журнал «Нефть и Газ» - 2015. - №2(86). – С. 71-75.

5 Ж.П.Бурже, М.Сурио, М.Комбарну. Термические методы повышения нефтеотдачи пластов. – М.:Недра, 1988. – 422 с.

6 Н.К.Байбаков. Тепловые методы разработки нефтяных месторождений, 1988. – 344 с.

7 Ш.К.Альмухамбетов, И.М.Байрамов, Т.К.Ахметжанов. О возможности экспериментального определения интенсивности образования окисленных форм через изменения теплоемкости материала // Изв. МОН РК. Сер. физ.-мат. – 1997. - №6. – С.86-89.

8 Т.К.Ахметжанов, Б.М.Нуранбаева, И.Ш.Гусенов. Повышение нефтеотдачи пласта с использованием новых отечественных полимеров. // научно-технический журнал «Нефть и Газ» - 2015. - №2(86). – С. 61-63.

9 М.Л.Сургушев. Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи пластов. – М.: Недра, 1985. - 309 с.

10 Р.Т.Латыпов, А.С.Нечаев, А.А.Шмидт. Полимерное заводнение на высокоминерализованных водах в условиях Поволжского региона // Научно-технический журнал «Нефть.Газ.Новации» - 2015. - №7. – С. 22-25.

11 М.Н.Бабашева, Н.Д.Сарсенбеков. Поршневое вытеснение нефти полимером при поздней стадии разработки месторождения // Научно-технический журнал «Нефть и Газ» - 2015.

12 К.А.Щеколдин. Способ повышения эффективности технологии термогазового воздействия // Нефтяное хозяйство. – 2014. - №7.

13 И.А.Ахмадейшин, К.А.Щеколдин. Исследование возможностей повышения эффективности технологии териогазового воздействия на Средне-Назымском месторождении // Научно-технический журнал «Нефть.Газ.Новации» - 2015. - №4. – С. 44-45.

14 Г.П.Лопухов, С.В.Гурьев. Роль высокоэнергетических технических средств в реализации коммерческих проектов повышения нефтеотдачи // Научно-технический журнал «Нефть.Газ.Новации» - 2015. - №4. – С. 49-50.

15 Миронов Т.П.[и др.]. Добыча нефти в США // ОИ.Сер. Нефтепромысловое дело. – 1980. – 52 с.

16 Босерман А.А, Мищенко И.Т. Потенциал современных методов повышения нефтеотдачи пластов // Нефть и Капитал «Технологии ТЭК». – 2006. - №6(31). – С. 47-52.

References

1 Primenenie sovremennyh metodov uvelicheniya nefteotdachi v Rossii: vajno ne upustit` vremya // Ernst & Young. - 2013.

2 N.V.Fedorenko, S.I.Strunkin, I.V.Petrov, A.F.Abdullin. Issledovanie eggektivnosti metoda shelochnogo PAV-zavodnenie na mestorojdeniyah OAO «Orenburgneft`» // Nauchno-tehnicheskii jurnal «Neft`.Gaz.Novacii» - 2015. - №4. – P. 36-37.

3 Povyshenie stepeni vyrabotki osvoennyh neftyanyh mestorojdenii na zaklyuchitel`noi stadia razrabotki – naibolee znachimaya zadacha dlya otrasli // Nauchno-tehnicheskii jurnal «Neft`.Gaz.Novacii» - 2015. - №4. - P.20-21.

4 T.K.Ahmetjanov, B.M.Nuranbaeva, E.K.Oryngojin, N.S.Elaman. Innovacionnaya tehnologicheskaya sistema ispol`zovaniya tepla solnechnoi energii dlya povysheniya nefteotdachi plastov // Nauchno-tehnicheskii jurnal «Neft` i Gaz» - 2015. - №2 (86). – P. 71-75.

5 J.P.Burje, M.Surio, M.Kombarnu. Termicheskie metody povysheniya nefteotdachi plastov. – M.:Nedra, 1988. – 422 p.

6 N.K.Baibakov. Teplovye metody razrabotki neftyanyh mestorojdenii, 1988. – 344 p.

7 Sh.K.Al`muhambetov, I.M.Bairamov, T.K.Ahmetjanov. O vazmojnosti eksperimental`nogo opredeleniya intensivnosti obrazovaniya okislennyh form cherez izmeneniya teploemkosti materiala // Izv.MON RK. Fiz-mat. – 1997. - №6. – P. 86-89.

8 T.K.Ahmetjanov, B.M.Nuranbaeva, I.Sh.Gusenov. Povyshenie nefteotdachi plasta s ispol`zovaniem novyh otechestvennyh polimerov // Nauchno-tehnicheskii jurnal «Neft` i Gaz» - 2015. - №2 (86). – P.61-63.

9 M.L.Surgushev. Vtorichnye i tretichnye metody uvelicheniya nefteotdachi plastov. – M.:Nedra, 1985. – 309 p.

10 R.T.Latypov, A.S.Nechaev, A.A.Shmidt. Polimernoe zavodnenie na vysokomineralizovannyh vodah v usloviyah Povoljskogo regiona // Nauchno-tehnicheskii jurnal «Neft`.Gaz.Novacii» - 2015. - №7. – P.22-25.

11 M.N.Babasheva, N.D.Sarsenbekov. Porshnevoe vytesnenie nefti polimerom pri pozdnei stadia razrabotki mestorojdeniya // Nauchno-tehnicheskii jurnal «Neft` i Gaz» - 2015.

12 K.A.Shekoldin. Sposob povysheniya effiktivnosti tehnologii termogazovogo vozdeistviya. // Neftyanoe hozyaistvo. – 2014. - №7.

13 I.A.Ahmadeishin, K.A.Shekoldin. Issledovanie vozmojnostei povysheniya effektivnosti tehnologii termogazovogo vozdeistviya na Sredne-Nazymskom mestorojdenii // Nauchno-tehnicheskii jurnal «Neft`.Gaz.Novacii» - 2015. - №4. – P. 44-45.

14 G.P.lopuhov, S.V.Gur`ev. Rol` vysokoenergeticheskih tehnicheskih sredstv v realizacii kommercheskih proektov povysheniya nefteotdachi // Nauchno-tehnicheskii jurnal «Neft`.Gaz.Novacii.» - 2015. - №4. – P.49-50.

15 Mironov T.P. [i dr.]. Dobycha nefti v USA // OI.Ser. Neftepromyslovoe delo. – 1980. – 52 p.

16 Bosserman A.A, Mishenko I.T. Potencial sovremennyh metodov povysheniya nefteotdachi plastov // Neft` i Kapital. «Tehnologii TEK». – 2006. - №6 (31). – P. 47-52.

ӘОЖ 622.276.654

Резюме

Абаева Г.М. , КамбаковТ.У.
(Қ.И.Сатпаев атындағы ҚазҰТЗУ, Алматы қ.)

ИГЕРУДІҢ СОҢҒЫ КЕЗЕҢІНДЕГІ ҚАБАТТАРДЫҢ МҰНАЙБЕРГІШТІГІН АРТТЫРУ ӘДІСТЕРІН ТАЛДАУ

Игерудің соңғы кезеңіндегі мұнай кен орындары сулануды жоғарғы деңгейімен, ұңғы өнімінде мұнайдың күрт төмендеуімен, үлкен шығындармен сипатталады. Осыған орай игерудің соңғы кезеңінде қабаттың мұнайбергіштігін арттыру мақсатында көптеген әдістер ойлап табылған. Қабаттың мұнайбергіштігін арттыру әдістері көп болғанына байланысты берілген мақалада су мен бу айдауға негізделген жылулық әдістер, химиялық (беттік әрекетті заттарды қолдана отырып сулану, полимерлі сулану және т.б.), термогазды әсер ету, қабатқа вибросейсмикалық әсер ету сияқты әдістердің пайдасы мен келешектегі қолданысы қарастырылды.

Түйін сөздер: мұнайбергіштікті арттыру әдістері, мұнайды алу коэффициенті, игерудің соңғы кезеңі, полимерлі сулану, термиялық әдістер, термогазды әсер ету технологиясы, қабатқа вибросейсмикалық әсер ету.

UDK 622.276.654

Summary

G.M.Abaeva, T.U.Kambakov
(KazNRTU named after K.I.Satpaev, Almaty)

ANALYSIS OF ENHANCED OIL RECOVERY METHODS ON THE LAST STAGE OF DEVELOPMENT

Oil fields have high level of watering , large reduction of oil portion in well production , large exploitation consumption on the last stage of development. Due to this numerous enhanced oil recovery methods were operated on the last stage of development. Enhanced oil recovery methods are different, that's why efficiency and perspectives of

several methods such as thermal (based on water and steam injection), chemical (surfactant flooding, polymer flooding and so on), thermogas influence, vibrated seismic influence on layer considered in this article.

Key words: enhanced oil recovery methods, oil extraction coefficient, last stage of development, polymer flooding, thermal methods, steam-thermal methods, technology of thermogas influence, vibrated seismic influence on layer.

УДК 622: 658.562; 622.014.2

Петрович С.И.[1], Файзулин М.А.[2], Стукалова Н.Г.[3]
([1]г. Санкт-Петербург, Россия, [2]ИГД им. Д.А. Кунаева г. Алматы, [3]РГП НЦ КПМС РК г. Алматы)

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДОСТОВЕРНОМУ УЧЕТУ КОЛИЧЕСТВА И КАЧЕСТВА ДОБЫВАЕМОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Аннотация

В статье предлагается разработка мероприятий по достоверному учету количества и качества добываемого минерального сырья. В качестве критерия оптимальности предлагается максимум суммарной стоимости извлеченных в концентрат полезных компонентов при соблюдении всех технологических условий добычи и обогащения руд. Оптимальный календарный план добычи и отгрузки руды рассчитывается с учетом предварительно полученных прогнозных базовых показателей работы обогатительной фабрики.

Ключевые слова: *календарный план, добыча руды, базовые зависимости, обогатительная фабрика.*

Түйін сөздер: *күнтізбелік жоспар, кентас өндіру, базалық тәуелділік, байыту фабрикасы.*

Keywords: *the planned schedule, ore mining, basic dependencies, preparation plant.*

Анализ опыта работы горных предприятий по выбору технических средств и разработки мероприятий по достоверному учету количества и качества добываемого минерального сырья, а также его потерь, показывает, что наиболее распространенным способом формирования качества сырья является изменение нагрузки на очистные забои, осуществляемый в ходе календарного планирования очистных работ. На большинстве горных предприятий этот метод является единственным способом управления количеством и качеством добываемого полезного ископаемого. Календарное планирование горных работ в режиме усреднения качественного состава добываемой руды имеет целью свести к минимуму колебания качественного состава по периодам отработки месторождения. В некоторых случаях разброс содержания компонентов в подаваемом в обогатительный процесс сырье в отдельные смежные смены может достигать целого порядка. Кроме этого, как показывают исследования, смешивание высококонтрастных руд не всегда ведет к улучшению показателей работы обогатительного предприятия. Такие руды зачастую имеют технологические обогатительные характеристики (ТОХ), обуславливающие повышение показателей работы обогатительной фабрики (ОФ) при раздельной переработке условно бедных и условно богатых руд. Поэтому необходимыми и весьма актуальными становятся разработки

математического обеспечения, способствующие автоматизации процессов формирования оперативных календарных планов-графиков добычи и переработки многокомпонентных руд на основе их ТОХ, отображающих показатели обогащения перерабатываемых руд в зависимости от их качества [1].

В качестве критерия оптимальности выступает максимум суммарной стоимости извлеченных в концентрат полезных компонентов (основных и попутных). В общем виде постановка задачи управления качеством многокомпонентного рудного сырья сводится к распределению работ по добыче и отгрузке руд из отдельных забоев рудника во времени таким образом, чтобы суммарная стоимость извлеченных в концентрат полезных компонентов была бы максимальной при соблюдении всех технологических условий добычи и обогащения руд.

Функция цели данной задачи записывается в следующем виде [2]:

$$\sum_{t=1}^{T}\sum_{k=1}^{K}(Q_t \cdot f_k(\alpha_{k,t}) \cdot C_k) \to \max$$

где: T – общее количество временных отрезков, на которые технологически и организационно целесообразно разбивать планируемый период; K – общее количество полезных компонентов, извлекаемых в концентрат в качестве товарной продукции; Q_t – искомая масса руды, которую необходимо отгрузить в t-й отрезок времени на ОФ, тыс. т.; $\alpha_{k,t}$ – средневзвешенное содержание k-го полезного компонента в руде, поступающей для переработки в t-ый отрезок времени на фабрику, % (г/т); f_k ($\alpha_{k,t}$) – функция, отображающая извлекаемую на фабрике массу k-го полезного компонента в концентрат из 1000 тонн руды в зависимости от его содержания в сырье, т (кг); C_k – стоимость одной тонны (килограмма) k-го полезного компонента в концентрате, тенге.

Система ограничений при этом включает в себя несколько видов уравнений:

– формирующих поток руды заданного объема от забоев к ОФ в каждый зафиксированный отрезок времени;

– ограничивающих для каждого забоя суммарную добычу руды за весь плановый период в пределах, подготовленных к выемке в нем запасов;

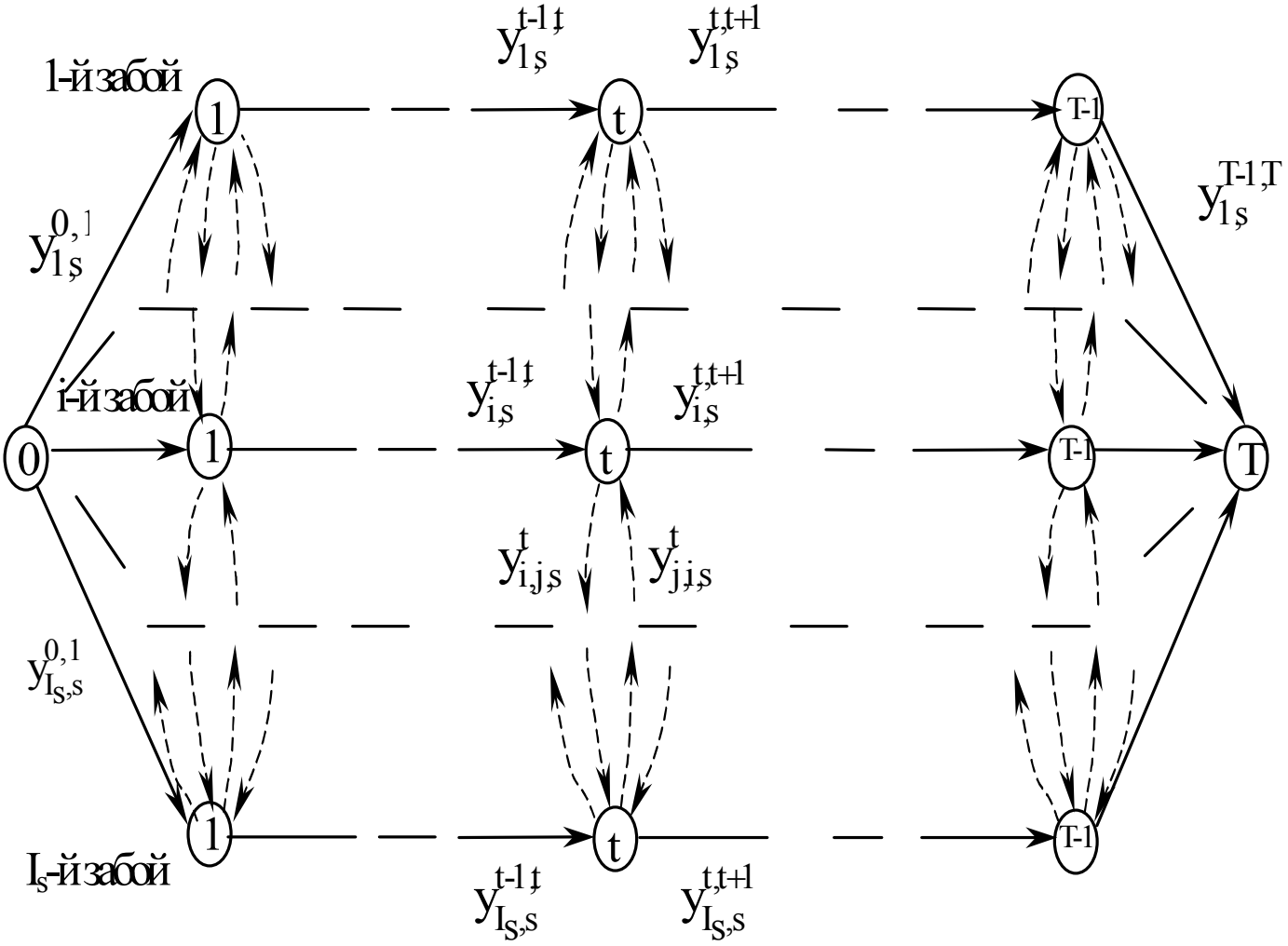
– обеспечивающих установление средневзвешенного содержания каждого полезного компонента в руде, направляемой на переработку в каждый отрезок времени;

– обеспечивающих выполнение заданных объемов добычи руд за планируемый интервал времени;

– исключающих отработку только богатых залежей по каждому полезному компоненту.

В некоторых случаях в модели необходимо отразить привязку к конкретным забоям находящихся в работе погрузочных средств, обеспечивая при этом условие технологической последовательности отработки блоков.

Граф возможной последовательности работы погрузочного средства приведен на рисунке 1.



S – общее количество работающих погрузочных средств на руднике в планируемый период;

I_s – множество забоев, отрабатываемых s-ым погрузочным средством;

$y_{i,s}^{t-1,t}$, $y_{i,s}^{t,t+1}$ – единичные потоки на графе возможной последовательности работы s-го погрузочного средства в i-ых забоях соответственно в t-ый или (t+1)-ый периоды;

$y_{j,i,s}^{t}$, $y_{i,j,s}^{t}$ – единичные потоки на том же графе, отображающие возможность перемещения s-ого погрузочного средства соответственно из j-го в i-ый забой (либо наоборот) после окончания t-го периода;

⟶ – работа погрузочного средства в забое;

- - - -➤ – перегон погрузочного средства на другой забой.

Рисунок 1 – Граф возможной последовательности работы погрузочного средства

Кроме перечисленных основных уравнений в каждом конкретном случае могут быть добавлены и другие ограничения, характеризующие текущую производственную ситуацию исследуемого предприятия. Реализация приведенной математической модели позволяет оптимальным образом управлять количеством и качеством многокомпонентного сырья, повышая показатели извлечения в концентрат не только основного компонента, но и попутных товарных металлов, увеличивая их общую извлекаемую ценность.

Управляющие воздействия при формировании рациональных планов-графиков добычи и отгрузки руды нацелены на установление таких сроков и объемов добычи и отгрузки руды по каждому намечаемому к работе в текущий плановый период забою, реализация которых способствует снижению потерь металлов в хвостах обогащения при переработке поступающего на ОФ сырья [3].

При формировании функции цели математической модели, которая является ядром автоматизированной системы, следует знать ориентировочный диапазон возможного изменения содержания каждого из металлов в формируемых потоках руд, подаваемых на ОФ. В указанном диапазоне изменения содержания металлов по полученным ранее зависимостям ТОХ с учетом существующих на момент формирования плана ценностей соответствующих металлов следует определить коэффициенты, которые будут использованы при построении функции цели соответствующей экономико-математической модели.

Кроме указанных данных для составления математической модели рационального управления потоками руд должна быть известна следующая общерудничная информация:

1. Плановые объемы добычи руды на рудниках и объемы ее переработки на ОФ на весь планируемый отрезок времени, в котором будет вестись управление потоками руд, а также возможный диапазон отклонений от плановых показателей по объемам добычи руды и металлов;
2. Стоимости одной тонны каждого полезного компонента в концентрате;
3. Возможности каждого из намечаемого к работе в планируемый отрезок времени добычного забоя (объем оставшихся в забое запасов, возможная суточная нагрузка на забой) и содержание товарных металлов в добываемой из них руде;
4. Технологически возможный порядок отработки забоев, соответствующий утвержденному долгосрочному плану развития горных работ, требованиям правил безопасности и техники эксплуатации;
5. Возможности транспортных коммуникаций на руднике и ОФ, диктующие нагрузки на отдельные производственные участки;

6. Возможную привязку забоев к тем или иным существующим на руднике добычным бригадам, погрузочным средствам;

7. Директивные требования к объемам добываемых в плановый период различных типов руд и планируемым массам извлечения в концентрат (концентраты) товарных металлов.

При необходимости учета производительности парка погрузочных машин могут быть заданы максимально допустимые нагрузки на каждую единицу техники, а также возможный порядок отработки блоков, закрепленных к конкретной единице техники. Также может быть использована и другая информация, отображающая особенности функционирования предприятия в конкретно сложившихся производственных условиях. Вся приведенная исходная информация для решения перечисленного выше набора задач представляется в виде реляционных баз данных.

При построении автоматизированной системы рационального управления качеством рудного сырья, обеспечивающей повышение показателей работы ОФ, необходима систематизация информационных потоков и определение состава базы данных для ввода, хранения и вывода информации и разработка структуры программного обеспечения. Она состоит из стандартных модулей формирования исходной информации, преобразования ее при проведении расчетов и обработки результатов расчета и представления их в удобной для пользователя форме.

Предлагаемый вариант автоматизированной системы может быть использован на различных предприятиях горно-обогатительных комплексов, добывающих и перерабатывающих рудное сырье, как монометаллическое, так и многокомпонентное. Календарный план выбирается оптимальным образом с учетом влияния сформированного рудопотока на показатели работы обогатительного производства.

Например, объемы и качество перерабатываемого на ОФ сырья, поступающего с нескольких участков Анненского рудника в различные отрезки времени, отличаются между собой, так как постоянно меняется их соотношение. В этом случае определить степень влияния на переработку руд конкретного участка очень сложно.

На горно-обогатительных комплексах при формировании календарного плана-графика добычи и отгрузки руды используются данные лабораторного анализа на обогатимость рудных проб из отрабатываемых блоков (рудных тел). В ИГД им. Д.А. Кунаева разработан другой метод, основанный на использовании зависимостей технологических обогатительных характеристик различных руд, полученных по фактическим показателям работы ОФ [1]. Рассчитанные таким образом зависимости работы ОФ рассматриваются как базовые, так как они обеспечивают получение прогнозных показателей переработки минерального сырья различных участков (рудников).

Расчеты общих базовых зависимостей извлечения полезного компонента в концентрат незначительно отличаются от фактически полученных общих базовых зависимостей. В следующем месяце после базового периода минеральный состав добываемых на горных предприятиях руд и их физико-механические свойства не получили каких-либо серьезных изменений. Найденные базовые зависимости с высокой степенью адекватности отображают процесс переработки поступающих руд на обогатительную фабрику в прогнозный период.

При формировании математической модели оптимального календарного плана-графика ведения добычных работ были использованы базовые зависимости [4]. Полученные сопоставительные результаты проверки разработанной методики на реальных производственных данных с использованием базовых зависимостей при формировании недельно-месячного графика добычи и отгрузки руды на Анненском руднике приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сопоставление рационального и традиционного вариантов потока рудных масс с Анненского рудника и показателей их переработки

Участок №	1 неделя			2 неделя			3 неделя			4 неделя		
	Руда, т.т.	Сод. Cu %	Сод. Ag г/т	Руда, т.т.	Сод. Cu %	Сод. Ag г/т	Руда, т.т.	Сод. Cu %	Сод. Ag г/т	Руда, т.т.	Сод. Cu %	Сод. Ag г/т
1	-1,00	-0,83	0,08	3,20	0,78	-0,36	0,00	0,00	1,22	-1,66	-0,13	-0,87
2	-1,80	-0,21	-2,48	0,00	0,21	3,12	0,00	0,17	-1,43	-1,21	-0,30	1,72
3	0,44	-0,20	-0,35	0,00	0,30	-2,06	-2,26	0,07	0,50	0,00	-0,10	0,36
4	1,20	-0,30	3,50	-0,10	0,54	-7,67	0,00	0,27	-3,21	1,23	-0,35	5,55
5	1,16	0,01	-0,04	0,00	-0,01	0,51	0,00	-0,01	0,04	1,17	0,02	-0,22
6	0,00	-0,42	3,73	-3,10	0,68	-4,93	2,26	0,58	8,84	0,47	-0,81	-5,86
Изв.масса Cu, т		-293,38			426,7			179,2			-282,23	
Изв.масса Ag , кг			45,90			-109,0			104,8			3,80

Из таблицы 1 видно, что в рациональном варианте добычи и отгрузки руды с участков Анненского рудника на обогатительную фабрику произошло перераспределение нагрузок во времени на добычные участки (знак минус - нагрузки уменьшились, знак плюс - нагрузки увеличились), что привело к изменению порядка добычи и подачи минерального сырья на обогатительную фабрику. Добыча руды осуществляется из тех же подготовленных к выемке забоев,

закрепленных за каждым участком, с соблюдением всех технологических условий.

Очевидно, что в рациональном варианте добычи и отгрузки руды с рудника на ОФ показатели переработки руды несколько выше по сравнению с теми же показателями, полученными при традиционном варианте.

Предлагаемый способ управления качеством добываемого сырья, с использованием базовых зависимостей, позволяет при сохранении одного и того же количества добытой и отгруженной руды, среднего содержания меди и серебра в руде за тот же период получить рациональный график добычи и отгрузки руды. При этом масса извлекаемой в концентрат меди и серебра увеличивается по сравнению с принятым на производстве графиком на 30,29 т и 45,50 кг соответственно.

В формируемой функции цели в качестве критерия выступают базовые зависимости работы ОФ в течение планируемого календарного периода, которые позволяют сформировать рациональный календарный план-график добычи и отгрузки руды с учётом количества и качества добываемого минерального сырья.

Литература

1 Петрович С.И., Файзулин М.А., Стукалова Н.Г. Установление закономерностей, отображающих особенности воздействия параметров одновременно подаваемых на переработку различных типов руд на показатели обогатительного процесса // Сб. Вопросы комплексной переработки сырья Казахстана - Алматы, 2003. - С. 340-343.

2 Петрович С.И., Файзулин М.А, Стукалова Н.Г., Смаилова Р.Г. Методы оптимизации управления качеством многокомпонентного рудного сырья / В материалах международной научно-практической конференции Комплексная переработка минерального сырья. – Караганда, 2008. - С. 652-655.

3 Петрович С.И., Файзулин М.А, Стукалова Н.Г., Смаилова Р.Г. Автоматизированная система по управлению качеством рудного сырья // В материалах международной научно-практической конференции Комплексная переработка минерального сырья. – Караганда, 2008. - С. 656-659.

4 Петрович С.И., Файзулин М.А., Стукалова Н.Г., Смаилова Р.Г. Рациональная увязка работы добывающих и обогатительных предприятий горно-обогатительных комплексов // Комплексная переработка минерального сырья Казахстана. Состояние, проблемы, решения. В 10-ти т., Том 9: Информационные технологии в минерально-сырьевом комплексе. - Алматы, 2008. - С. 351-409.

References

1 Petrovich S.I., Fajzulin M.A., Stukalova N.G. Ustanovlenie zakonomernostej, otobrazhajushhih osobennosti vozdejstvija parametrov odnovremenno podavaemyh na pererabotku razlichnyh tipov rud na pokazateli obogatitel'nogo processa // Sb. Voprosy kompleksnoj pererabotki syr'ja Kazahstana - Almaty, 2003. - S. 340-343.

2 Petrovich S.I., Fajzulin M.A, Stukalova N.G., Smailova R.G. Metody optimizacii upravlenija kachestvom mnogokomponentnogo rudnogo syr'ja / V materialah

mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii Kompleksnaja pererabotka mineral'nogo syr'ja. – Karaganda, 2008. - S. 652-655.

3 Petrovich S.I., Fajzulin M.A, Stukalova N.G., Smailova R.G. Avtomatizirovannaja sistema po upravleniju kachestvom rudnogo syr'ja. // V materialah mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii Kompleksnaja pererabotka mineral'nogo syr'ja. – Karaganda, 2008. - C. 656-659.

4 Petrovich S.I., Fajzulin M.A., Stukalova N.G., Smailova R.G. Racional'naja uvjazka raboty dobyvajushhih i obogatitel'nyh predprijatij gorno-obogatitel'nyh kompleksov // Kompleksnaja pererabotka mineral'nogo syr'ja Kazahstana. Sostojanie, problemy, reshenija. V 10-ti t., Tom 9: Informacionnye tehnologii v mineral'no-syr'evom komplekse. - Almaty, 2008. - S. 351-409.

ӘӨЖ 622: 658.562; 622.014.2

Резюме

Петрович С.И.[1], Файзулин М.А.[2], Стукалова Н.Г.[3]
([1]Санкт-Петербург қ., Ресей, [2]Д.А. Қонаев атындағы ТКІИ, Алматы қ., [3]ҚР МШКҚӨ ҰО РМК, Алматы қ.)

ӨНДІРІЛЕТІН МИНЕРАЛДЫҚ ШИКІЗАТТЫҢ САНЫ МЕН САПАСЫН ДҰРЫС ЕСЕПКЕ АЛУ БОЙЫНША ІС-ШАРАЛАРДЫ ӘЗІРЛЕУ

Мақаласында өндірілетін минералдық шикізаттың саны мен сапасын дұрыс есепке алу бойынша іс-шараларды әзірлеу ұсынылады. Тиімділік критерийін ретінде концентратта алынған пайдалы компоненттердің жиынтық құнына максимум кенді өндіру және байыту барлық технологиялық шарттарыны сақталған жағдайда ұсынылады. Кентас өндіру және тиелімінің үйлесімді күнтізбелік жоспары байыту фабрикасының жұмысының алдын-ала болжамалы базалық көрсеткіштеріні есебімен есептеді.

Түйін сөздер: күнтізбелік жоспар, кентас өндіру, базалық тәуелділік, байыту фабрикасы.

UDC 622: 658.562; 622.014.2

Summary

Petrovitch S.I.[1], Faizulin M.A.[2], Stukalova N.G.[3]
([1]Sankt-Peterburg, Russia, [2]D.A.Kunayev Mining Institute, Almaty,[3] RSE NC CPMRM RK Almaty)

DEVELOPMENT OF MEASURES FOR THE RELIABLE ACCOUNTING OF QUALITY AND QUANTITY OF EXTRACTED MINERAL MATERIALS

In the article the development of measures for reliable accounting of the quantity and quality of extracted minerals are presented. As the optimality criterion maximum total value of extracted into concentrate useful mineral components is offered at observance of all technological conditions of ore extraction and beneficiation. The optimal schedule of ore mining and shipment is calculated taking into account predictive base indexes of preparation plant operation.

Keywords: the planned schedule, ore mining, basic dependencies, preparation plant.

УДК 622.775

Рыспанов Н.Н.[1], Шакиримов А.Н.[2]
([1]Консорциум «Казпром-Неруд», [2]Научно-исследовательский институт «Казтехпроект», г.Астана)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ НА ПРИМЕРЕ ОПВ-2 (АКДАЛА) ДЛЯ ПЛОЩАДИ И ЗАПАСОВ УРАНА В УЧАСТКАХ В ФУНКЦИИ ОТ БОРТА

Аннотация

Доказано, что с увеличением радиуса гексагональной и любой другой ячейки оптимальное бортовое содержание урана будет снижаться за счет капитальных затрат на бурение и оснастку технологических скважин.

Ключевые слова: *статистические закономерности, площадь месторождений, радиус ячейки.*

Түйін сөздер: *статистикалық заңдылық, кен-орнының аумағы, ұяшық радиусы.*

Keywords: *statistical regularities, fields area, the radius of the cell.*

Введение

На базе статистических закономерностей доказанных нами на базе прямого эксперимента для действующих участков ПСВ урана для гидрогенных месторождений выведены аналитические формулы, связывающие основной параметр – борт в продуктивных пластах по урану с площадью и запасами в любом блоке.

Теория задачи и результаты

Анализ приведенных данных о пластово-инфильтрационных месторождениях Казахстана показывает:

- все месторождения, имея общий геостатический тип происхождения, во многом отличаются друг от друга по параметрам генезиса;
- с позиции оценки запасов урана в этих месторождениях наблюдается широчайший разброс по содержанию в них урана от долей кг/м^2 до десятков и сотен кг/м^2;
- это обстоятельство, весьма осложняло оценку запасов, требует адаптивного управления бортовым содержанием при отработке конкретных участков и блоков указанных выше месторождений.

Для детального анализа при оптимизации бортового содержания урана в продуктивных пластах нами принят опытный участок месторождения Акдала № 1. В приложении приведены карты изолиний продуктивности рудного пласта и распределение параметра районирования месторождения Акдала.

Далее приводим конкретные расчеты по опытному участку Акдала №1.

Будем искать параметры уравнения площади в виде:

$$S = a_1 + \frac{b_1}{y}, м^2 \qquad (1)$$

Для определения статистических параметров a_1 и b_1 имеем:

$$y_1 = 0{,}3\ кг/м^2;\ S_1 = 21{,}6 \cdot 10^5 м^2;$$

$$y_2 = 6\ кг/м^2;\ S_2 = 1{,}21 \cdot 10^5 м^2$$

Из системы уравнений:

$$\left.\begin{aligned} S_1 &= a_1 + \frac{b_1}{y_1} \\ S_2 &= a_1 + \frac{b_1}{y_2} \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

получается:

$$b_1 = \frac{S_1 - S_2}{\frac{1}{y_1} - \frac{1}{y_2}} \qquad (3)$$

или в числах:

$$b_1 = \frac{(21{,}6 - 1{,}21) \cdot 10^5}{\frac{1}{0{,}3} - \frac{1}{6}} = 6{,}452 \cdot 10^5$$

и из (2) имеем в числах:

$$a_1 = (21{,}6 - 21{,}5) \cdot 10^5 = 0{,}1 \cdot 10^5;$$

$$a_1 = (1{,}21 - 1{,}07) \cdot 10^5 = 0{,}14 \cdot 10^5;$$

Среднее значение: $a_1 = 0{,}12 \cdot 10^5$

Рисунок 1 - Зависимость площади блока от борта.

При этом площадь S участка (блока) для Акдала № 1 будет описана формулой:

$$S = 10^5(0{,}12 + \frac{6{,}452}{y}),\ м^2 \qquad (4)$$

где $0{,}3 \leq y \leq 6$ кг/м^2.

Эти операции наглядно продемонстрированы на рис. 1 зависимости площади *S* разрабатываемого блока от бортового содержания *y* - урана, кг/м^2.

Для опытного участка Акдала № 1 установим статистическую зависимость запасов урана q_u от борта – *y* в виде линейной:

$$q_u = a_2 - b_2 y, кг \qquad (5)$$

где имеем крайние значения:

$$q_{u1} = 12{,}1 \cdot 10^6\ кг; \quad y_1 = 0{,}3 кг/м^2;$$

$$q_{u2} = 6{,}5 \cdot 10^6\ кг; \quad y_2 = 6 кг/м^2;$$

При этих значениях по аналогии с предыдущими операциями были получены a_2 и b_2 :

$$a_2 = 0{,}295 \cdot 10^6,$$

$$b_2 = 0{,}982 \cdot 10^6.$$

Итоговое уравнение (рис.2) будет иметь вид:

$$q_u = (12{,}394 - 0{,}982 \cdot y), кг$$

при $0{,}3 \leq y \leq 6$ кг/м^2.

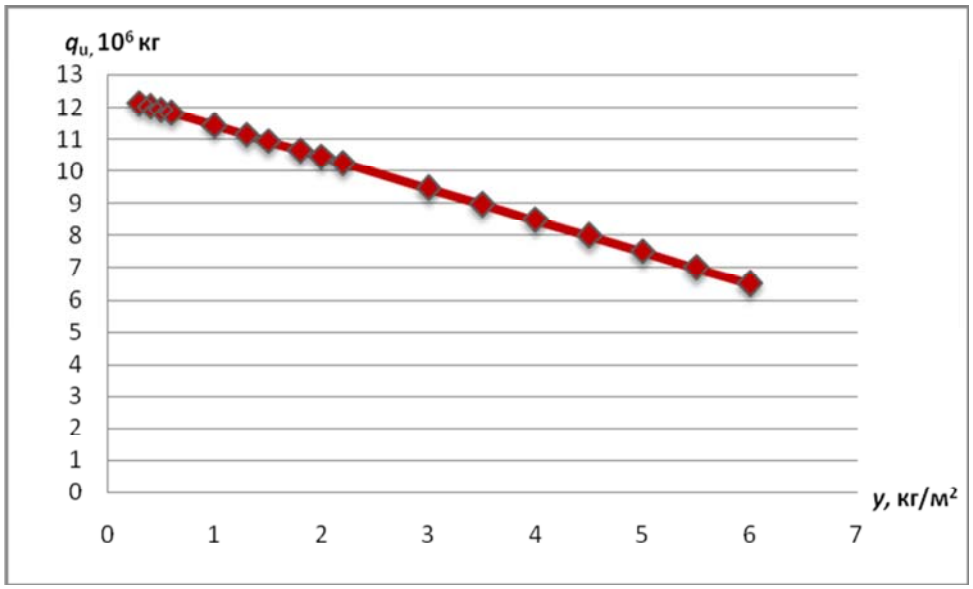


Рисунок 2 - Зависимость запасов урана от борта

Приводим пример расчета оптимального значения бортового содержания урана для условий опытного участка № 1 Акдалы.

Исходные данные для расчетов:

$$n = 2{,}6 \div 3{,}1\,;\ n_q = 2{,}8\,;$$

$$C_{ab} = 31\ \$/\text{м};\ H = 180\text{м};\ \alpha = 2{,}6;\ \varepsilon_0 = 0{,}95; z = 12{,}7\$/\text{кг};$$

$$b_1 = 6{,}452 \cdot 10^5;\ b_2 = 9{,}82 \cdot 10^5;\ R_0 = 40\text{м}.$$

Параметр *C* варьируется в пределах:

$$C_j = \{4{,}5; 6{,}5; 8; 9; 10; 11\}\ \$/\text{кг}$$

По формуле:

$$y_0 = \frac{1}{R_0}\sqrt{\frac{b_1(n+1)\cdot C_{\text{скв}}\cdot H}{\alpha\cdot\varepsilon_0\cdot b_2\cdot(z - C_j)}} \qquad (6)$$

будем определять бортовое содержание урана в руде блоков или участков.

Находим разность $(z - C_j)$, имеем:

$$(z - C_j) = \{8{,}2; 6{,}2; 4{,}7; 3{,}7; 2{,}7; 1{,}7; 0{,}7\}\ \$/\text{кг}$$

В соответствии с полученным рядом прибыли на 1 кг урана имеем:

$$y_{j,0} = \{0{,}65; 0{,}75; 0{,}87; 1{,}0; 1{,}14; 1{,}44; 2{,}24\}\ \text{кг/м}^2$$

При радиусе гексагональной ячейки $R_0 = 50$ м получим новый ряд $y_{j,0}$:

$$y_{j,0} = \{0{,}52; 0{,}6; 0{,}69; 0{,}76; 0{,}91; 1{,}15; 1{,}79\}\ \text{кг/м}^2$$

Расчеты по Акдале

$$n = 2{,}6 \div 3{,}1\,;\ \bar{n} = 2{,}8\,;\ C_{kb} = 27{,}5 \div 35\ \$/\text{м}$$

где $\bar{n}$ - среднее значение параметра *n*.

$$C_{ab} = 31\ \$/\text{м};\ H = 180\text{м};\ \alpha = 2{,}6;\ \varepsilon_0 = 0{,}95; z = 12{,}7\$/\text{кг};$$

$$b_1 = 6{,}452 \cdot 10^5;\ b_2 = 9{,}82 \cdot 10^5;\ R_0 = 40\text{м}.$$

$$C_j = \{4{,}5; 6{,}5; 8; 9; 10; 11\}\ \$/\text{кг}$$

$$m_0 = \frac{1}{R_0}\sqrt{\frac{b_1(n+1)C_{ab}\cdot H}{\alpha\cdot\varepsilon_0\cdot b_2\cdot(z - C)}}$$

$$\{z - C\} = \{8{,}2; 6{,}2; 4{,}7; 3{,}7; 2{,}7; 1{,}7; 0{,}7\}$$

$$m_0 = \frac{1}{40}\sqrt{\frac{6{,}452 \cdot 10^5 \cdot 3{,}8 \cdot 31 \cdot 180}{2{,}6 \cdot 0{,}95 \cdot 9{,}82 \cdot 10^5}} \cdot \frac{1}{\sqrt{z - C}}$$

$R_0 = 40$м

$$m_0 = \frac{1{,}877}{\sqrt{z - C}}$$

$$m_0 = \left\{\frac{1{,}877}{2{,}86} = 0{,}65;\ \frac{1{,}877}{2{,}48} = 0{,}75;\ \frac{1{,}877}{2{,}17} = 0{,}87;\ \frac{1{,}877}{1{,}923} = 0{,}976;\ \frac{1{,}877}{1{,}643} = 1{,}14;\ \frac{1{,}877}{1{,}30} = 1{,}44;\ \frac{1{,}877}{0{,}836} = 2{,}24\right\}$$

$R_0 = 50$м

$$m_0 = \frac{1{,}502}{\sqrt{z - C}}$$

$$m_0 = \left\{\frac{1{,}502}{2{,}86} = 0{,}525;\ \frac{1{,}502}{2{,}48} = 0{,}606;\ \frac{1{,}502}{2{,}17} = 0{,}692;\ \frac{1{,}502}{1{,}923} = 0{,}781;\ \frac{1{,}502}{1{,}643} = 0{,}91;\ \frac{1{,}502}{1{,}30} = 1{,}155;\ \frac{1{,}502}{0{,}836} = 1{,}796\right\}$$

Рассмотрим по аналогии месторождение Уванас:

при $\bar{C}_{пр}$=87 мг/л:

$$C = 27e^{-0{,}0173 \cdot \overline{C_{пр}}}$$

$$C = 27e^{-0{,}0173 \cdot 87} = \frac{27}{e^{1{,}505}} = \frac{27}{4{,}48} = 6\ \$/кг$$

z-C = 12,7-6 = 6,7 $/ кг

$$\sqrt{z - C} = 2{,}59$$

$$\left.\begin{aligned} R_0 = 40;\ m_0 &= \frac{1{,}877}{2{,}59} = 0{,}72\ кг/м^2 \\ R_0 = 50;\ m_0 &= \frac{1{,}502}{2{,}59} = 0{,}58\ кг/м^2 \\ R_0 = 45;\ m_0 &= \frac{1{,}67}{2{,}59} = 0{,}64\ кг/м^2 \end{aligned}\right\}$$

При средней продуктивности раствора по блокам $\bar{C}_{пр}$=87 мг/л урана имеем:

$$C = 27e^{-0{,}0173 \cdot 87} = \frac{27}{e^{1{,}505}} = \frac{27}{4{,}48} = 6\ \$/кг,$$

тогда

$$z\text{-}C = 12{,}7\text{-}6 = 6{,}7\ \$/\ кг$$

Теперь при различных радиусах гексагональной ячейки по приведенным ниже формулам получим оптимальное значение бортового содержания урана в руде:

$$\left.\begin{aligned} R_0 = 40;\ y_0 &= \frac{1{,}877}{2{,}59} = 0{,}72\ кг/м^2 \\ R_0 = 50;\ y_0 &= \frac{1{,}502}{2{,}59} = 0{,}58\ кг/м^2 \\ R_0 = 45;\ y_0 &= \frac{1{,}67}{2{,}59} = 0{,}64\ кг/м^2 \end{aligned}\right\}$$

Из приведенных примеров для месторождений Акдала и Уванас прослеживается логичный вывод, что с увеличением радиуса гексагональной и любой другой ячейки оптимальное бортовое содержание урана будет снижаться за счет капитальных затрат на бурение и оснастку технологических скважин.

ӘОЖ: 622.775

Резюме

Рыспанов Н.Н.[1], Шакиримов А.Н.[2]
([1]Консорциум «Казпром-Неруд», Астана қ., [2]«Казтехпроект» Ғылыми-зерттеу институты институт, Астана қ.)

Статистикалық тәуелділікті МЗЖ-2 (Ақдала) жағдайында ауданы және уран қоры бойынша борт фукнкциясы үшін анықтау.

Гексоганальдық және кез-келген басқа ұяшықтың радиусы үлкейгеннен оңтайлы уранның төменгі шектік мөлшері капитальды шығын есебінен бұрғылауда және технологиялық ұңғыларды дұрыстауда азаятындығы дәлелденді. Статистикалық заңдылық, кен-орнының аумағы, ұяшық радиусы.

Түйін сөздер: статистикалық заңдылық, кен-орнының аумағы, ұяшық радиусы.

UDC 622.775

Sammary

Ryspanov N.N.[1] , Shakirimov A.N.[2]
([1]Konsortsium "Kazprom-Neruda",[2] Nauchno Research Institute "Kaztehproekt", Astana)

Defining statistical zavisemosti the example of OPV-2 (Akdala) for the area, and uranium reserves in the areas in the function of the orta

It is proved that with increasing radius hexagonal or any other cell-board optimal uranium content will be reducedby capital expenditures on drilling and rigging technology wells.

Keywords: statistical regularities area mestorozhde-tion,the radius of the cell.

УДК 622.831.533

Метакса Г.П., Васин К.А., Ефанов С.Л., Васин М.К., Абдыкаримова Г.Б.
(ИГД им. Д.А. Кунаева, г. Алматы)

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ НА КОНТАКТЕ РАЗНОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Аннотация

В работе исследованы поверхностные явления на контакте разнородных металлов.

Ключевые слова: *прочностные свойства минералов, внешние воздействия, состояния матрицы базовых соотношений.*

Кілтті сөздер: *минералдардың беріктік қасиеттері, сыртқы әсерлер, матрицаның базалық қарым-қатынастарының жағдайы.*

Key words: *the strength properties of minerals, external actions, the state matrix of base relations.*

Известно [1-3], что любой процесс взаимодействия в горном деле, металлургии, электронике обусловлен состоянием поверхностного слоя, его способностью проводить или отталкивать внешний импульс, растягиваться или деформироваться под внешним влиянием. От этого зависит скорость протекания процесса как результата взаимодействия на стыке поверхностей раздела. При этом практически не обращали внимание на положение поверхности относительно векторов геодинамического движения планеты. Впервые [1] обнаружили такую взаимосвязь, исследуя прочностные свойства минералов в субширотном и субмеридиональном направлениях. Позже эти данные были подтверждены другими авторами, но систематических исследований не проводилось.

Нами предпринята попытка понять причинно-следственные взаимосвязи восстановления равновесия при разных типах внешних воздействий с учетом поверхностных явлений. На первом этапе исследования необходимо знать базовые соотношения, изменяющие состояние поверхности на границе раздела фаз. В таблице 1 приведена матрица этих соотношений.

Таблица 1- Матрица базовых соотношений для границ раздела «воздух - жидкость - твердое вещество»

Вид отклика	Скорость, м/с	Корень квадратный от скорости	Соотношение скоростей	Соотношение корней квадратных скоростей
Электромагнитные волны	$3*10^8$ $1,732*10^4$	-	-	

Продолжение таблицы 1

Орбитальные волны	$3*10^4$	$1,732*10^2$	$V_э/V_о$=10000	100
Механические волны в воздухе	334	18,27	$V_в/V_{возд}$=4,5	2,1
Механические волны в воде	~1500	38,72	$V_т/V_в$=3,3-4,0	1,82-2,0
Механические продольные волны в твердом теле 5000-6000	70,71-77,46	1,6	1,8-1,22	
Механические поперечные волны в твердом теле	1500-4000	38,72-63,2	1,6	1,8-1,22
Поверхностный слой земли (Москва)	~250	15,81	Vвод/Vп=6	2,45
Поверхностный слой земли (Экватор)	1450	38	Vвод/Vп=1	1
Вращение Луны вокруг Земли 1000	31,62	Vвод/Vл=1,5	2,23	

За основу состояния матрицы базовых соотношений выбрана скорость распределения электромагнитных и механических волн, являющихся результатом любого внешнего воздействия. Для случая отсутствия сопротивления внешнему воздействию анализируется величина, равная корню квадратному от соответствующей скорости отклика. Данные, приведенные в таблице 1, свидетельствуют о том, что существует скоростная взаимозависимость появления откликов, как между скоростями механических волн для разных сред, так и между электромагнитными и механическими скоростям распространения взаимодействий. При этом выявляется кратность целочисленному ряду, как для абсолютных величин соответствующих скоростей, так и для корней квадратных откликов разных сред. Кратность целочисленному ряду, в свою очередь, указывает на возможность возникновения резонансов во взаимодействующих структурах окружающей среды. Кроме того, этот же факт свидетельствует о необходимости учитывать эффекты фокусировки в среде распространения отклика и в среде с различным фазовым составом. Количественные соотношения в многостадийном процессе фазового перехода хорошо укладываются в соотношение А. П. Смирнова [4]

$$\ln\frac{\eta_1}{1-\eta} - \ln\frac{\eta_1}{1-\eta_1} = \varepsilon_i\left(\frac{D-D_i}{D_i}\right)^{\eta} \qquad (1)$$

Это соотношение устанавливает связь энергии, необходимой для перехода в другое состояние многочастичной системы при изменении доли частиц в возбужденном состоянии от η_i до η (левая часть уравнения). Правая часть уравнения равновесия характеризует энергию изменения меры воздействия на систему от D_i до D (в качестве D могут выступать температура, магнитное поле, давление, частота, плотность, скорость и другие, меняющиеся под действием внешних сил, параметры). Анализ системных связей в твердом веществе, выполненный для четырех уровней рассмотрения, показал, что величина ε_i может быть равна 1, 10, 100, 1000.

Таким образом, это уравнение может характеризовать несколько видов равновесия, в которых количественные соотношения между возбужденными и невозбужденными элементами структуры уравновешиваются путем изменения физических свойств вещества. Если это соотношение имеет силу закона, тогда уже в существующих видах равновесия - межфазового и внутрифазового - должны выполняться эти соотношения. Приравнивая к нулю левую часть уравнения, получаем для уравновешенной системы соотношение

$$\Delta ln\,\eta_i = \varepsilon_i[(D-D_i)/D]_i^n = c_i\,p_i \ldots и\ др. \qquad (2)$$

Экспериментально наблюдаемые значения степени n равны 1, ½, и 3/2.

ε_i здесь является показателем вида взаимодействия и, как следует из матрицы, может являться показателем количества возбужденных частиц в конкретном процессе, т.е. 10000, 100, 10,1 и т.д. по таблице 1, которая охватывает все виды взаимодействий от молекулярного до внутрипланетного масштабов.

Поэтому на первом этапе прикладного исследования мы выбрали факторный сценарий, который охватывал бы все виды перечисленных в таблице 1 взаимодействий. В экспериментальной части предусматривалось измерение контактных микротоков в дистиллированной воде в зависимости от материалов контактной пары (Fe-Me) и положения ее в измерительной кювете. В таблице 2 и на рисунках 1,2 представлены результаты измерений.

Таблица 2 - Результаты измерений возникающих микротоков для разнородных металлов в зависимости от их ориентировки в пространстве кюветы

Пара	Амплитуда тока, мкА				
	Север - юг	Запад	Восток		
Максимальное значение					
Железо молибден	56/11	31/9	45/11,9		
Железо- цинк	-57/-31,7	-74/-34,8	-67/-37,5		
Железо кобальт	40/8,6	41/8	28/4,9		
Минимальные значения					
Железо – никель	1,9/0,9	2/2,9	1/0,5		
Железо -индий	-4,1/-0,4	-6,8/-0,5	-2,9/-0,3		
Железо – цирконий	17/0	0,5/0	0,1/0		

*В знаменателе дроби указы значения, полученные при смене полярности.

В таблице 2 полученные экспериментальные данные обработаны по формуле Смирнова А.П. с целью определения коэффициента преобразования ε_i для каждой контактной пары, который может предсказать вид взаимодействия для каждого конкретного отклика. Например, для пары «железо-молибден», ориентированной вдоль и поперек направления суточного вращения, получены результаты 0,193 (n=1), 0,44(n=0,5), 0,08 (n=3/2). Сопоставляя эти абсолютные значения с матрицей базовых соотношений, определяем ε_i равным 100 - для значения 0,44, а для значения 0,08 ε_i равняется 1000. Физически это означает, что замер в двух взаимно перпендикулярных направлениях способствует активации структурных элементов линейной протяженности при взаимодействии орбитальных механических волн с электромагнитными. Кроме того, присутствует совпадение на уровне взаимодействия объемных элементов структуры того же уровня рассмотрения. Подобным образом ведет себя пара «железо-цинк», но с противоположной полярностью. Пара «железо-кобальт» обладает также максимальными параметрами по току, а коэффициент преобразования у нее наибольший для структур точечного строения.

Минимальные значения токов отмечаются для пар «железо-индий», «железо-никель», «железо-цирконий». Здесь коэффициент преобразования η_i не превышает 10 . Для никеля и циркония он характеризует активацию линейноструктурованных частиц (диполи), для

индия - точечных структур, но с обратной поляризацией по току. Полученные данные свидетельствуют о взаимосвязанности микро и макроуровней рассмотрения и о правильности выбора математического обеспечения.

Для наглядности на рис 1 и 2 , а также в таблице приведены экспериментальные данные, отражающие реакцию чистых металлов на положение в пространстве. По существующим представлениям при неизменной химической составе флюида (дистиллированная вода) и постоянным расстоянием между электродами пары изменение ориентации измерительной кюветы в пространстве не должно отражаться на величине возникающих микротоков. В реальности данные, приведенные на рисунке, свидетельствуют об обратном. Причем разница абсолютных значений для некоторых пар отличается в несколько раз. Это означает, что в процессах кучного и чанового выщелачивания следует использовать принципы энергосбережения при выборе материалов контактной пары и положения ее в пространстве относительно субширотного и субмеридионального направлений.

В ходе проведения экспериментов измерены значения периодов t,с автоволновых колебаний, возникающих при установке электродов пары. Из таблицы 3 следует, что эти периоды могут отличатся в десятки раз в зависимости от вида используемых материалов. Физически это означает, что резонансных условия взаимодействия для каждой пары строго индивидуальны и должны учитываться при создании технологических процессов обогащения, растворения, осаждения и т.п.

Для выявления условий резонанса при динамических взаимодействиях измерен спектральный состав откликов для одинаковых электродов (с-с) в зависимости от их положения в измерительной кювете. В таблице 4 представлены результаты этих замеров, выполненные с разным пространственным расположением электродов:

1. по отношению к центру кюветы
2. по отношению к широте и долготе местности.

Таблица 4 - Спектральный состав оклика при замерах с разными условиями ориентации электродов (диапазон 0-50кГц)

№ п/п	Условия замера (положение электродов)	Частота отклика, кГц		
		Низкочастотная	Средне-частотная	Высоко-частотная
1	центр кюветы - север	0,1; 0,2; 2,0	-	39
2	центр кюветы - запад	0,6; 1,0	-	40
3	север - юг	0,1; 0,8	20; 21,5	-
4	запад - восток	0,2	20,4	-

Приведенные в таблице данные дают представление об условиях самофокусировки в реакциях отклика и о влиянии взаимоперпендикулярных ориентировок на частотных спектр взаимодействия. Так, для фокусирующихся откликов характерно появление реакций в низкочастотной (до 2 кГц) и высокочастотной областях выбранного диапазона (0-50 кГц). Причем спектральный состав существенно различен для северной и западной направленности взаимодействия. В высокочастотной зоне спектра отклик примерно одинаков по амплитуде и частоте и находится вблизи частоты Пухарича, т.е. 39 и 40 кГц.

Такого отклика нет при разнесении электродов по краям кюветы. Здесь наибольшее количество откликов отмечается для субмеридиональной ориентировке электродов. В низкочастотной области спектра это 0,1 и 0,8 кГц, в среднечастотной 20 и 21,5 кГц. Для субширотного взаимодействия характерны отклики на частотах 0,2 и 20,4 кГц. Так как материал электродов одинаков, то реакции откликов относятся только к воде и для случая фокусируемых взаимодействий отклики близки к частоте Пухарича, т.е. частотам активации и разложения воды. Этот факт также можно использовать при создании новых геотехнологий.

Совокупность полученных данных позволяет сделать следующие выводы:

– Поверхностные явления на контакте разнородных металлов зависят расположения их в пространстве и от условий самофокусировки измерительной кюветы. Кроме того пары разнородных металлов могут менять направленность микротоков, т.е. обладают поляризующей способностью.

– Зависимость поверхностных явлений от положения в пространстве имеет статические и динамические проявления, что позволяет использовать обнаруженный эффект в практических целях, например, при выборе электродов в процессах выщелачивания.

– Зависимость контактных явлений от формы измерительной кюветы свидетельствует о возможности использования резонансных откликов в технических процессах, т.к. при самофокусировке реакций отклика на внешние воздействие резко снижается энергопотребление.

Литература

1 Чабдарова Ю.И., Жужгов Ю.В., Букин А.Н. Горное давление в антиклинальных структурах Джезказгана, Алма-Ата, Наука, 1980. - 195 с.

2 Ребиндер П.А., Липец М.Е., Римская М.М. Исследования в области прикладной физико-химии поверхностных явлений, М-Л, 1936. - 27 с.

3 Царев Б.М. Контактная разность потенциалов, М., 1955. - 197 с.

4 Смирнов А.П. Общие закономерности развития фазовых переходов, Рига, 1978. - С. 3-28.

References

1 Chabdarova YU.I., ZHuzhgov YU.V., Bukin A.N. Gornoe davlenie v antiklinal'nyh strukturah Dzhezkazgana, Alma-Ata, Nauka, 1980. - 195 s.

2 Rebinder P.A., Lipec M.E., Rimskaya M.M. Issledovaniya v oblasti prikladnoj fiziko-himii poverhnostnyh yavlenij, M-L, 1936. - 27 s.

3 Carev B.M. Kontaktnaya raznost' potencialov, M., 1955. - 197 s.

4 Smirnov A.P. Obshchie zakonomernosti razvitiya fazovyh perekhodov, Riga, 1978. - S. 3-28.

ӘӨЖ 622.831.533

Резюме

Метакса Г.П. , Васин К.А. , Ефанов С.Л. , Васин М.К. , Абдыкаримова Г.Б.
(ИГД им. Д.А. Кунаева, г. Алматы)

ӘРТЕКТІ МЕТАЛДАРДЫҢ БАЙЛАНЫСЫНДАҒЫ БЕТТІК ҚҰБЫЛЫСТАР

Бұл жұмыста әртекті металдардың байланысындағы беттік құбылыстары зерттелген.

Кілтті сөздер: минералдардың беріктік қасиеттері, сыртқы әсерлер, матрицаның базалық қарым-қатынастарының жағдайы.

UDK 622.831.533

Sammary

Metaxa G.P., Vasin K.A. , Yefanov S.L. , Vasin M.K. , Abdikarimova G.B
(Mining institute after D.A. Kunayev, Almaty)

SURFACE PHENOMENA AT THE CONTACT OF DISSIMILAR METALS

In process was investigated surface scene at the contact of different metals.

Key words: the strength properties of minerals, external actions, the state matrix of base relations.

УДК 622.276.5:550.064

Молдабаева Г.Ж., Байботаева С.Е.
(Казахский Национальный Технический Исследовательский университет им. К.И. Сатпаева)

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕЭМУЛЬГАТОРОВ ПРИ ДОБЫЧЕ НЕФТИ

Аннотация

Разработка также и внедрение инновационной технологий при добыче нефти с различными свойствами обустройства систем делает необходимым определение оптимальных условий, при которых действие деэмульгаторов будет эффективным.

***Ключевые слова**: деэмульгаторы, нефть, свойства, месторождения, добыча.*

***Түйін сөздер:** деэмульгаторлар, мұнай, қасиеттері, кенорын, өндіру.*

***Keywords**: demulsifiers, oil, properties, fields, production.*

Нефть – природная многокомпонентная органическая жидкость. Ее основу составляет смесь нафтеновых, ароматических и парафиновых углеводородов. Присутствуют также производные углеводородов: кислород, серо и азотсодержащие вещества, высокомолекулярные продукты окисления и окислительной конденсации, металоорганические соединения, углеродистые частицы (карбены и карбоиды) и некоторые другие вещества. В сырой нефти, получаемой путем заводнения, неизбежно содержатся большое количество воды, неорганические соли, частицы горных пород и газы. Содержание этих компонентов может варьироваться в широких пределах. Оно зависит от месторождения нефти. Водонефтяные эмульсии обычно формируются под действием сдвиговых напряжений и градиентов давления при прохождении перфорационных отверстий, задвижек, сужений и изгибов трубопроводов. Битумные эмульсии закачивают в продуктивные нефтяные пласты для контроля их проницаемости по отношению к воде.

Результаты многочисленных исследований минерального состава пластовых вод показывают, что основную долю растворенных веществ составляют хлориды натрия, магния и кальция. Кроме них (в зависимости от месторождения) могут присутствовать йодистые и бромистые соли щелочных и щелочноземельных металлов, сульфиды натрия, железа, кальция, соли ванадия, мышьяка, германия и других. Но в отличие от хлоридов, содержание которых исчисляется процентами и десятками процентов от общего количества растворенного вещества, содержание остальных солей выражаются сотыми, тысячными и еще меньшими долями процентов. В связи с этим минерализацию пластовой воды часто измеряют по содержанию ионов хлора в единице объема с последующим пересчетом на эквивалент натриевых солей.

Помимо измерения минерализации свободной пластовой воды при подготовке нефти и переработке измеряют содержание солей в единице объема нефти. Сама нефть не содержит хлорных солей. Они попадают в нее вместе с эмульгированной водой. И хотя отдельные исследователи обнаруживали в безводной нефти так называемые кристаллические соли, это не опровергает сделанного утверждения и может быть объяснено. Количество кристаллических солей обычно незначительно и изменяется в пределах от нескольких миллиграмм до 10–15 мг/л нефти. Подобные ситуации возможны в двух случаях: либо при добыче нефть проходит соляные отложения, и кристаллы солей попадают в нее как механические примеси, либо первоначально в нефти содержится мало мелкодисперсной и сильно минерализованной пластовой воды, которая затем растворяется в нефти, а соли остаются в виде микрокристаллов. Абсолютное содержание хлоридов в обводненной нефти не дает представления о степени минерализации пластовых вод. Поэтому одновременно с определением солей в нефти устанавливают и ее обводненность.

Важнейшими задачами топливно-энергетического комплекса Казахстана являются увеличение запасов углеводородного сырья (УВС) и разработка новых месторождений с достижением добычи нефти к 2017 году до 72 млн. тонн. Данный объем добычи нефти все в большей степени обеспечивается за счет вовлечения в переработку месторождений с трудноизвлекаемым запасом. При этом возрастает удельный вес добычи тяжелой, высоковязкой нефти в общем объеме добычи сырья. Трудности освоения новых месторождений, повышение эффективности эксплуатации уже используемых скважин требуют разработки новых технологий, технологических жидкостей и мероприятий, позволяющих увеличить приток нефти.

Наиболее важной проблемой добычи тяжелой и высокоминерализованной нефти является ее обводненность, которая приводит к снижению коэффициента извлечения нефти, поэтому методы искусственного воздействия на призабойные зоны скважины служат мощным средством повышения добычи.

При добыче нефти происходит образование устойчивых нефтяных эмульсий, что приводит к большим потерям нефти и загрязнению сточных вод. Обводнение продуктивных пластов нефтяных месторождений создает серьезные осложнения при добыче, сборе и подготовке нефти, связанные с образованием водонефтяных эмульсий. В результате добычи и переработки нефть дважды смешивается с водой, образуя эмульсии: при выходе с большой скоростью из скважины вместе с сопутствующей ей пластовой водой и в процессе обессоливания, т.е. промывки пресной водой для удаления хлористых солей.

Содержащаяся в нефти пластовая вода с растворенными в ней солями (10–30%), преимущественно хлоридами, не только вызывает

сильную коррозию нефпромыслового оборудования, но и ухудшает качество нефтепродуктов, остаточных газотурбинных и котельных топлив, сырья для каталитических процессов, для получения беззольного кокса и др. Даже при небольшом содержании пластовой воды в нефти удорожается транспортировка ее по трубопроводам. Увеличение транспортных расходов связано не только с перекачкой воды, но и с повышением вязкости нефти, образующей с водой эмульсию. При содержании в нефти эмульгированной воды более 10–20% вязкость достигает таких величин, что ее перекачка по трубам значительно затрудняется.

Мангышлакская нефть отличается высоковязкостью и высокозастываемостью, являющимися следствием формирования пространственно сшитых структур в результате образования специфических связей между элементами нефти с участием компонентов как органической, так и неорганической природы. Структурирование может быть обусловлено присутствием наиболее высокомолекулярных представителей гетероатомных компонентов – смолоасфальтеновых веществ. Процессы структурирования приводят либо к расслоению нефтяных систем, либо к их стабилизации вследствие покрытия поверхности глобул веществами, подобными по свойствам депрессорным присадкам. Современные способы и приемы обезвоживания и обессоливания нефти (отстаивание в резервуарах или отстойниках, использование электрических полей различной конфигурации и напряженности, а также гидродинамические методы, различные виды промывок нефтяных эмульсий, применение коалесцирующих фильтров и др.) представляют собой разновидности химического деэмульгирования. Только деэмульгаторы обеспечивают необратимое разрушение защитных слоев смолисто-асфальтеновых веществ (САВ) на поверхности капель эмульгированной воды.

Вместе с тем, пав-деэмульгаторы должны быть доступными для получения их в промышленном масштабе, транспортабельными, не должны вызывать коррозию оборудования и трубопроводов, ухудшать качество нефти после обработки, терять деэмульгирующую способность при нагревании и в присутствии солей, содержащихся в эмульгированной воде.

Образование устойчивых нефтяных эмульсий приводит также к большим потерям, так как при отделении воды от нефти в отстойниках и резервуарах часть нефти сбрасывается вместе с водой в виде эмульсии, что загрязняет сточные воды. Та часть эмульсии, которая улавливается в ловушках, собирается и накапливается в земляных амбарах и нефтяных прудах. При этом в эмульсиях испаряются легкие фракции нефти, она «стареет» и загрязняется механическими примесями. В результате получаются преимущественно высокообводненные САВ с большим содержанием механических примесей, так называемые нефтешламы, которые очень трудно

обезвоживаются и не находят до сих пор рационального применения [1-5].

Оздоровление экологической обстановки и рациональное хозяйственное использование природных ресурсов становится важнейшей государственной задачей. В этой связи актуальна оценка экологического состояния территории, химические и биологические исследования почв, изучение антропогенных изменений почв, содержания в них тяжелых металлов и углеводородов, а также методов утилизации промышленных отходов на предприятиях нефтегазового комплекса.

Предельно допустимые концентрации веществ устанавливаются в объектах окружающей среды (в воздухе рабочей зоны, в атмосферном воздухе, в воде источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, в почве, в пищевых продуктах). Принципы нормирования вредных веществ в почве значительно отличаются от принципов нормирования вредных веществ для воды водоемов, атмосферного воздуха и пищевых продуктов. Основное количество химического вещества, вносимого в почву, поступает в организм человека не прямым путем, а через контактирующие с почвой среды: воду, воздух и растения по биологическим цепям: почва – растение – человек; почва – растение – животное – человек; почва – вода – человек; почва – атмосферный воздух – человек. Поэтому, при нормировании химических веществ в почве следует исходить не только из того, какую опасность представляет почва при непосредственном поступлении в организм, а главным образом из тех позиций, которые позволяют предупредить опасное для здоровья людей вторичное загрязнение через почву поверхностных и подземных вод, атмосферный воздух, выращиваемых растений и предотвратить нарушение самоочищающей способности почвы, т.е. сохранить природную барьерную функцию почвы.

Разработка большого количества деэмульгаторов с различными свойствами и разнообразие свойств нефти, систем обустройства нефтяных месторождений делает необходимым определение технологических условий, при которых действие деэмульгаторов будет оптимальным. Это диктует необходимость методологического подхода к оценке свойств и выбору деэмульгатора для промыслового использования. Оптимизация применения деэмульгаторов на основе знания их свойств позволит наилучшим образом решать технологические задачи при минимальных затратах на подготовку нефти.

Таким образом, подбор композиций на основе полимерно-минеральных образовании для повышения степени извлечения нефти из скважин, а также эффективно разделяющих водонефтяную эмульсию, способствующих оптимальному обессоливанию и удалению механических примесей при подготовке нефти, является актуальной задачей, как с экономической, так и с экологической стороны.

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….. докт. техн. наук. – Москва. – 2003.

2 Большой справочник инженера нефтегазодобычи. Разработка месторождений. Оборудование и технологии добычи / Под ред. У. Лайонз, Г. Плизг. – М.: Профессия. – 2009. – 952 с.

3 Дейк Л.П. Основы разработки нефтяных и газовых месторождений. – М.: Премиум Инжиниринг. – 2009. – 576 с.

4 Тетельмин В., Язев В. Нефтегазовое дело. Полный курс. – М.: Интеллект. – 2014. – 800 с.

5 Кудинов В. Основы нефтегазопромыслового дела. – М.: Институт компьютерных исследований, Регулярная и хаотическая динамика. – 2011. – 734 с.

References

1 Elemanov B. D. Osnovnye problemy razrabotki neftjanyh mestorozhdenii, oslozhnennoi korroziei, otlozhenijami parafina i solei: na primere mestorozhdenii Respubliki Kazahstan: Tengiz, Karachaganak, Uzen' i Zhetybai. Avtoreferat….. dokt. tehn. nauk. – Moskva. – 2003.

2 Bol'shoi spravochnik inzhenera neftegazodobychi. Razrabotka mestorozhdenii. Oborudovanie I tehnologii dobychi /Pod red. U. Laionz, G. Plizg. – M.: Professija. – 2009. – 952 s.

3 Deik L.P. Osnovy razrabotki neftjanyh I gazovyh mestorozhdenii. – M.: Premium Inzhiniring. – 2009. – 576 s.

4 Tetel'min V., Jazev V. Neftegazovoe delo. Polnyi kurs. – M.: Intellekt. – 2014. – 800 s.

5 Kudinov V. Osnovy neftegazo promyslovogo dela. – M.: Institut komp'yuternyh issledovanii, Reguljarnaja I haoticheskaja dinamika. – 2011. – 734 s.

ӘОЖ: 622.276.5:550.064

Резюме

МолдабаеваГ.Ж. , БайботаеваС.Е.
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу университеті)

МҰНАЙ ӨНДІРУДЕ ДЕЭМУЛЬГАТОРЛАРДЫ ҚОЛДАНУДЫҢ ҒЫЛЫМИ НЕГІЗДЕРІ

Мұнайдың алуан түрлі қасиеттері және әр түрлі қасиеттері бар деэмульгаторларды көп мөлшерде әзірлеу, мұнай кен орындарын жайластыру жүйелері технологиялық жағдайларды анықтауды қажет етеді, мұндайда деэмульгаторлардың әсер етуі оңтайлы (оптималды) болады.

Кілт сөздер:деэмульгаторлар, мұнай, қасиеттері, кенорын, өндіру.

UDC: 622.276.5:550.064

Summary

Moldabayeva G.Zh. , Baibotayeva S.E.
(Kazakh National Research Technical University named after K.I.Satpayev)
SCIENTIFIC BASES OF APPLICATION DEMULSIFIERS
AT OIL PRODUCTION

Development of a large number of demulsifiers with various properties and a variety of properties of oil, systems of arrangement of oil fields does necessary definition of technological conditions under which action of demulsifiers will be optimum.

Keywords:demulsifiers, oil, properties, fields, production.

УДК 622.261:622.276.2

Нурлыбаев Р.О.[1], Помашев О.П.[2]
([1]Институт горного дела им. Д.А. Кунаева , [2]Казахский национальный технический исследовательский университет им. К.И. Сатпаева, г. Алматы)

РАЗРАБОТКА СПОСОБА И ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ ОДИНОЧНЫХ МОЩНЫХ НЕФТЯНЫХ ПЛАСТОВ

Аннотация

Целью настоящей работы ставилось – повышение эффективности отработки месторождений мощных нефтяных пластов, за счет разработки новой схемы подготовки и технологии добычи нефти, что является одной из актуальных задач, решение которой имеет большое научно-практическое значение. Предложенная технология с учетом достоинств и недостатков известных технических решений в области разработки как нефтяных, так и рудных месторождений во многом способствует решению проблем возврата оставленных по разным причинам в недрах земли огромных нефтяных запасов. Дополнительная добыча ранее потерянных и трудноподдающихся к разработке нефтяных пластов традиционными методами эксплуатации, значительно преумножит запасы сырой нефти, что весьма важно, особенно при нынешних условиях истощения нефтяных месторождений и, соответственно, неуклонного роста потребности в нефтепродукциях.

Ключевые слова: *месторождение нефтеносных пластов; маловязкая и высоковязкая нефть; запасы нефти; одиночный мощный нефтяной пласт; подготовительные и добычные выработки; добычные скважины; подошвенный породный слой; раскрытие (вскрытие) нефтеносного пласта; дебит нефти.*

Түйін сөздер: *мұнайлы қыртыс кенорыны; тұтқырлығы төмен және жоғары мұнай; мұнай қоры; жаңғыз қуатты мұнайлы қыртыс; даярлайтын және мұнай алу кеңістігі; мұнай алу (тарту) скважиналары; табандық тау жыныс қабаты; мұнайлы қыртысын ашу; мұнай түсімі.*

Keywords: *low-viscosity and high-viscosity oil; deposit reservoirs; oil reserves; single powerful oil reservoir; preparation and mining production; production wells; Plantar breed layer; disclosure (opening) of an oil reservoir; oil flow rate.*

В настоящее время в мире осваивается и разрабатывается огромное количество нефтяных месторождений в различных горно-геологических и горнотехнических условиях. После эксплуатации их, в недрах нефти по разным причинам оставляется значительный объем запасов нефти. Такие потерянные запасы нефти по сведениям мировой информации на данный момент составляют порядка 50-60%, что значительно удорожает последующую добычу нефти, существенно повышая ее себестоимость. Оставлять такие колоссальные нефтяные запасы после эксплуатации их месторождений, экономически не выгодно и технически не целесообразно в условиях востребованности нефтепродукции и в связи с этим дефицита стратегического сырья. Решение данной проблемы с использованием новейшей технологии

является весьма актуальным вопросом, имеющим большое научно-практическое значение.

Дополнительный объем добычи нефти из ранее потерянных и трудноподдающихся к разработке нефтеносных пластов, традиционными методами эксплуатации, значительно преумножит запасы сырой нефти, что весьма важно, особенно при нынешней ситуации истощения нефтеносных месторождений и, соответственно неуклонного роста потребности в нефтепродукциях в малодобывающих странах или в странах, где вовсе нет нефтяных месторождений.

Исходя из сложившихся обстоятельств, на решение указанной проблемы и направлена настоящая работа, в которой рассматриваются различные способы и технологии подготовки и добычи нефти и других полезных ископаемых.

В настоящее время в силу природного разнообразия (многообразия) залегания нефтяных месторождений и их горно-геологических характеристик, существует великое множество схем и способов их эксплуатации, используемых в различных горно-геологических и горнотехнических условиях. Однако не все они достаточно эффективны в должной мере, поэтому необходимо их совершенствовать или на основе этих различных существующих схем подготовки, вскрытия и способов добычи нефтяных пластов, разработать новые наиболее эффективные и перспективные способы и технологии, что несомненно является одной из актуальных задач, решение которой имеет важное научно-практическое значение. В свете этого, на основе анализа и критической оценки ряда известных патентованных технических решений [1, 2], а также содержащихся в научно-технической литературе [3] методов добычи месторождений полезных ископаемых, наиболее представляющих интерес, авторами настоящей статьи разработан и предложен новый способ подготовки и добычи одиночных мощных нефтяных пластов [4].

Ниже рассматриваются некоторые из них с анализом альтернативных вариантов в сравнении с предложенным техническим решением. Например, известен способ разработки месторождения высоковязкой нефти, включающий закачку теплоносителя в скважины, пробуренные с поверхности, отбор нефти через добывающие скважины, пробуренные из горной выработки пологонаклонными и расположенными рядами. А выработку проводят в продуктивном нефтяном пласте или ниже него, при этом нагнетательные скважины, бурят вблизи границы участка разрабатываемого месторождения между рядами добывающих скважин. В промежутке между ними и параллельно им пробуривают пологовосстающие скважины. Забои их ориентированы в кровлю нефтяного пласта, а сами скважины пересекают нагнетательные скважины или проходят в зоне их влияния и образуют единую нагнетательную систему, попеременно сменяющую пар на

попутно добываемую воду для циклической закачки теплоносителя в разные группы скважин [1].

Проанализировав данную схему подготовки и способа добычи высоковязкой нефти можно заключить, что они малоэффективны и непроизводительны. Основным недостатком их является то, что при маловязкой нефти и наличии в ней растворенного газа по нефтяному пласту проводить горную выработку и бурить из нее пологонаклонные скважины в сторону кровли пласта практически трудно осуществить, порой не представляется возможным.

Существует также и другой способ добычи высоковязкой нефти, включающий как и прежде закачку теплоносителя в нагнетательные скважины, пробуренные с поверхности и из горной выработки, отбор нефти через радиально расположенные добывающие скважины, пробуренные из горной выработки [2].

Этому способу также присущи свои недостатки, как закачка пара осуществляемой из горной выработки через радиально расположенные скважины, вследствие чего способ малопроизводителен и менее эффективен. Кроме того, данная технологическая схема добычи нефти не приемлема при эксплуатации маловязких нефтей, содержащих растворенный газ.

Для более глубокого изучения вопросов, связанных с разработкой месторождений маловязкой нефти проанализировали различные способы и системы разработки месторождений полезных ископаемых [3]. В данной работе всесторонне охвачены аспекты и проблемы эксплуатации различных видов добываемого сырья из недр земли, в том числе и нефти. В ней изложено более 250 разнообразных подземных систем разработок для различных горно-геологических и горнотехнических условий при эксплуатации месторождений разных твердых видов полезных ископаемых.

Исходя из анализа обширного материала, связанного с классификацией и выбором методов подземной разработки месторождений авторы ограничились изучением возможностей применения (использования) отдельных приемлемых элементов известных систем разработок применительно к способам и технологиям разработки нефтегазовых месторождений. В результате чего нами установлена возможность взаимствования некоторых схем подготовок из практики разработки месторождений твердых полезных ископаемых. Например, проведение в устойчивых горных породах комплекса подземных выработок, как ствола с оставлением вокруг него охранного целика, от ствола дополнительную выработку, затем из нее кольцевую выработку с последующим проведением радиально направленных от ствола ряд выработок. Такую схему подготовки залежи к разработке вполне можно использовать применительно к нашему случаю для разработки одиночных мощных нефтяных пластов с соответствующими изменениями и коррективами, необходимыми для решения

поставленных задач по достижению цели. А целью предлагаемого способа является повышение эффективности добычи нефти за счет получаемого технического результата при его реализации на практике, сравнительно с приведенными выше и наиболее распространенными способами разработки нефтяных пластов.

Ниже на рисунке изображен общий вид принципиальной схемы подготовки и разработки мощного нефтяного пласта, где показаны его вертикальный разрез и план расположения подготовительных выработок, а также добычных скважин.

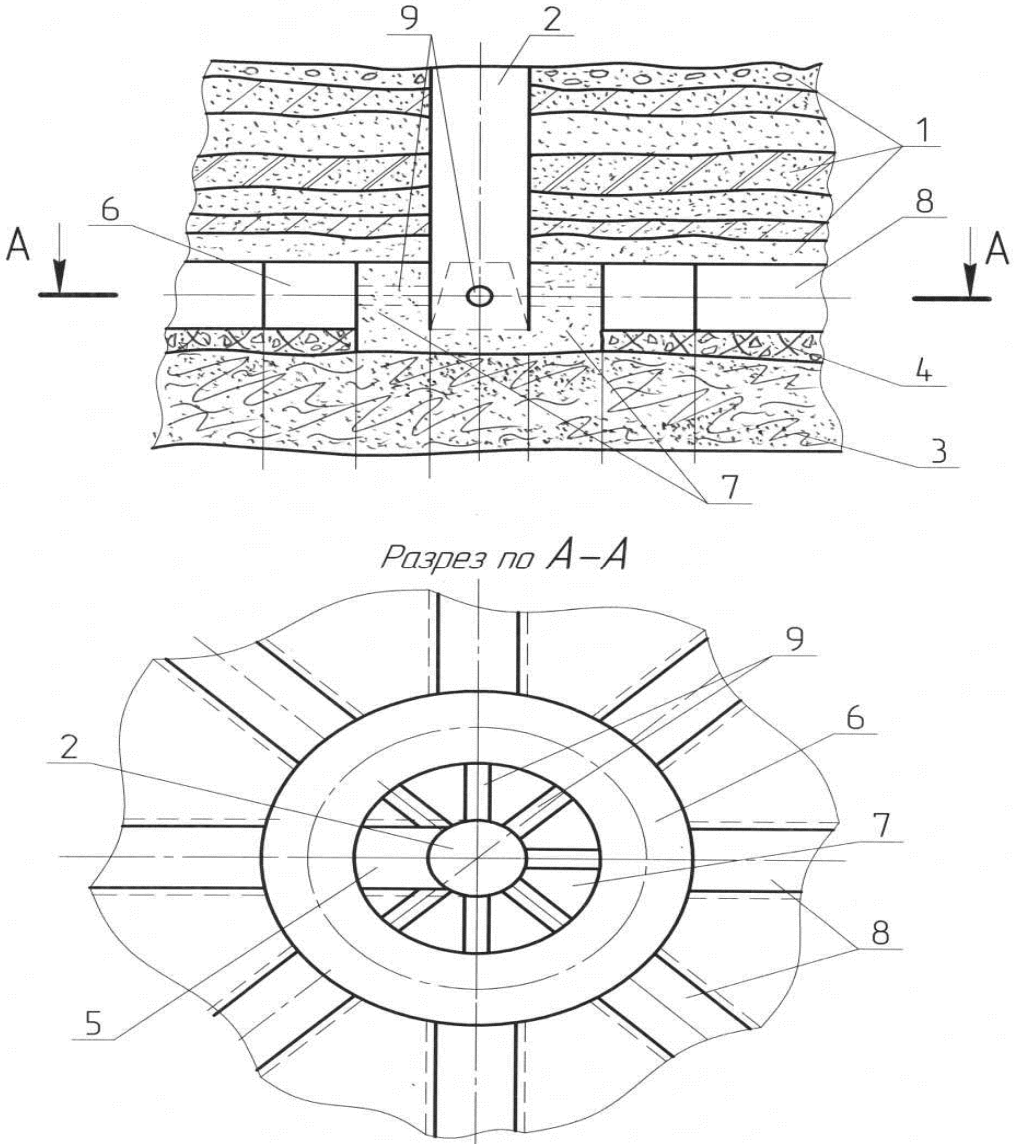
Суть предлагаемого способа заключается в последовательности выполнения всех горных работ по подготовке и вскрытию нефтяного пласта и согласно приведенному рисунку 1, технология добычи нефти осуществляется следующим образом.

В начале традиционным методом с поверхности земли в породных слоях горного массива 1 проходят требуемого размера (диаметра) ствол 2 до непосредственной кровли нефтяного пласта 3 и при этом в подошве оставляют некоторый слой породы 4 до нефтяного пласта 3 мощностью (толщиной) достаточной для выдерживания внутрипластового давления. Затем от ствола 2 проходят первоначальную выработку 5 протяженностью 25-30 м, также по породам кровли нефтяного пласта с оставлением подошвенного породного слоя (корки) 4. Из этой выработки 5 проходят кольцевую выработку 6 вокруг ствола 2 с формированием заодно приствольного охранного целика 7. Из кольцевой выработки 6 в породах кровли нефтяного пласта 3 также с оставлением подошвенной корки 4, проводят расходящиеся в радиальном направлении от ствола определяемое *n*-ое число необходимых добычных выработок 8. Каждую из них формируют конкретной протяженности и сечения, в зависимости от геометрии и запасов нефтяного пласта, местоположения ствола и производительности нефтедобычи по этим выработкам в единицу времени и т.д.

Далее в вокругствольном охранном целике 7 пробуривают также расчетно определяемое *n*-ое число радиальных добычных скважин 9, в зависимости от степени предполагаемой вязкости и ожидаемой интенсивности нефтепотока. Эти скважины соединяют полости (объемы) ствола с кольцевой выработкой 6 и обеспечивают ожидаемый дебит нефти. Затем после соответствующей подготовки ствола 2 и его устьевой части к приему дебита нефти, подошвенные слои пород 4 закольцевой выработки 6 подготавливают к разрушению взрывами для раскрытия нефтяного пласта 3, после чего подошвенную корку 4 и верхние части пласта 3 взрывают и тем самым нефтяной пласт вводят в эксплуатацию.

При этом за счет достаточных объемов выработок 8, взорванные массы породной подошвы 4 и верхней части пласта 3 получают достаточное (необходимое) разрыхление. Благодаря этому нефть и газ

под давлением нефтяного пласта 3 устремятся и смешиваясь потекут по взорванной рыхлой среде к стволу 2.



1 – слои горных пород; 2 – ствол; 3 – нефтяной пласт; 4 – подошвенный породный слой (корка); 5 – приствольная выработка; 6 – кольцевая выработка; 7 – вокругствольный охранный целик; 8 – расходящиеся от ствола в радиальном направлении выработки; 9 – добычные скважины

Рисунок 1 – Принципиальная схема подготовки и разработки одиночных мощных нефтяных пластов

И так, соответствующим образом подготовленный ствол вмонтированным в его устьевой части необходимым оборудованием (насосные установки и другие технические средства), а также расчетные транспортирующие нефтепроводы (трубопроводы) вполне обеспечат принять запланированный объем нефти, чем достигается должная

эффективность технологии добычи нефти из мощных нефтеносных пластов разработанным способом, позволяющим улучшить технико-экономические показатели нефтедобывающего предприятия.

Область применения данной технологии не ограничивается лишь разработкой одиночных мощных нефтяных пластов. Она вполне приемлема и достаточно эффективна и при разработке оставленных по разным причинам локальных компактных по площади залегания как одиночных, так и группы мощных нефтяных пластов.

Предлагаемый способ ввиду некоторых своих преимуществ также может заменить менее эффективные способы при разработке трудно или неподдающихся традиционным способам добычи запасов нефти.

Литература

1 Патент РФ № 2114289, МКИ E21B 43/24 /Способ разработки месторождения высоковязкой нефти //Тюнькин Б.А., Букреев В.М., Груцкий Л.Г. и др. – Опубл. 1998, - Бюл. № 18.

2 Патент US № 4434849, МПК[7] E21B 43/24. /Способ разработки залежи высоковязкой нефти //Зазирный Д.В., Зузлов В.Н., Коноплев Ю.П. и др. – Опубл. 1984.

3 Байконуров О.А. Классификация и выбор методов подземной разработки месторождений. Алма-Ата, Наука, 1969. - 605 с.

References

1 Patent RF № 2114289, MKI E21V 43/24 /Sposob razrabotki mestorozhdeniya vysokovyazkiy nefti (The method of development of heavy oil field) // Tyul'kin B.A., Bukreev V.M., Gretskiy L.G. i dr.- Opubl.? 1998, Byul. №18.

2 Patent US № 4434849, MPK E21V 43/24 /Sposob razrabotki zalezhi vysokovyazkoy nefti (The method of development of heavy oil field)// Zazirniy D.V., Zuzlov V.N., Konoplev U.P. i dr.- Opubl. 1984.

3 Baykonurov O.A. Klassifikatsiya i vybor metodov podzemnoy razrabotki mestorozhdeniy. (The classification and selection underground mining methods)// Alma-Ata, Nauka, 1969, Page 605.

ӘОЖ 622.261:622.276.2

Резюме

Нурлыбаев Р.О.[1], Помашев О.П.[2]
([1]Д.А.Қонаев атындағы Кен істері институты, [2]К.И. Сатпаев атныдағы Қазақ Ұллтық техникалық зерттеу университеті, Алматы қ)

ЖАНҒЫЗ ҚУАТТЫ МҰНАЙ ҚЫРТЫСТАРЫН ҚАЗЫП АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТЕТІН ӘДІСІН ЖАСАУ

Бұл жұмыста қойылған мақсат-ол мұнайды даярлауға және алуға (өндіруге) жасалған жаңа кестемесі арқылы, қуатты мұнайлы қыртыс кенорындарын өндіруінің тиімділігін арттыру. Бұның өзі бір өзекті мәселе ғылыми-тәжірбиелік маңызы зор. Мұнай және кеніштi кенорындарын белгілі техникалық шешімдермен қазып алудағы артықшылықтарымен кемшіліктерін ескере отырып ұсынылған

технологиясы, әртүрлі себептермен жер қыртыстарында қалған көп мұнай қорларын қайтару мәселелерін шешуде, көптен-көп себін тигізеді. Қолданыста жүрген әдіс-тәсілдермен бұрыңғы жоғалынған және өндіруге қиындау түсетін, мұнай қыртыстарын қосымша өндіріп алу, шикі мұнай қорларын бірталай молайтады. Бұл өте маңызды, әсіресе қазырғы мұнай кенорындарының тапшылық жағдайында және керсінше осыған орай, мұнайпродуктарының сұранысы ұдайы өсу кезенде.

Түйін сөздер: мұнайлы қыртыс кенорыны; тұтқырлығы төмен және жоғары мұнай; мұнай қоры; жаңғыз қуатты мұнайлы қыртыс; даярлайтын және мұнай алу кеңістігі; мұнай алу (тарту) скважиналары; табандық тау жыныс қабаты; мұнайлы қыртысын ашу; мұнай түсімі.

UDC 622.261:622.276.2

Summary

Nurlybayev R.O.[1], Pomashev O.P.[2]
([1]Mining Institute them D.A.Kunaev, [2]Kazakh National Technical the Research University them K.I.Satpaev, Almaty city)

DEVELOPING WAYS TO ENHANCE THE EFFECTIVENESS OF TECHNOLOGY DEVELOPMENT OF HIGH-POWER SINGLE-OIL RESERVOIRS

The aim of this work was put - improving the efficiency of mining of deposits of powerful oil reservoirs, through the development of new training schemes and technologies of oil production, which is one of the most urgent tasks, the solution of which is of great scientific and practical importance. The proposed technology is based on the advantages and disadvantages of the prior art in the development of both oil and ore deposits greatly contribute to solving the problems of return for various reasons left in the earth's vast oil reserves. Additional production previously lost and falling hard to the development of oil reservoirs traditional methods of operation, much will multiply stocks of crude oil, which is very important, especially under the present conditions the depletion of oil fields and correspondingly steady increase in demand of oil products.

Keywords: low-viscosity and high-viscosity oil; deposit reservoirs; oil reserves; single powerful oil reservoir; preparation and mining production; production wells; Plantar breed layer; disclosure (opening) of an oil reservoir; oil flow rate.

УДК 622.775

Рогов Е.И.[1], Шакиримов А.Н.[2] Рыспанов Н.Н.[3]
([1]ИГД им. Д.А. Кунаева, г. Алматы, [2]Научно-исследовательский институт «Казтехпроект», г.Астана, [3]Консорциум «Казпром-Неруд», г.Астана)

ВЛИЯНИЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ РЕНИЯ И ДРУГИХ ПОПУТНЫХ МЕТАЛЛОВ НА БОРТОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ УРАНА ПРИ ПСВ

Аннотация

Даны обоснования для учета оптимальной величины бортового содержания урана в продуктивных пластах наличия в них редких металлов, прежде всего рения.

Ключевые слова. *Бортовое содержание урана, редких элементов, влияние на борт урана*

Түйін сөздер. *Уранның төменгі шектік мөлшерінің құрамы, сирек элемент, уранның төменгі шектік мөлшеріне әсері.*

Keywords: *short-range principle, with the exception of systems of equations.*

Подземное скважинное выщелачивание (ПСВ) является эффективной технологией для отработки пластово-инфильтрационных месторождений урана. В настоящее время из руды извлекается только уран, а все другие элементы, например рений, отправляются снова в подземные пласты для возможного дальнейшего их извлечения. При этом из всех элементов наиболее перспективным является- рений.

С получением рения на поверхности возрастает извлекаемая ценность, растет прибыль, но и растут суточные эксплутационные затраты. В этой связи появляется новая и актуальная задача определения оптимальной величины бортового содержания урана в руде с учетом попутной добычи рения. В такой постановке эта задача не ставилась и совершенно не изучена.

Основным показателем, характеризующим и оценивающим промышленные запасы урана в продуктивных пластах является их продуктивность *m*, измеряемая в кг/м^2.

Обозначим искомую продуктивность пласта через *y*, тогда будем иметь две функции F_1 и F_2, которые определяются статическим методом:

$$\left.\begin{aligned} F_1 &= Q(y), \quad \text{кг} \\ F_2 &= S(y), \quad \text{м}^2 \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

где *S* - площадь месторождения или его части- блока, которая зависит от бортового содержания – *y*, кг/м^2;

Q- запасы урана в оконтуренной площади, которые также зависят от бортового содержания - *y*.

Ясно, что *S* и *Q* являются неизвестными функциями от *y*, т.е.

Функции (1) невозможно определить каким-либо теоретическим путем. Это статистические зависимости, и они определяются только по конкретным фактическим данным параметров Q_j, S_j, m_j, $j = \overline{1, N}$, N - число точек – разведочных и технологических скважин на участке.

Однако, можно заранее утверждать, что эти функции могут иметь следующий вид и это было доказано ниже:

для площади блока или участка:

$$S = \alpha_1 + \frac{\beta_1}{y}, \; м^2 \tag{2}$$

или

$$S = \alpha_2 \cdot e^{-\beta_2 y}, \; м^2 \tag{3}$$

для запасов урана в блоке:

$$Q = \alpha_3 - \beta_3 \cdot y, \; кг \tag{4}$$

или

$$Q = \alpha_4 \cdot e^{-\beta_4 y}, \; кг \tag{5}$$

Запишем функцию цели по главному критерию J_1 – прибыль пока только с учетом извлечения из продуктивного раствора (ПР) только рения и урана:

$$J_1 = z_p\left(a_1 + \frac{b_1}{y}\right) \cdot M_Э \cdot C_P \cdot \varepsilon_P \cdot \rho_n \cdot 10^{-3} + z_U(\alpha_3 - \beta_3 y) - \\ - \left\{ \frac{\left(a_1 + \frac{b_1}{y}\right)}{\theta \cdot R_0^2}(\theta + 1) \cdot C_{скв} \cdot H + t_Э \cdot C_Э + C_o \right\} \to \max \tag{6}$$

при ограничении:

$$\check{y} \le y \le \hat{y} \tag{7}$$

где *t*- срок отработки блока, сут;

$C_Э$ - суточные затраты на отработку, $/сут;

C_0 - постоянные затраты при отработке блока, $;

$C_{скв}$ - стоимость 1м. пог. И технологических скважин, $/м;

θ - параметр площади, который равен для гексагональной ячейки θ =2,6; для квадратной θ = 2; для прямоугольной ячейки θ =1,6 при соотношении сторон *b* = 2*a* и для треугольной θ =1,3;

R_0 - радиус ячейки, м;

z_p, z_U - цена рения и урана, $/кг;

$M_Э$ – эффективная мощность пласта, м;

- содержание рения в руде, г/т

$\rho_п$ – плотность пород продуктивного пласта, т/м^3.

Находим точку математического максимума по у из уравнения:

$$\frac{\partial J_1}{\partial y} = -\frac{z_p \cdot b_1 \cdot M_э \cdot C_p \cdot \varepsilon_p \cdot \rho_п \cdot 10^{-3}}{y^2} - z_U \cdot \beta_3 + \frac{b_1(\theta+1) \cdot C_{скв} \cdot H}{y^2 \cdot \theta \cdot R_0^2} = 0$$

преобразуя уравнение (8), будем иметь:

$$\frac{1}{y^2}\left(\frac{b_1(\theta+1) \cdot C_{скв} \cdot H}{\theta \cdot R_0^2} - z_p \cdot b_1 \cdot M_э \cdot C_p \cdot \varepsilon_p \cdot \rho_п \cdot 10^{-3}\right) = z_t \qquad (9)$$

и из (9) получим точку максимума:

$$y_0 = \sqrt{\frac{\dfrac{b_1(\theta+1) \cdot C_{скв} \cdot H - z_p \cdot b_1 \cdot M_э \cdot C_p \cdot \varepsilon_p \cdot \rho_п \cdot 10^{-3}}{\theta \cdot R_0^2}}{z_U \cdot \beta_3}}, \quad \text{кг/м}^2 \qquad (10)$$

Если получится, что $y_0 > \hat{y}$, то решением будет $y_0 = \hat{y}$ и наоборот при $y_0 < \check{y}$, $y_0 = \check{y}$

Анализ сложной формулы (10) показывает, что оптимальное значение борта y_0 с учетом продаж рения будет уменьшаться в сравнении с уже полученными нами решениями только для урана. Этот вывод вполне логичен и согласуется с практикой.

И далее по аналогии с уравнением (10) получим новое комплексное уравнение:

$$y_0 = \sqrt{\frac{b_1\left[\dfrac{(n+1)C_{скв} \cdot H}{\theta \cdot R_0^2}\right] - 10^{-3} \cdot \rho_n \cdot b_1 \cdot M_Э \cdot \sum_{j=1}^{N} C_j \cdot \varepsilon_j \cdot z_{pj}}{z_U \cdot \beta_3}} \qquad (11)$$

Ясно также, что если $y_0 > \hat{y}$, то решением будет

$$y_0 = \hat{y} \qquad (12)$$

и наоборот при $y_0 < \check{y}$,

$$y_0 = \check{y} \qquad (13)$$

Полученные формула (11) для любого числа N полезных извлекаемых компонентов из ПР также не противоречит физическому смыслу решаемой задачи.

Из этого следует вывод:

Даны конечные расчетные формулы (10) и (11), позволяющие вычислять оптимальные значения бортового содержания урана при подземном скважинном выщелачивании и попутных элементов.

Методические положения для определения оптимальной величины y_o- бортового содержания урана в продуктивных пластах

Общая блок-схема алгоритма вычисления y_o - оптимальной величины бортового содержания урана в продуктивном пласте приведена ниже:

⇩

1	Данные по разведочным и технологическим скважинам метропроценты- m_c или m-кг/м^2 урана $m_c = \frac{m}{17}$ или $m = 17 \cdot m_c$

⇩

2	Получение путем обработки статистических данных по блоку 1 закономерностей: $S_{бл}(y)$ и $Q_{бл}(y)$

⇩

3	База данных для инженерных расчетов оптимальных величин y_o по блокам

⇩

4	Выбор критерия оптимальности: J_1-прибыль J_2-потери урана J_3-максимум содержания урана в ПР J_4-относительный суммарный проигрыш по первым трем критериям

⇩

5	Определение оптимальной величины бортового содержания y_o урана в продуктивном пласте блока или участка

⇩

6	Адаптация y_o к постоянно изменяющимся условиям среды по m_C, R_o, Z, $C_{ав}$ и т.д.

⇩

7	Принятие решений

База исходных данных для расчетов бортового содержания урана в продуктивных пластах

Основным базовым материалом для различных расчетов геотехнологических параметров ПСВ урана является исследования геофизическими методами многих параметров по разведочным и технологическим скважинам.

Для решения задачи об оптимизации бортового содержания урана в продуктивных пластах блоков, участков и месторождения в целом главнейшими параметрами являются те, которые определяют главный критерий-максимум прибыли по руднику.

Ниже приводится исходная информации для расчетов оптимальной величины бортового содержания урана в продуктивном пласте.

Исходная информация:

β_1; β_3-статистические параметры, определяемые по базе геофизических данных по продуктивности пласта;

n- параметр отношения числа закачных скважин к откачным в пределах одного блока при ПСВ урана; для полных схем *n* = 2,6 - для гексагональных схем вскрытия и отработки блоков;

n = 2 - для квадратных схем;

n =1,6 - для прямоугольных (рядных) схем при *b* = 2*a*, где *b* - расстояние между рядами откачных и закачных скважин, *a* - расстояние между соседними закачными скважинами в ряду, м.

n = 1,3 - для треугольных схем.

Все другие не стандартные схемы (кривые, круглые) могут иметь параметр *n* > 2,6.

Параметр $C_{скв}$ - стоимость 1 м погонного технологической скважины с полной оснасткой $/м;

H - глубина залегания продуктивного пласта от поверхности до почвы нижнего водоупора, м.

Параметр *z* - стоимость на рынке закиси-окиси урана - величина сильно зависящая от времен, $/кг;

Параметр - уже описан ранее связан с отношением числа ЗС к ОС в блоке; безразмерный.

R_o - оптимальный радиус элементарной ячейки, определяемый по формулам предложенным академиком Е.И.Роговым, д.т.н. В.Г.Языковым и д.т.н., проф. А.Е.Роговым.

Гексагональная ячейка:

$$R_0 = \sqrt[4]{\frac{S_{бл}(n+1)C_{скв} \cdot H \cdot \beta_n \cdot \overline{K_ф} \cdot (n \cdot S_n + S_0)}{371 \cdot f_n \cdot C_э}}, м \qquad (14)$$

Квадратная ячейка:

$$R_0 = \sqrt[4]{\frac{S_{бл}(n+1)C_{скв} \cdot H \cdot \beta_n \cdot \overline{K_ф} \cdot (n \cdot S_n + S_0)}{310 \cdot f_n \cdot C_э}}, м \quad (15)$$

Прямоугольная ячейка (рядная схема) при $b = 2a$:

$$R_0 = \sqrt[4]{\frac{S_{бл}(n+1)C_{скв} \cdot H \cdot \beta_n \cdot \overline{K_ф} \cdot (n \cdot S_n + S_0)}{205 \cdot f_n \cdot C_э}}, м \quad (16)$$

Прямоугольная ячейка (рядная схема) при $b = \xi a$:

$$R_0 = \sqrt[4]{\frac{S_{бл}(n+1)C_{скв} \cdot H \cdot \beta_n \cdot \overline{K_ф} \cdot (n \cdot S_n + S_0)(\xi^2 + 0{,}25)}{287 \cdot \xi \cdot f_n \cdot C_э}}, м \quad (17)$$

При обязательном соблюдении условия:

$$\underset{\smile}{R} \le R \le \widehat{R}, м$$

В приведенных формулах R_0 обозначено:

$S_{бл}$- площадь блока, м^2;

n - параметр отношения ЗС к ОС в блоке $n = \frac{N_{зс}}{N_{ос}}$;

$C_{скв}$ - стоимость проходки и оснастки ЗС и ОС, $/м;

H - глубина скважин, м;

β_n- параметр в функции отношение жидкого к твердому f в растворе:

$\beta_n = \frac{0{,}675}{f}$, безразмерная величина;

$\overline{K_ф}$- математическое ожидание коэффициента фильтрации в блоке, площадь $S_{бл}$; м/сут;

$S_н$ – динамический напор на ЗС, компрессия ОС м вод. ст. ;

$S_о$ - динамический напор на ОС м вод. ст.;

ξ –параметр$1 \le \xi \le 3$;

$C_э$- суточные прямые затраты, связанные с добычей урана $/сут.

Определение бортового содержания металлов при ПСГД

Теоретические основы определения оптимальных значений бортового содержания металлов по четырем критериям оптимальности $J_1 \div J_4$, в принципе аналогичны и для ПСГД.

Отличительной особенностью здесь следует отметить:

- стоимость проходки и оснастки добычных и нагнетательных скважин;

- процесс скважинной гидродобычи по отработке какого-либо блока связен с дополнительными затратами на поддержание в устойчивом состоянии кровли камер;

- суточные затраты по руднику ПСГД будут конечно же различны с ПСВ металлов, поэтому статистические параметры β_1, β_2, β_3 и β_4) будут отличными от ПСВ.

Стоимость добычных и нагнетательных скважин представим для ПСГД в виде суммы:

$$C_{\text{скв}} \cdot H = H\left(C^{\partial}_{\text{скв}} + \theta C^{\text{н}}_{\text{скв}}\right), \$,$$

где $C^{\partial}_{\text{скв}}$ - стоимость 1 м добычной скважины, $/м;

$C^{\text{н}}_{\text{скв}}$ - стоимость 1 м нагнетательной скважины, $/м;

θ - параметр геометрии ячейки θ_1 = 2,6; θ_2 = 2,0; θ_3 = 1,6 соответственно для гексагональной и прямоугольной ячеек;

H – глубина скважин.

Затраты на поддержание кровли камер при ПСГД практически не зависят от бортового содержания добываемого ПИ.

Следовательно, расчетные формулы для ПСВ практически будут аналогичными в виде:

для

$$\mu_1 \rightarrow y_o = \frac{1}{R_o}\sqrt{\frac{\beta_1 H\left(C^{\partial}_{\text{скв}} + \theta C^{\text{н}}_{\text{скв}}\right)}{(z - C_1)\beta_3\theta}};$$

для

$$\mu_2 \rightarrow y_o = \frac{1}{R_o}\sqrt{\frac{\beta_1 H\left(C^{\partial}_{\text{скв}} + \theta C^{\text{н}}_{\text{скв}}\right)e^{\beta_4 y_{i.o}}}{\theta\beta_4 \cdot \alpha_4 (z - C_1)}};$$

для

$$\mu_3 \rightarrow y_o = \frac{1}{\beta_2}\ell n\,\frac{\alpha_2\beta_2\left(C^{\partial}_{\text{скв}} + \theta C^{\text{н}}_{\text{скв}}\right)\cdot H}{\theta \cdot R_o^2 \cdot \beta_3 (z - C_1)};$$

для

$$\mu_4 \rightarrow y_o = \frac{1}{\beta_2}\ell n\,\frac{\alpha_2\beta_2\left(C^{\partial}_{\text{скв}} + \theta C^{\text{н}}_{\text{скв}}\right)\cdot H}{\frac{1}{J(y_{i.o})}(z - C_1)\beta_3\left(\frac{1}{\hat{y}} - \frac{1}{\check{y}}\right)}.$$

Полученные формулы для вычисления оптимальных значений бортового содержания металлов при ПСД требуют дальнейшей практической проверки. Пока этот важный этап в исследованиях осуществить не представляется возможным, так как в Казахстане нет рудников и не проектируются для ПСГД. Но, тем не менее, это важное направление в горных науках следует продолжать пока хотя бы на уровне теории.

Экономическая эффективность от оптимизации бортового содержания урана при ПСВ

Экономический эффект при отработке любого блока или участка продуктивного пласта урана по оконтуренному оптимальному значению бортового содержания вычисляется по формуле:

– При:

$$y_р > y_0 \qquad (18)$$

Условие (18) означает, что в блоке произведено оконтуривание по борту $y_р$ больше, чем у оптимальное значение - y_0.

При этом условии часть запасов:

$$Q_П = (\alpha - \beta y_0) - (\alpha - \beta y_р), \text{ кг} \qquad (19)$$

будет потеряно в недрах:

или

$$Q_П = \beta(y_р - y_0), \quad \text{кг} \qquad (20)$$

А при извлечении запасов $Q_П$ будет получена дополнительная прибыль в размере:

$$П = \beta(y_р - y_0) \cdot z, \text{ кг} \qquad (21)$$

где z - цена на закись окись урана, $/кг.

Запасы при борте 0,982:

$$З_1 = 12{,}394 \cdot 10^6 \cdot 0{,}982 \text{ кг}$$

при борте 0,7:

$$З_2 = 12{,}394 \cdot 10^6 \cdot 0{,}7 \text{ кг}$$

$$q_u = (12{,}394 - 0{,}982 \cdot y) \cdot 10^6 \text{ кг}$$

$$y_1 = 1 \text{кг/м}^2$$

$$y_2 = 0{,}7 \text{кг/м}^2$$

тогда

$$q_{u1} = (12{,}394 - 0{,}982 \cdot 1) \cdot 10^6 = 11{,}412 \cdot 10^6 \text{ кг}$$

$$q_{u2} = (12{,}394 - 0{,}982 \cdot 0{,}7) \cdot 10^6 = 11{,}707 \cdot 10^6 \text{ кг}$$

Так для условий опытного участка № 1 месторождения Акдалы при установленной априори величине бортового содержания урана *y* = 1 кг/м^2 будем иметь при y_0=0,7 кг/м^2 и при *z* = 60 $/кг:

$П = Э = (11{,}707 - 11{,}412)10^6 \cdot 60 = 17{,}7 \cdot 10^6$ \$ США или 17,7 млн. $ США на блок.

Из этого расчета понятно, что оптимизация бортового содержания урана в блоках имеет достаточно весомое экономическое значение при разработке урана способом ПСВ.

Выводы

1 Установлена аналитическая зависимость величины бортового содержания урана в гидрогенных месторождениях, обеспечивающая безубыточную добычу закиси-окиси урана для любых рудников ПСВ;

2 Установлены закономерности влияния основополагающих геотехнологических и стоимостных параметров:

- радиуса ячейки – R_o, м;
- глубины разработки – *H*, м;
- стоимости 1 м погонного геотехнологических скважин, $, м;
- стоимости на рынке 1 кг закиси-окиси урана.

3 Разработана общая блок-схема методических положений для расчетов в адаптивном режиме оптимальной по прибыли величины бортового содержания урана по любому блоку или участку гидрогенного месторождения.

4 Показана экономическая эффективность от оптимизации бортового содержания урана в блоках гидрогенных месторождениях.

УДК 622.775

Резюме

Рогов Е.И.[1], Шакиримов А.Н.[2], Рыспанов Н.Н.[3]
([1]ИГД им. Д.А. Кунаева, г. Алматы, [2]Научно-исследовательский институт «Казтехпроект», г.Астана,[3] Консорциум «Казпром-Неруд»)

УРАНДЫ ЖҰС КЕЗІНДЕ БОРТТЫҚ ҚҰРАМЫНА РЕНИЙ ЖӘНЕ БАСҚА ДА МЕТАЛДАРДЫ АЛУ КЕЗІНДЕГІ ӘСЕРІ

Уранның төменгі шектік мөлшерінің оңтайланған мөлшерін есепке алу үшін, оның ішінде кенді жиекте сирек металдардың, әсіресе ренийдің бар екендігі көрсетілген.
Түйін сөздер: Уранның төменгі шектік мөлшерінің құрамы, сирек элемент, уранның төменгі шектік мөлшеріне әсері.

UDK 622.775

Summary

Rogov Y.I. , Shakirimov A.N. , Ryspanov N.N.
(Mining institute after D.A. Kunayev, Almaty, Scientific-Research Institute "Kaztehproekt", Astana, Consortium "Kazprom-Neruda")

Given the rationale for the optimal value accounting airborne uranium in the presence of reservoirs in these rare metals, especially the re-of.
Keywords: short-range principle, with the exception of systems of equations.

УДК:622.276.323

Орынгожин Е.С.[1], Шукманова А.А.[2], Алишева Ж.Н.[1], Малгаждар Б.О.[2]

([1]Институт горного дела им. Д. А. Кунаева,[2]Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева, г. Алматы)

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ МЕТОД НЕФТЕОТДАЧИ И ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАЗРЫВ ПЛАСТА

Аннотация

В этой статье изучены гидродинамический метод нефтеотдачи и метод гидроразрыв пласта. Гидродинамические методы при заводнении позволяют интенсифицировать текущую добычу нефти, увеличивать степень извлечения нефти, а также уменьшать объемы прокачиваемой через пласты воды и снижать текущую обводненность добываемой жидкости

Ключевые слова: *нефть, добыча,методы,гидродинамика, гидроразрыв, интенсификация, пласт, заводнения, пластовые воды.*

Түйінді сөздер: *мұнай, игеру,тәсілдер,гидродинамика, сумен жару, жылдамдату, қабат, су айдау, қабат сулары.*

Keywords: *oil, production,method,hydrodynamic, hydraulic fracture, stimulation, formation, water flooding, formation water.*

Гидродинамические методы при заводнении позволяют интенсифицировать текущую добычу нефти, увеличивать степень извлечения нефти, а также уменьшать объемы прокачиваемой через пласты воды и снижать текущую обводненность добываемой жидкости

Интегрированные технологии. Интегрированные технологии выделяются в отдельную группу и не относятся к обычному заводнению водой с целью поддержания пластового давления. Эти методы направлены на выборочную интенсификацию добычи нефти.

Прирост добычи достигается путем организации вертикальных перетоков в слоисто-неоднородном пласте через малопроницаемые перемычки из низкопроницаемых слоев в высокопроницаемые на основе специального режима нестационарного воздействия [1].

Барьерное заводнение на газонефтяных залежах. Эксплуатация газонефтяных месторождений осложняется возможными прорывами газа к забоям добывающих скважин, что вследствие высокого газового фактора значительно усложняет их эксплуатацию. Суть барьерного заводнения состоит в том, что нагнетательные скважины располагают в зоне газонефтяного контакта. Закачку воды и отборы газа и нефти регулируют таким образом, чтобы исключить взаимные перетоки нефти в газовую часть залежи, а газа – в нефтяную часть [2].

Нестационарное (циклическое) заводнение. Суть метода циклического воздействия и изменения направления потоков жидкости заключается в том, что в пластах, обладающих неоднородностью по

размерам пор, проницаемости слоев, пропластков, зон, участков и неравномерной их нефтенасыщенностью (заводненностью), вызванной этими видами неоднородности, а также отбором нефти и нагнетанием воды через дискретные точки – скважины, искусственно создается нестационарное давление. Оно достигается изменением объемов нагнетания воды в скважины или отбора жидкости из скважин в определенном порядке путем их периодического повышения или снижения.

В результате такого нестационарного, изменяющегося во времени воздействия на пласты в них периодически проходят волны повышения и понижения давления. Слои, зоны и участки малой проницаемости, насыщенные нефтью, располагаются в пластах бессистемно, обладают низкой пьезопроводностью, а скорости распространения давления в них значительно ниже, чем в высокопроницаемых насыщенных слоях, зонах, участках. Поэтому между нефтенасыщенными и заводненными зонами возникают различные по знаку перепады давления. При повышении давления в пласте, то есть при увеличении объема нагнетания воды или снижения отбора жидкости, возникают положительные перепады давления: в заводненных зонах давление выше, а в нефтенасыщенных – ниже [2].

Недостаток метода: При снижении давления в пласте, то есть при уменьшении объема нагнетаемой воды или повышении отбора жидкости, возникают отрицательные перепады давления: в нефтенасыщенных зонах давление выше, а в заводненных – ниже. Под действием знакопеременных перепадов давления происходит перераспределение жидкостей в неравномерно насыщенном пласте. Форсированный отбор жидкости применяется на поздней стадии разработки, когда обводненность достигает более 75 %. При этом нефтеотдача возрастает вследствие увеличения градиента давления и скорости филтрации. При этом методе вовлекаются в разработку участки пласта, не охваченные заводнением, а также отрыв пленочной нефти с поверхности породы.

Большие энергозатраты, высокая вероятность и неизбежность локальных прорывов теплоносителя, низкий коэффициент охвата тепловым воздействием пласта, его низкая экранирующая способность, так как теплоноситель уходит по трещинам в горные выработки за пределы продуктивного пласта. Все это приводит к большим энергопотерям и низкому коэффициенту извлечения нефти.В связи с этим для интенсификации добычи нефти и повышения нефтеотдачи нефтеносных коллекторов кроме прогрева на продуктивные пласты производят воздействие упругими колебаниями с различными значениями и диапазоном частот.Недостатками этого способа являются низкая нефтеотдача, большие энергозатраты на прогрев продуктивного пласта, а также энергопотери, возникающие в связи с неизбежным обогревом вмещающих пород [2].

При гидравлическом разрыве пласта (ГРП) происходит создание трещин в горных породах, прилегающих к скважине, за счет давления на забое скважины в результате закачки в породы вязкой жидкости. При ГРП в скважину закачивается вязкая жидкость с таким расходом, который обеспечивает создание на забое скважины давления, достаточного для образования трещин.

Трещины, образующиеся при ГРП, имеют вертикальную и горизонтальную ориентацию. Протяженность трещин достигает нескольких десятков метров, ширина – от нескольких миллиметров до сантиметров. После образования трещин в скважину закачивают смесь вязкой жидкости с твердыми частичками – для предотвращения смыкания трещин под действием горного давления. ГРП проводится в низкопроницаемых пластах, где отдельные зоны и пропластки не вовлекаются в активную разработку, что снижает нефтеотдачу объекта в целом. При проведении ГРП создаваемые трещины, пересекая слабодренируемые зоны и пропластки, обеспечивают их выработку, нефть фильтруется из пласта в трещину гидроразрыва и по трещине к скважине, тем самым увеличивая нефтеотдачу [2].

Недостаток метода: Возможны ситуации, при которых гидроразрыв пласта приводит к ожидаемому результату — интенсификация дебита скважины – однако вместе с этим происходит поступление в скважину не только нефти, но и сопутствующих вод (например, при непредвиденном нарушении герметичности близлежащего коллектора с водой), что приводит к скачку уровня обводненности скважины и может свести на нет положительный эффект данной операции.

Горизонтальные скважины. Технология повышения нефтеотдачи пластов методом строительства горизонтальных скважин зарекомендовала себя в связи с увеличением количества нерентабельных скважин с малодебитной или обводненной продукцией и бездействующих аварийных скважин по мере перехода к более поздним стадиям разработки месторождений, когда обводнение продукции или падение пластовых давлений на многих разрабатываемых участках (особенно в литологически неоднородных зонах нефтеносных пластов с трудноизвлекаемыми запасами) опережает выработку запасов при существующей плотности сетки скважин. Увеличение нефтеотдачи происходит за счет обеспечения большей площади контакта продуктивного пласта со стволом скважины [2].

Электромагнитное воздействие. Метод основан на использовании внутренних источников тепла, возникающих при воздействии на пласт высокочастотного электромагнитного поля. Зона воздействия определяется способом создания (в одной скважине или между несколькими), напряжения и частоты электромагнитного поля, а также электрическими свойствами пласта. Помимо тепловых эффектов электромагнитное воздействие приводит к деэмульсации нефти,

снижению температуры начала кристаллизации парафина и появлению дополнительных градиентов давления за счет силового воздействия электромагнитного поля на пластовую жидкость [2].

Волновое воздействие на пласт. Известно множество способов волнового термоволнового (вибрационного, ударного, импульсного, термоакустического) воздействия на нефтяной пласт или на его призабойную зону.

Основная цель технологии – ввести в разработку низкопроницаемые изолированные зоны продуктивного пласта, слабо реагирующие на воздействие системы ППД, путем воздействия на них упругими волнами, затухающими в высокопроницаемых участках пласта, но распространяющимися на значительное расстояние и с достаточной интенсивностью, чтобы возбуждать низкопроницаемые участки пласта.

Применением таких методов можно достичь заметной интенсификации фильтрационных процессов в пластах и повышения их нефтеотдачи в широком диапазоне амплитудно-частотной характеристики режимов воздействия.

При этом положительный эффект волнового воздействия обнаруживается как в непосредственно обрабатываемой скважине, так и в отдельных случаях, при соответствующих режимах обработки проявляется в скважинах, отстоящих от источника импульсов давления на сотни и более метров.

То есть при волновой обработке пластов принципиально можно реализовать механизмы как локального, так и дальнего площадного воздействия.

Все вышеперечисленные методы характеризуются различной ппотенциальной возможностью увеличения нефтеотдачи пластов [2]. Согласно обобщенным данным при применении современных методов увеличения нефтеотдачи КИН составляет 30–60% в то время, как при первичных способах разработки (с использованием потенциала пластовой энергии) – в среднем не выше 20–25%, а при вторичных способах (заводнении и закачке газа для поддержания пластовой энергии) – 25–35% МУН позволяет увеличить извлекаемых запасов нефти.

Среднее значение указанного коэффициента к 2020 году благодаря им увеличится с 35% до 50% с перспективой дальнейшего роста. Если в 1986 году добыча нефти за счет МУН составляла в мире около 77 млн. тонн, то в настоящее время она увеличилась до 110 млн. тонн. Всего, по данным OilandGasJournal, к 2006 году в мире, за исключением стран СНГ, реализовывался 301 проект по внедрению МУН.

Отметим также, что, по оценкам специалистов, использование современных методов увеличения нефтеотдачи приводит к существенному увеличению коэффициента извлечения нефти (КИН). Повышение КИН, например, лишь на 1% в целом по России позволит добывать дополнительно до 30 млн. тонн в год. Таким образом, мировой

опыт свидетельствует, что востребованность современных МУН растет, их потенциал в увеличении извлекаемых запасов внушителен. Этому способствует и то обстоятельство, что себестоимость добычи нефти с применением современных МУН по мере их освоения и совершенствования непрерывно снижается и становится вполне сопоставимой с себестоимостью добычи нефти традиционными промышленно освоенными методами.

Литература

1 Сургучев М.Л. Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи пластов. – М.: Недра, 1985. – 308 с.

2 Желтов Ю.В., Кудинов В.И., Малофеев Г.Е. Разработка сложно построенных месторождений вязкой нефти в карбонатных коллекторах/ Учебное пособие. – М.: Нефть и газ, 1997. – 256 с.

References

1 SurguchevM.L. Secondary and tertiary enhanced oil recovery methods. – M.:Nedra, 1985. – 308 p.

2 Zheltov U.V., Kudinov V.I., Malofeev G.Y. Development of complicated formatting high viscosity oil fields in carbonate reservoirs. Training tool. – M.: Oil and gas, 1997. – 256 p.

ӘОЖ:622.276.323

Резюме

Орынгожин Е.С., ШукмановаА.А., АлишеваЖ.Н., МалгаждарБ.О.
(Д.А. Қонаев атындағы Кен істер институты,Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық техникалық зерттеу университеті Алматы қ.)

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ МЕТОД НЕФТЕОТДАЧИ И ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАЗРЫВ ПЛАСТА

Бұл мақалада мұнайбергіштіктің гидродинамикалық және қабаттарды сумен жарутәсілдері қарастырылған. Гидродинамикалық әдістер су айдау кездерінде мұнай алуды жылдамдатып, мұнайбергіштікті арттырады, сонымен қатар айдалатын судың көмемін реттеп отырады және қабаттарды су басудың алдын алу шараларын қарастырады.

Түйінді сөздер:мұнай, игеру,тәсілдер,гидродинамика, сумен жару, жылдамдату, қабат, су айдау, қабат сулары.

UDC: 622.276.323

Sammary

Oryngozhin Y.S., Shukmanova A.A. , Alisheva Zh.N. , Malgazhdar B.O.
(Mining institute after D.A. Kunayev, Kazakh National Technical University Research them. K.I.Satpaev, Almaty)

HYDRODYNAMICAL ENHANCED OIL RECOVERY METHOD AND HYDRAULIC FRACTURE

Hydradynamical enhanced oil recovery method and hydraulic fracture are explored in this paper. Hydradynamical methods when water flooding allow to increase current oil production, enhanced oil recovery factor and decrease volume of using water for displacement and current water cut of fluid production.

Keywords:oil, production,method,hydrodynamic, hydraulic fracture, stimulation, formation, water flooding, formation water.

УДК 622.272/275

Буктуков Н.С. [1], Волков А.П.[1], Баитов Ж. К.[2]
([1]ИГД им. Д.А. Кунаева, г. Алматы, [2]ТОО «Prodrill Exploration L.L.P.» директор по производству)

ИССЛЕДОВАНИЕ ШАХТНЫХ СЕЛЕВЫХ ВОДО-КАМЕННЫХ ПОТОКОВ НА ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Аннотация

Установлены зависимости удельных расходов воды от длины транспортировки разрыхленного твёрдого материала шахтным селевым водо-каменным потоком.

Ключевые слова: *Шахтный селевой водо-каменный поток, транспортирующая способность потока, удельный расход воды.*

Түйінді сөздер: *Шахталық сел су-тас ағыны, ағынның тасымалдағыштық қабылеті, судың үлестік шығысы.*

Key words: *Mine sill water-rock flow, carrying capacity, specific water consumption.*

Методика моделирования

В зависимости от расхода воды, принявшей участие в формировании селевого потока, количества твердого материала и его гранулометрического состава, возможно образование различных типов и видов селевых потоков (СП).

В нашем случае твердая составляющая СП, образованного в подземных условиях, представлена отбитой рудой. На основании экспериментальных исследований по определению гранулометрического состава отбитой руды [1], образованный СП по характеру дисперсной среды можно отнести к несвязному типу селевых потоков, а по виду – к водо-каменному. По своей физической природе такой поток представляет собой усложненную модель взвесенесущего водного потока. Следовательно, основные закономерности, связанные с переносом тяжелых включений водными потоками принципиально применимы к описанию несвязанных водо-каменных потоков близких с ними по характеру турбулентности движения [2]. Так как общей теории, описывающей движение двухфазных потоков различных структурных типов еще не существует, поэтому на данном этапе изучения СП моделирование проводится по общим критериям подобия, принятым в гидравлике с некоторыми ограничителями и коррективами, определяемыми как моделируемой средой, так и условиями моделирования.

Геометрическое подобие натурального и модельного потоков обеспечивается при равенстве для них нижних чисел Фруда [2], т.е. при $Fr_M=Fr_H$ или

$$v^2/L_M \cdot g = v^2/L_H \cdot g \qquad (1)$$

где g – ускорение свободного падения, м/с^2;
v – скорость потока, м/с;
L – линейный размер в метрах.

В работе [2] отмечается, что переходной зоной между ламинарным и турбулентным обтеканием частиц потоком воды является зона с размерами частиц от 0,05÷1,0 до 2÷2,5 мм. Частицы мельче нижнего размера обтекаются ламинарно, частицы крупнее верхнего – турбулентно, находясь в автомодельной области, допускающей прямое геометрическое подобие в соответствии с принятым масштабом.

В нашем случае мы имеем дело с отбитой массой руды с очень малым количеством тонкодисперсных частиц. Однако количество песчаных частиц размером от 1 до 3 мм щебенистых частиц от 3 до 20 мм составляет 11% [1]. При масштабе моделирования 1:50, исходя из геометрического подобия линейных размеров потока, мы должны будем заменить все песчаные частицы пылеватыми с размерами 0,06-0,4 мм. Тем самым мы исказим физическую среду потока, так как вода и пылеватые частицы представляют собой суспензию полуколлоидного типа, вязкость которой будет на несколько порядков превышать вязкость воды. Поэтому, не имея возможности учесть соответствующим критериям подобия переход части твердой составляющей из зоны турбулентного обтекания в зону ламинарного обтекания при геометрическом уменьшении частиц в соответствии с линейным масштабом моделирования, часть песчаных и щебенистых частиц заменяем более крупными щебенистыми от 20до 50 мм.

Ниже в таблице 1 представлен гранулометрический состав моделируемой дозы руды, где песчаные и щебенистые частицы с натуральными размерами от 1 до 20 мм заменены на более крупные щебенистые с размерами свыше 20 мм. В моделируемых дозах руды эти частицы включены в состав мелкой фракции, размер частиц которой равен 1 мм.

В работе [2] отмечается, что верхняя граница перехода водного потока из ламинарного режима в турбулентный составляет приблизительно $R_\ell = 10^3$ (R_ℓ - критерий Рейнольдса). Повышая эту границу на один порядок для водного потока, насыщенного твердой средой, мы можем гарантированно моделировать несвязный поток как турбулентный по Фруду, если $R_\ell = 10^4$.

Таблица 1 - Гранулометрический состав отбитой руды в натуре и дозы руды на модели

№ п/п	Линейный размер кусков в натуре, мм	Линейный размер кусков на модели, мм	Кусковатость в общей массе			
			Натура		Модель 1:50	
			кг	%	кг	%
1	до 3	до 0,06	17572	2,19		
2	от 3 до 5	от 0,06 до 0,1	16400	2,05		

Продолжения таблицы 1

3	от 5 до 10	от 0,1 до 0,2	32880	4,11		
4	от 10 до 25	от 0,2 до 0,4	38800	4,85		
5	от 25 до 50	от 0,4 до 1,0	54720	6,84	1,282	20,04
6	от 50 до 100	от 1,0 до 2,0	92640	11,58	0,741	11,58
7	от 100 до 200	от 2,0 до 4,0	108480	13,56	0,868	13,56
8	от 200 до 350	от 4,0 до 7,0	131200	16,40	1,050	16,40
9	от 300 до 500	от 7,0 до 10,0	128560	16,07	1,028	16,07
10	от 500 и выше	от 10,0 и выше	178800	22,35	1,430	22,35
			800000	100	6,400	100

При выбранном масштабе моделирования 1:50, глубина потока на модели ***H ср*** = 4 см, минимальная скорость его движения v = 1 м\с

R_e = v·***H ср***/v = 100·4/0,01 = 4·10^4,

где v – вязкость жидкой составляющей потока.

Из расчета видно, что в наших условиях $R_e > 10^4$, а это значит, что режим движения потока турбулентный и, следовательно, моделирование проходит в автомодельной зоне.

Искусственные шахтные сели (ШС), используемые в горнодобывающей промышленности для транспортировки твердого материала (руды), в отличие от природных селевых потоков имеют присущие только им особенности.

Экспериментальная лабораторная установка для исследования ШС показана на рисунке 1. Она состоит из:

1. Основного лотка.
2. Дополнительного лотка.

1 – основной лоток, 2 – дополнительный лоток, 3 – упор

Рисунок 1 – Устройство селевого лотка

Рабочие поверхности лотков покрыты слоем бетона (марки 500) в смеси с рудным песком. Водо-цементное соотношение смеси составляет 0,3÷0,35.

Ширина русла (лотка) на экспериментальной установке равна 0,2 м, длина основного русла (лотка) равна 12 м, длина дополнительного русла (лотка) составляет 2 м. Дополнительное русло может быть сопряжено с основным руслом практически на любом его участке.

1 – основной лоток, 4 –емкость для воды, 5 – водовод

Рисунок 2 – Сопряжение основного лотка и водовода

Для установки дополнительного лотка 2 под заданным углом относительно горизонта к эстакаде крепили упор 3 на высоту соответствующую этому углу. В верхней части основного лотка 1 устанавливали аккумулирующую емкость для воды 4, которая соединялась с прорезью в торцовой стенке основного лотка через водовод 5 (рисунок 2). В месте соединения водовода 5 и торцовой стенки основного лотка 1 укладывали моделируемую дозу породы (руды).

Основное отличие экспериментальной установки заключается в том, что она дает возможность практически полностью идентифицировать условия остановки селевых потоков. Идентичность условий остановки селей позволяет опосредованно получать ряд характеристик зарождения и движения исследуемых на моделях ШС. Соблюдение идентичности условий остановки исследуемых СП реализуется на дополнительном участке русла СП. Такая возможность исследования СП с помощью дополнительного русла связана с тем, что само дополнительное русло по форме и по качеству не отличается, как правило, от основного русла, где зарождается и движется СП.

Отличие состоит в том, что дополнительное русло устанавливается под углом меньшим угла наклона основного русла, сопряженного с ним,

обеспечивая таким образом полную остановку СП в пределах дополнительного русла. Длина его и угол наклона зависят от технических условий эксперимента. Наличие дополнительного русла установленного под соответственно подобранным углом наклона, позволяет создавать совершенно одинаковые условия для остановки СП, имеющего самые разнообразные характеристики.

Расстояние от начала дополнительного русла (от места стыковки с основным руслом) до центра масс твердой составляющей сели, определяемое после его остановки на дополнительном участке русла, дает количественную величину важнейшей характеристики селевого потока, его транспортирующую способность.

Установление зависимости удельных расходов воды от длины селетранспортировки горной массы

Опыты проводили на селевом лотке большой протяженности (рисунок 1). При этом максимальная длина основного лотка составляла 12, а дополнительного лотка 2 м. Замеры транспортирующей способности моделируемого селевого водо-каменного потока осуществляли на различных участках основного лотка. Длины этих участков составляли 2, 4, 8 и 12 м.

Таблица 2 – Результаты лабораторного эксперимента по определению транспортирующей способности моделируемого селевого потока в зависимости от длины русла (угол наклона основного лотка – 24º, длина дополнительного лотка – 2 м, ширина лотков – 17 см (1 калибр), масса твердого в навале – 6,4 кг, угол наклона дополнительного лотка – 9,5º)

№ п/п	Длина основного лотка $l_{осн}$, (м)	Масса воды подаваемой на навал в модели тв,(л)	Масса породы в самоотмостке, (кг)	Путь пройденный селем на дополнительном лотке (в калибрах)	Удельный расход воды на модели $Q_М$, (л/кг)	Длина селедостаткигорной массы в натуре L, (м)	Удельный расход воды в натуре $Q_Н$, (м^3/т)
1.	2	1,54	0,21	-0,71			
2.	2	1,75	0,15	0,9			
3.	2	2,0	-	2,14			
4.	2	2,62	-	5,95	0,49	100	0,41
5.	4	2,0	0,34	-0,47			
6.	4	2,5	0,27	2,77			
7.	4	2,75	0,23	4,02			
8.	4	3,0	0,2	6,05	0,55	200	0,47
9.	8	3,0	0,75	-0,52			
10.	8	3,5	0,56	0,64			
11.	8	4,0	0,52	2,73			
12.	8	4,5	0,51	5,33	0,78	400	0,70
13.	12	3,5	1,24	-0,36			
14.	12	4,5	1,17	0,88			

Продолжения таблица 2

15.	12	5,0	1,09	1,76			
16.	12	5,5	0,98	5,41	0,93	600	0,85

В процессе эксперимента было установлено, что моделируемый селевой поток общей массой 10-13 кг растягивался практически на всю длину основного лотка. При этом начиная с 3м пройденного пути моделируемый селевой поток начинает терять часть своей массы за счет отложения мелкой и средней фракций породы (руды) по длине лотка в виде самоотмостки. Так, например, по мере движения на основном лотке длиной 12 м моделируемый селевой поток терял в самоотмостке 20-22% от своей начальной массы.

К сожалению, из-за ограниченных возможностей не удалось зафиксировать полную разгрузку селевого потока по всей длине бесконечно удаленного лотка. Однако и при ограниченной длине основного лотка (12 м) удалось определить количественные характеристики удельных расходов воды для поддержания постоянной транспортирующей способности потока на всем протяжении русла (лотка). Для этого на каждом выделенном участке основного лотка заданной длины проводили замеры транспортирующей способности моделируемого селевого потока по пути пройденному им на дополнительном лотке при различных удельных расходах воды. При этом диапазон изменения расходов воды был достаточно широким.

Пересчет удельных расходов воды для натуральных (производственных условий) производили с учетом масштаба моделирования посредством следующего соотношения:

$$K_н = K_м - K_м^0\left(\frac{N-1}{N}\right)$$

где, *N*- масштаб моделирования, *N*= 50;

$K_н$ - коэффициент относительного расхода воды в натуре (производственных условиях);

$K_м$ - коэффициент относительного расхода воды на модели;

$K_м^0$ - коэффициент, характеризующий влагоемкость руды (породы), используемой в моделях.

Величина коэффициента $K_м^0$ определялась экспериментально. Для гранитов и габбро-диоритов при масштабе моделирования *N* = 50, величина влагоемкости была равна $K_м^0$ = 0,089.

На рисунке 3 представлен график зависимости удельных расходов воды в зависимости от длины селедоставки горной массы.

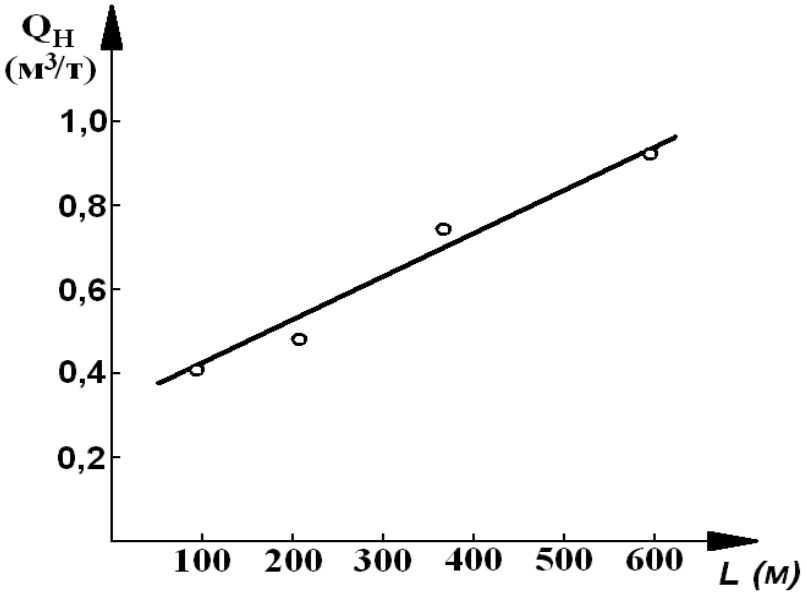


Рисунок 3 – График зависимости удельных расходов воды от длины селедоставки горной массы

В таблице 2 и графике (рисунок 3) видно, что при длине селедоставки горной массы равной 600 м в натурных (производственных) условиях удельный расход воды Q_H составляет 0,85 м^3/т. В то время как при минимальной длине селедоставки горной массы на расстояние 100 м удельный расход воды равен 0,41 м^3/т. То есть при увеличении длины доставки в 6 раз требуется увеличение удельного расхода воды в 2,07 раза. Поскольку зависимость удельных расходов воды Q_H от длины селедоставки L выражается линейной функцией, тогда коэффициент резерва расхода воды, зависящий от длины селедоставки горной массы будет следующим $K_L = 0{,}00178L + 0{,}998$

Таким образом, для уточнения расчетов при определении удельных расходов воды в зависимости от длины селедоставки в конкретных производственных условиях следует использовать указанный коэффициент резерва с целью обеспечения оптимальной транспортирующей способности шахтного селевого потока.

Литература

1 Отчёт о НИР «Разработка и промышленное испытания систем и параметров для разработки наклонных залежей Анненского горного района». ИГД АН КазССР, Алма-Ата. -1985. – 120 с.

2 ФлейшманС.М.Сели-Л.:Гидрометиздат. -1978. – 309 с.

References

1 Report on research work “Development and commercial testing of systems and parameters for development of incline deposits of Annen mountain area” Institute of Mining Affairs Academy of Sciences KazSSR, Alma-Ata. -1985. - 120 p.

2 Fleishman S.M. Seli-L.:Gidrometizdat.-1978. – 309 p.

ӘОЖ 622.272/275

Аңдатпа

Буктуков Н.С.[1], Волков А.П.[1], Баитов Ж. К.[2]
([1]Д.А. Қонаев атындағы ТКИ, Алматы қ., [2]«Prodrill Exploration L.L.P.» ЖШС өндіріс жөніндегі директор)

ФИЗИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕ ШАХТАЛЫҚ СЕЛ СУ-ТАС АҒЫНДАРЫН ЗЕРТТЕУ

Шахталық сел су-тас ағынымен қопсытылған қатты материалды тасымалдау ұзындығына судың үлестік шығыстарының байланыстылығы анықталды.

Түйінді сөздер. Шахталық сел су-тас ағыны, ағынның тасымалдағыштық қабылеті, судың үлестік шығысы

UDC 622.272/275

Summary

Buktukov N.S.[1], Volkov A.P.[1], Baitov J.K.[2]
([1]D.A.Kunayev Mining Institute, Almaty [2]Prodril l Exloration LLP, production director)

STUDY OF MINE SILL WATER-ROCK FLOWS IN THE PHYSICAL MODEL

Executive summary. Dependences are established for the water rates on the length of loose solid material transportation by the mine sill water-rock flow.

Key words. Mine sill water-rock flow, carrying capacity, specific water consumption.

ӘОЖ 622.245.5

Нұрбекова К.С., Жолмагамбетова С.Ж., Мусаев С.Т.
(Қ.И.Сатпаев атындағы ҚазҰТЗУ, Алматы қ.)

ҚАБАТТЫ ГИДРАВЛИКАЛЫҚ ЖАРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Аннотация

Берілген мақалада қабатты гидравликалық жару деген не, оның техникасы мен технологиясы қарастырылды. Қабатты гидравликалық жару – түп зонасындағы жаңа сынақтарды жасанды әдіспен жасу үшін қабаттқа жоғарғы қысыммен сұйық айдау арқылы жасау. Қабатты гидрожару әдісінің мәні - ұңғыма түбі аймағына жоғары қысыммен арнайы сұйықтықты айдаған кезде жаңа жарықшақ пайда болады және алдыңғылары кеңейеді, осы жарықшақтар ашық күйінде сақталуы үшін іріктелген кварцты құм енгізіледі. Сонымен қатар бұл әдісті қолданудың тиімділігі мен кемшіліктері, тәсілдері мен талаптары қарастырылды

Түйін сөздер:*қабатты гидравликалық жару, эмульсия, қысым, тау жыныстары, толтырушылар.*

Ключевые слова: *гидравлический разрыв пласта, эмульсия, давление, горные породы, наполнители.*

Keywords: *hydraulic fracturing, emulsion, pressure, rocks, fillers.*

Қазақстандағы тұтқырлығы жоғары мұнай қабаттарының жылулық әдістен басқа да бірнеше әдістерді қолдануға болады.

Қабатты гидравликалық жару – (ҚГЖ) түп зонасындағы жаңа сынақтарды жасанды әдіспен жасу үшін қабаттқа жоғарғы қысыммен сұйық айдау арқылы жасау. Алынған ойықтардың жағалауы болмас үшін, операциядан кейін және қысымның төмендеуінен кейін, бірінші қабатқа сұйықпен бірге түйіршікті материял - кварцты құм айдалады. Жарудан болған сынықтар қабат тереңдігіне өтіп, ұңғыны түп аймағынан алыстаған қабаттың өнімді бөлшектермен қосады [1].

ҚГЖ келесі операциялардан тұрады:

1. Қабатқа жару сұйығын онда сынықтардың болуы үшін айдау;
2. Сұйықты құм аралас айдау, ол сынықтарды толтыру үшін арналған;
3. Құмды сынықтарға толтыру үшін оны сұйықпен итеру.

Жару кезінде жасау механизімін келесі жолмен елестетуге болады. Түп тау жыныстарында табиғи микроаймақтар бар, бірақ олар тау қысымымен сығылып тұрады. Бұндай сынықтардың өткізгіштігі өте төмен. Сораптың қысымымен қабатқа айдалған сұйық фильтрацияланып, бірінші өткізгіштігі жоғары қабатшалардан өтеді, сонымен бірге жаңағы табиғи ойықтарға да әсерін тигізеді. Осының салдарынан қабатшалар арасындағы бірыңғайлық болмайды.

ҚГЖ-дың аса маңызды параметрі қысым болып табылады, ол жыныс материалында ойықтар пайда болады. Идеалдық жағдайда ойықты жару қысымы P_p тау қысымы $P_г$-дан төмен болмауы керек. Бірақ жалпы

жағдайларда әдетте жару қысымы тау қысымынан аз болатын кездер болады. Бұл ұңғыны бұрғылаған кезде тау жыныстарының қуаты диформацияланып (қабатшалар, мұнайлы қабат). Осы диформациялар салдарынан қабат зонасында бұзылу аймақтары көбейіп, нәтижесінде тау жыныс қысымы ұңғы аймағында төмен болады. Сондықтан гидрожару қысымы төмен болады [2].

Практикада анықталғандай ұңғы түбінде жару қысымы P_p 1,5 ρqh -тан 2,5 дейінгі аралықта болады, мұндағы ρ -қабат тығыздығы, h-ұңғы тереңдігі.

Гидрожару сұйығы ретінде әртүрлі сұйықтар, олардың химия-физикалық құрылысы әр түрлі қолданылады. Олар екі топқа бөлінеді: көмірсутек негізіндегі сұйық және су негізіндегі сұйық. Барлық атқаратын жұмыстарына байланысты сұйықтар үш категорияға бөлінеді: жару сұйығы, құмтасушы сұйық және итеру сұйығы.

Көмірсутек сұйығы мұнай ұңғыларында қолданылады, оған жоғары тұрақтылықты мұнай кіреді, мазут, дизельді сұйық, керосин мұнай сабындарымен қоюландырылған сұйықтар т.б. Ал су айдау ұңғыларында қолданылады, олардың қатарына кіретіндер: сульфитспиртті қоспалы су, тұщы немесе тұзды су, тұзды немесе HF қышқылдар, реагенттер қосылған сулар т.б. Гидрожарушы сұйық ретінде әртүрлі эмульсиялар кең қолданылады (гидрофобты) сулы мұнай (гидрофильді) және қышқылды керосин.

Эмульсиялар механикалық жолмен дайындалады. Оған ортадан тепкіш сорап немесе алты сатылы сораптар химиялық реагенттер қолданылады.

Гидрожаруда барлық сұйықтар келесі талаптарда орындалуы тиіс:

1. Жұмысшы сұйық абсалютті қабаттың жынысы өткізгіштігін азайтпауы керек. Көмірсутек негізіндегі сұйықпен суға қаныққан жынысты фильтрациялағанда оның өткізгіштігі біршама төмендейді, сонымен мұнайға қаныққан жыныстардың фазалы өткізгіштігі төмендейді. Сондықтан гидрожаруда жұмысшы сұйық ретінде мұнай ұңғымаларына көмірсутек негізіндегі, ал айдау ұңғыларына су қолданылады [3].
2. Жұмысшы сұйық толығымен шығаруда қабат өткізгіштігін өзгертпейтін ондағы кеуекті жыныстарынан өнімді толығымен ала-алатын қасиетке ие болуы керек.
3. Тұтқырлығы жоғары сұйықтарды қолданғанда қабатты өңдегенде тұтқырлық тұрақты болуы керек;
4. Қыс мезгілінде қолданғанда жұмысшы сұйық төмен температурада қатпауы керек;
5. Ол қымбат емес және дифицит болмауы керек;
6. Жару сұйығының анықталған тұрақты тұтқырлығы болуы керек;

Құм тасушы сұйыққа айтылған талаптардан басқа келесілері қойылады: ол минималды фильтрацияланатын, яғни құрамындағы топырақты бастапқы күйде сақтау үшін. Жоғарғы ұстағышты қасиет құмтасушы сұйық үшін тиімсіз, яғни топырақтың тұнуы, түпке құмтасушы

сұйықты ұңғы түбіне дейін жеткізу үшін айдалады. Осыдан игеру сұйығының айдалатын көлемін НКТ көлеміне тең болады. Игеру сұйығы барлық жағдайларда да минималды тұтқырлық мәніне ие болуы керек. Көбіне жай су қолданылады [4].

Толтырушылар - пайда болған сынықтарды толтыру үшін қажет. Олар келесі талаптарды қанағаттандыруға тиіс:

- біршама қажетті қуатқа ие болуы керек;
- жоғары өткізгіштік қасиетін сақтау керек.

Бұл талаптарды біртекті кварцты құм жақсы қанағаттандырады. Бірақ құм өте жоғары тығыздыққа ие, ол сұйық тығыздығынан қатты ерекшеленеді. Осыған байланысты әлем практикасында толтырушы ретінде шөлмекті шариктер қолданылуда, сонымен бірге боксит түйіршіктері т. б.

Қабатты сұйықпен жару үшін бірінші ретте өнімділігі төмен жыныстардың табиғи аз өткізгіштілігінен болатын ұңғымаларды немесе түп маңы аймағының сүзгіштігі қабатты ашқанда нашарлаған ұңғымаларды таңдайды. Сондай-ақ, қабат қысымы ұңғыға мұнай ағынын қамтамасыз ететіндей болуы керек. Жаруға дейін ұңғымаларды ағынды зерттейді және оның жұту қабілеті мен жұту қысымын анықтайды. Жағуға дейінгі және кейінгі ағынды зерттеулер нәтижелері мен ұңғының жұту қабілеті туралы мәліметтер жүргізілген іс нәтижелерін талдауға мүмкіндік береді, жару қысымын шамамен бағалауға, жару жасау үшін қолданылатын сұйықтың қолайлы қасиеттері мен мөлшерін дұрыс таңдауға, жарудан кейін түп маңы аймағы жыныстарының өткізгіштігінің өзгеруін талдауға көмектеседі. Ұңғыда жұмысты бастау алдында құрғату арқылы тазалайды және жуады.

Жуылған, тазаланған ұңғыға диаметрі 76 немесе 102 мм сорап құбырлары түсіріледі, олармен жару сұйығы түпке түседі. Диаметрі кіші құбыр түсірілсе біршама қысым жоғалтулары нәтижесінде жару процесі қиындайды. Шегендеу тізбегін жоғары қысым әсерінен қорғау үшін, қабаттың үстіне пакер қойылады. Қысым көтерілгенде ол тізбекпен жылжымауы үшін құбырларда гидравликалық пакер орнатқан жөн. Құбырлар мен пакер ішіндегі қысым үлкен болған сайын пакердің поршендері соғұрлым үлкен күшпен жылжиды және шегендеу тізбегіне қосылады. Поршендер бүйіріндегі сақиналы қырлар тізбекке сұғынып, қысым өскен сайын, сондай күшті тежеу қарсылығын көрсетеді. Пакердің басқа да түрлері бар.

Ұңғыма сағасы сұйық айдайтын агрегаттар косылатындай етіп арнайы жабдықталады. Қабатты жару құбырларға жару сұйығын айдау арқылы қабат бөлінген сәтке дейін жүреді, ол ұңғы сыйымдылық коэффициентінің өсуінен байқалады. Егер жару үшін нашар сүзілетін сұйық қолданылса, сондай-ақ түп маңы аймағы жыныстарының өткізгіштігі саз ертіндісімен ластануы нәтижесінде төмендеген болса, кейде жарылған сәтке айдау қысымының төмендегені байқалады. Жарудан кейін қабатқа құмтасығыш - сұйық айдайды [5].

Құмтасығыш - сұйықты үлкен жылдамдықпен және жоғары қысыммен айдаудың тиімділігі зор ,себебі, бұл жағдайда қалыптасқан жарықтар жақсы ашылады. Құбырларда қалып қойған құмтасығыш сұйық қабатқа ұңғымен сығу сұйығын айдау арқылы сығылады. Ол ретінде мұнай ұңғымалары үшін мұнай және айдау ұңғымалары үшін су қолланылады. Содан кейін ұңғыма сағасын бекітеді және оған қысым төмендегенше тимейді. Сосын ұңғыманы жуады, құмнан тазалайды және оны меңгеруге кіріседі. Өңдеуге керекті құмтасығыш - сұйық көлемін жарыққа қажет құм мөлшерімен енгізіп, сондай-ақ сұйықтағы шекті құрамы бойынша анықтауға болады. Бірінші жару жарыққа 5-6 $м^3$ құм кіргізген дұрыс, ал кейінгілерінде құм мөлшері 10-20 т-га жеткізеді. Шетелдерде жарыққа 90 т құм енгізген де болған.

Технологиялық үлгіні таңдау мен қабатты өндеу пайдалылығы біршама дәрежеде жабдықтар куатына байланысты. Жақсы нәтижелерге сығу сұйығын айдау қысымы мен жабдықтардың өнімділігі жоғары болғанда қол жеткізіледі, бұл, жарықтардың жақсы ашылуымен және оларлың құммен толтырылуымен түсіндіріледі.

Терең емес ұңғыларда қабатты жаруды сораптық-компрессорлық құбырларды түсірмей-ақ немесе құбырлармен, бірақ пакерсіз жүргізуге болады. Бірінші жағдайда сұйық тікелей шеген құбырлармен айдалады, ал екіншісінде - құбырлармен де, сақиналы кеңістікпен де айдайды. Мұндай технологияларды қолданғанда тұтқырлығы жоғары сұйық айдаған кезде, ұңғыда қысым жоғалтуын азайтуға болады [6]. Ағын шарттарын жақсарту үшін қабатты бірнеше рет жаруға да болады. Оның мәні қабатта әртүрлі тереңдікте бірнеше жарықтар пайда болады, осылайша ұңғыларда түп маңы аймағы жыныстарының өткізгіштігі біршама артады.

Қабатты бірнеше рет жаруды келесі тәсілдермен іске асыруға болады:

1. Әдеттегі технологиямен гидравликалық жарылыс жасап, артынан ұңғыға сұйықпен бірге жарықты уақытша тығындайтын немесе жару аралығына келетін перфорациялық тесіктерді жабатын арнайы заттар айдалады. Бүл қысымды қайта көтеруге және қабатты басқа жерде жаруға мүмкіндік береді. Тығындағыш материал ретінде түйіршікті нафталин, пластмасса дәндер және т.б. қолданылады [7]. Ұңғыманы меңгергенде нафталин мұнайда еріп кетеді, ал дәндер ағынмен айдалып шығарылмайды.

2. Жарықтар жасауға арналған аймақты әрқашан да екі пакермен немесе гидравликалық қақпақпен бөліп тастауға болады және қабатты жаруды әдеттегі технологиямен жүргізуге болады.

3. Бірнеше рет жаруды, өнімді қабатшаларын құм тығынымен бөліктеп тастау арқылы жасауға болады.

Саз қабатшалары көп, яғни тік бағытта өткізгіштігі төмен қималарда өнімді қабатшаларды қосатын тік жарықтар тудырған дұрыс. Мұндай жарықтарды қалыптастыру үшін жарудың сүзілмейтін сұйықтарын

қолданады. Тік жарықтар жарудың сүзілетін сұйықтарын айдағанда да сұйық шығынын және түпке түсірілетін қысымды тез көтергенде қалыптасуы мүмкін.

Қабаттардың жарылуын жеңілдету үшін алдын-ала таңдалған жерде құйма ағында перфорация немесе тізбекті торпедамен тесіп өткізуге болады. Кейін осы аймақ пакерлермен бөлінеді (саңылаусызданады).

Қабатты гидрожару технологиясы жетілу үстінде. Жарудың әртүрлі әдістері, цемент сақинасын жарылудан сақтау, қабатты жоғары қысымды газбен жару сияқты жаңа әдістер ұсынылуда.

Гидрожару жүргізгенде аса көңіл бөлуді талап ететін маңызды сұрақ - қалыптасатын жарықтардың орны мен сипатын анықтау. Бұл мәселе жарыққа жай және радиоактивті құм енгізілгеннен кейін болатын радиоактивтік зондтау әдістері арқылы шешілуде. Құмды әрекеттік күйге келтіру адсорбция және оның бетіне радиоактивті заттарды бекіту жолымен іске асырылады. Адсорбцияланған активті бөлшектер құм түйірлерін су мен мұнайда ерімейтін жабысқақ затпен жабу арқылы бекітіледі. Зондтау қисықтарында жарықтар қалыптасқан аралықта радиоактивтіліктің анық аномалиялары көрінеді.

Әдебиеттер тізімі

1 Б.С.Чернов, М.Н.Базлов, А.И.Жуков. "Гидродинамические методы исследования скважин и пластов", Москва, Гостоптехиздат; 1960.

2 В.И.Щуров. "Технология и техника добычи нефти", Москва, Недра; 1988.

3 В.Д.Лысенко. "Проектирование разработки нефтяных месторождений", Москва, Недра; 1987.

4 Климов А.А. Методы повышения нефтеотдачи пластов. - М.: Наука, 2007. - 389 с.

5 Нұрсұлтанов Ғ.М., Абайылданов Қ.Н. «Мұнай мен газды өндіріп өңдеу» Алматы: Альманах 1999.

6 Нұрбекова К.С. «Газ және газды конденсатты кен орындарды игеру» Алматы, 2004.

7 Сургучев М.Л. Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи. - М.: Недра, 2006. - 567 с.

References

1 B.S.Chernov, M.N.Zhukov. “Gidrodinamicheskie metody issledovaniya skvazhin i plastov”, Moskva, Gostoptexizdat:1960 g.(in Russ)

2 V.I.Shurov. “Tehnologiya i tehnika dobychi nefti”, Moskva, Nedra; 1988 g. (in Russ)

3 V.D.Lysenko. “Proektirovanie razrabotki neftyanyh mestorozhdenii”, Moskva, Nedra; 1987 g. (in Russ)

4 Klimov A.A. Metody povysheniya nefteotdachi plastov. – M.:Nauka, 2007 g, - 389 p. (in Russ)

5 Nursultanov G.M., Abaiyldanov K.N. “Munai men gazdy ondirip ondeu” Almaty: Al’manah 1999 zhyl. (in Kaz)

6 Nurbekova K.S. “Gaz zhane gazdy kondensatty ken oryndardy igeru” Almaty 2004 zhyl. (in Kaz)

7 Surguchev V.L. Vtorichnye i tretichnye metody uvelicheniya nefteotdachi. – M.:Nedra, 2006 g. 567 p. (in Russ)

УДК 622.245.5

Резюме

Нурбекова К.С., Жолмагамбетова С.Ж., Мусаев С.Т.
(КазНИТУ им. К.И.Сатпаева, г.Алматы)

ТЕХНОЛОГИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА

В данной статье рассмотренно что такое гидравлический разрыв, его техника и технология применения. Гидравлический разрыв пласта это - исскуственным путем создание высокопроводимой трещины в целевом пласте и с большим давлением нагнетание жидкости для обеспечения притока добываемого флюида. Основная суть данного метода заключается в том, что когда нагнетается жидкость с высоким давлением появляются новые трещины и расширяются старые и для того чтобы они были открытыми вводится кварцевый песок. Таким образом увеличивается приток флюида. Так же рассмотрены применимость и недостатки данного метода.

Ключевые слова: гидравлический разрыв пласта, эмульсия, давление, горные породы, наполнители.

UDK 622.245.5

Summary

Nurbekova K.S., Zholmagambetova S.Zh., Musaev S.T.
(KazNRTU named after K.I.Satpaeva, Almaty)

Hydraulic fracturing technology

In this paper given description of the hydraulic fracturing, its technics and application technology. Hydraulic fracturing is a well stimulation technique in which rock is fractured by a pressurized liquid. The process involves the high pressure injection of fracking fluid into a wellbore to create cracks in the deep-rock formations through which fluids will flow more freely . The main idea of this method is when the hydraulic pressure is removed from the well, small grains of hydraulic fracturing proppants hold the fractures open. Accordingly, fluid rate that can be produced increases effectively. Also ,there applicability and drawbacks of this method are considered.

Key words: Hydraulic fracturing, emulsion, pressure, rocks, fillers.

УДК 622.775

Рыспанов Н.Н.[1] Шакиримов А.Н.[2]
([1]Консорциум «Казпром-Неруд», г.Астана [2]Научно-исследовательский институт «Казтехпроект», г.Астана,)

ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЦИПА БЛИЗКОДЕЙСТВИЯ ОТКАЧНЫХ И ЗАКАЧНЫХ СКВАЖИН ПРИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ РАСЧЕТАХ ДЛЯ ДОБЫЧИ МЕТАЛЛОВ СПОСОБОМ ПОДЗЕМНОГО СКВАЖИННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Аннотация

Строго доказано объективное свойство близкодействия ОС и ЗС в рамках одной любой элементарной ячейки, что дает возможность отказаться от решения систем гидродинамических уравнений для всего блока.

Ключевые слова: *Принцип близкодействия, исключение систем уравнений.*
Түйін сөздер: *Жақын әсерлесу принципі, теңдеулер жүйесін алып тастау.*
Keywords: *short-range principle, with the exception of systems of equations.*

1 Введение

Преодоление значительной значительной размерности решения систем нелинейных уравнений совместно с закачными и погружными насосами осуществляется обоснованием закономерности близкодействия работы ОС и ЗС в любых блоках ПСВ урана.

2 Теория задачи

Известно из практики добычи урана способом подземного выщелачивания (ПСВ), что в одновременной работе находится несколько сот технологических скважин – закачных и откачных. Все скважины в процессе эксплуатации взаимодействуют, создавая сложную гидродинамическую систему, расчет которой при проектировании и управлении является делом не простым и практически не изученным. В этой связи для расчета гидродинамической системы нами обоснован принцип близкодействия технологических скважин.

Рассмотрим эксплуатационный участок ПСВ урана, на котором одновременно действует $N_{зс}$ – закачных и $N_{ос}$ – откачных скважин. Для указанной сложной гидродинамической системы, которая отображается на сетевом графе *G = (U, Г)*, при проектировании и управлении процессами добычи урана необходимо многократно решать прямую задачу, которая записывается ниже.

На всех закачных скважинах – $N_{зс}$ заданы напоры (компрессии) в метрах водяного столба $S_{нi}, i = \overline{1, N_{зс}}$ на откачных скважинах заданы депрессии $S_{oj}, j = \overline{1, N_{ос}}$. Требуется определить дебиты (расходы) -

$Q_j,\ j=\overline{1,N_{oc}}$ и $Q_i,\ i=\overline{1,N_{зс}}$ откачных и закачных скважин при заданных значениях параметров. Далее принято: $n=\frac{N_{зс}}{N_{oc}}$ - параметр;

$\overline{K}_{фi-j}$ – среднее значение коэффициента фильтрации по дуге графа U_{i-j} от i-ой закачной к j-ой откачной скважине, м/сутки;

$\overline{M}_{i-j}$ – средние мощности рудовмещающего (продуктивного) горизонта по дуге U_{i-j}, м;

R_{i-j} – расстояние между скважинами i-j.

$$R_{i-j}=\sqrt{(x_i-x_j)^2+(y_i-y_j)^2} \tag{1}$$

$S_{кi-j}$ - безразмерный коэффициент, характеризующий скин-эффект (сопротивление) в прифильтровой зоне скважин i-j,

$$S_{i-j} = S_i + S_j. \tag{2}$$

Причем $S_{кi-j} < 0$, проницаемость прифильтровой зоны – K_1 выше проницаемости пористой среды в массиве, т.е.

$$K_{i-j} < K_{1-j}; \tag{3}$$

$S_{кi-j} = 0$, если указанные проницаемости равны, т.е.:

$$K_{i-j} = K_{1-j}, \tag{4}$$

и $S_{кi-j} > 0$, если проницаемость прифильтровой зоны меньше проницаемости массива.

Для современных ТС ПСВ характерным является условие: $S_{кi-j} > 0$.

На сетевом графе $G = (U, Г)$, число дуг равно:

$$|U| = N_{oc}\cdot N_{зс} + N_{oc} + N_{зс} + 1 \tag{5}$$

и число вершин:

$$|X| = N_{oc} + N_{зс} + 2;\ N = N_{oc} + N_{зс}.$$

Причем, здесь мы пока рассматриваем гидравлические системы, для которых соблюдается условие максимальной адаптации по депрессиям и компрессиям, т.е.

$$\left.\begin{array}{l} S_{o,1} = S_{o,2} = \ldots = S_{o,N_{oc}} \\ \text{и} \\ S_{н,1} = S_{н,2} = \ldots = S_{н,N_{зс}} \end{array}\right\}. \qquad (6)$$

В случае, когда депрессии на ОС и компрессии на ЗС не равны между собой, граф $G = (U, Г)$ преобразуется в еще более емкий $G_1 \supset G$, для которого:

$$\left.\begin{array}{l} |U_1| = N \cdot N + 2N + 1 = N(N+2) + 1 \\ |X_1| = 2N + 2 = 2(N+1). \end{array}\right\} \qquad (7)$$

Так для уже оговоренных выше условий Карамуруна имеем на G и G_1:

$$\left.\begin{array}{l} U = 56225 \quad \text{и} \quad U_1 = 247009 \quad ; \\ X = 498 \;, \quad X_1 = 994 \;. \end{array}\right\} \qquad (8)$$

Если известны (заданы) напорные характеристики насосов на закачных скважинах и погружных – на откачных, то депрессии и компрессии являются некоторыми функциями от расходов – дебитов скважин:

$$\left.\begin{array}{l} S_{нj} = \varphi(Q_j), \; j = \overline{1, N_{зс}} \\ S_{oj} = \psi(Q_j), \; j = \overline{1, N_{oc}} \end{array}\right\}. \qquad (9)$$

При этом гидродинамический расчет сети ЭУ ПСВ любого металла для установившегося режима фильтрации жидкости состоит в решении системы уравнений вида:

$$\left.\begin{array}{l} a_{1-1}Q_1 + a_{1-2}Q_2 + \ldots + a_{1-N}Q_N = \varphi(Q_1) \\ a_{2-1}Q_1 + a_{2-2}Q_2 + \ldots + a_{2-N}Q_N = \varphi(Q_2) \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_{N_{зс}-1}Q_1 + a_{N_{зс}-2}Q_2 + \ldots + a_{N_{зс}-N}Q_N = \varphi(Q_{N_{зс}}) \\ a_{N-1}Q_1 + a_{N-2}Q_2 + \ldots + a_{N-N}Q_N = \varphi(Q_{N_{oc}}) \end{array}\right\}. \qquad (10)$$

Ясно, что для системы уравнений (10) гидродинамические сопротивления отвечают условиям:

$$a_{i-j} = 0;\ i = j;\ a_{i-j} = a_{j-i};\ i = \overline{1, N};\ j = \overline{1, N}. \tag{11}$$

Как правило, в рабочей зоне напорные характеристики насосов $\varphi(Q_j)$, $\psi(Q_j)$ отображаются линейными зависимостями:

$$\varphi(Q_j) = A_j - B_j Q_j, \tag{12}$$

где A_j и B_j – постоянные для каждого типа турбомашин.

Из (8) ясно, что в общем случае размерность системы линейных уравнений составляет N^2. Это означает, что при заданных напорных характеристиках (9) в виде (12) для решения прямой и обратной задач анализу подлежит система из N линейных уравнений, включающих N^2 коэффициентов: a_{i-j}, A_j, B_j.

Если же характеристики насосов в общем случае – не линейны, то задача (10) еще более усложняется.

В этой связи введем, так называемый, принцип близкодействия закачных и откачных скважин. Для этого введем понятие средней скорости фильтрации раствора от любой закачной – i к любой откачной – j скважине. Ее значение дано ранее для дуги U_{i-j} в виде при $S_к = 0$:

$$\overline{V}_{фi-j} = \frac{1{,}157 \cdot n \cdot \overline{K}_{фi-j}\left(S_н + S_о\right) \cdot \ell n\left(\ell n \dfrac{R_{кi-j}}{R_c}\right)}{10^2 \cdot R_{кi-j} \cdot \overline{K}_п}, \text{м/сутки.} \tag{13}$$

Время t_{i-j} фильтрации по дуге U_{i-j} графов G или при средней скорости G_1 составит:

$$\bar{t}_{i-j} = \frac{R^2_{кi-j} \cdot 10^2 \cdot \overline{K}_п}{1{,}157 \cdot n \cdot \overline{K}_{фi-j}\left(S_н + S_о\right) \cdot \ell n\left(\ell n \dfrac{R_{кi-j}}{R_c}\right)}, \tag{14}$$

Здесь рассматривается только случай (6), когда на закачных скважинах установлен один напорный насос, а на откачных однотипные погружные насосы.

Исследуем t_{i-j} (14) для условий типа Северный Карамурун, для которого имеем:

$$K_ф = 9 \text{ м/сутки};\ H_о = п \cdot (S_н + S_о) = 40 \text{ м}.$$

Пусть радиус питания $R_{кi\text{-}j}$ изменяется от радиуса $R_о$ = 40 м одной гексагональной ячейки до $R_{кi\text{-}j}$ = 2000 м, $R_с$ = 0,08 м, $\overline{K}_п$ = 0,2.

Расчетные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры	1	2	3	4	5	6	7	8
$R_{кi\text{-}j}$, м	40	60	80	100	200	500	1000	2000
$\bar{t}_{i-j}$, сут	42,2	93,4	162,6	248,8	932,4	5531,9	21436	83146

Таблицу 1 можно преобразовать к виду относительных оценок (таблица 2).

Таблица 2

$R_{кi\text{-}j}$, м	40	60	80	100	200	500	1000	2000
$\overline{V}_ф/\overline{V}_{фо}$*	1	0,7	0,4	0,2	0,1	0,08	0,04	0,01
$\bar{t}_ф/\bar{t}_{фо}$*	1	2,2	3,9	5,9	22,1	131	508	1970

*Здесь $\overline{V}_{фо}$ и $\bar{t}_{фо}$ определены для элементарной ячейки.

Из таблиц 1 и 2 можно сделать однозначное заключение, что при радиусе питания $R_{кi\text{-}j}$ > 200 м плоскорадиальный поток фактически стабилизируется и любая пара закачной и откачной скважин, отстоящих друг от друга на расстоянии более 200 м практически не взаимодействуют. Это очень важное утверждение объективного свойства технологических скважин сетей ТС ПСВ позволяет говорить о существовании ядра или базы сети *G* для гидродинамических расчетов.

3 Выводы

В статье нами строго доказано объективное свойство близкодействия ОС и ЗС в рамках одной любой элементарной ячейки, что дает возможность отказаться от решения систем гидродинамических уравнений для всего блока.

ӘОЖ: 622.775

Резюме

Рыспанов Н.Н. Шакиримов А.Н.
(Консорциум «Казпром-Неруд», Астана қ., «Казтехпроект» Ғылыми-зерттеу институты институт, Астана қ.)

ЖЕРАСТЫ ҰҢҒЫМАЛАРЫ АРҚЫЛЫ СІЛТІЛЕУ ӘДІСІМЕН МЕТАЛЛДАРДЫ ӨНДІРУ ҮШІН ГИДРОДИНАМИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕУЛЕР ҚОЛДАНА ОТЫРЫП ТИЕУ ЖӘНЕ СОРҒЫ ҰҢҒЫМАЛАРЫНЫҢ ЖАҚЫННАНӘСЕР ҚАҒИДАЛАРЫН НЕГІЗДЕУ

Тиеу ұңғыларының және шығару ұңғыларының жақын әсерлесуінің объективті қасиеттері кез-келген қарапайым ұяшық аумағында нақты дәлелденген, бұл барлық блокқа арналған гидродинамикалық теңдеуден бас тартуға мүмкіндік береді. Жақын әсерлесу принципі, теңдеулер жүйесін алып тастау.

Түйін сөздер: Жақын әсерлесу принципі, теңдеулер жүйесін алып тастау.

UDC: 622.775

Sammary

Ryspanov N.N. , Shakirimov A.N.
(Konsortsium "Kazprom-Neruda", Nauchno Research Institute "Kaztehproekt", Astana)

JUSTIFICATION THE PRINCIPLE OF SHORT-RANGE AND STORED PRESSURE OF PUMPED WELLS IN A HYDRODYNAMIC CALCULATIONS FOR METAL EXTRACTION METHOD ISL

Strictly proved short-range objective property of the OS and AP within any one unit cell, which makes it possible to abandon the solution of systems-hydrodynamic equations for the entire block.

Keywords: short-range principle, with the exception of systems of equations.

УДК 622.276.323

Аділова К.Ж., Нұрбекова К.С., Абаева Г.М., Жұмабек А.
(Қ.И.Сатбаев атындағы ҚазҰТЗУ, Алматы қ.)

МҰНАЙБЕРГІШТІКТІ АРТТЫРАТЫН ЖЫЛУ ӘДІСІ - ҚАБАТ ІШІНДЕГІ ЖАНУ

Аннотация

Жылу әдістерімен қабаттардың мұнайбергіштігін арттыру, мұнайдың тұтқырлығын төмендету немесе оны буға айналдыру үшін коллекторды жылытады. Бұл жағдайларда мұнай жылжымалдығы асады, сондықтан оны тиімдірек өндіруші ұңғымаларға қарай бағыттауға болады. Жылылықтан басқа бұл процестерде қосымша жылжытатын күш (қысым) пайда болады. Осы мақалада мұнайбергіштікті арттыратын жылу әдісінің бірі - қабат ішіндегі жану процесі қарастырылды. Онда мұнайдың ауыр фракцияларын қабаттық жағдайда жер бетінен тотықтырғыш айдап жақанда шығатын энергияны пайдалануға негізделген.

Түйін сөздер: *мұнайбергіштікті арттыру әдістері, қабат ішіндегі жану, тұтқырлық, жылутасымалдағыш, қабат қысымы.*

Ключевые слова: *методы увеличения нефтеотдачи, внутрипластовое горение, вязкость, теплоносители, пластовое давление.*

Keywords: enhanced oil recovery methods, intraformational combustion, viscosity, heat carrier, formation pressure.

Мұнайбергіштікті арттыратын жылу әдістері негізгі екі түрге бөлінеді. Бірінші - айдайтын ұңғыманың түп аймағында кокс қалдықтарының қызуының әсерінен пайда болатын іштен жану процесіне негізделген. Оның таралуы ауа айдау арқылы, яғни құрғақ жану және ауа мен су айдау арқылы, яғни ылғалды жану процестерімен жүзеге асырылады. Екіншісі - мұнайлы қабатқа жылу айдау, яғни ыстық су немесе ыстық бу.

Қабатқа жылу айдау процесі негізгі екі технология арқылы жүзеге асырылады. Біріншісі – мұнайды жылутасымалдағышпен ығыстырып шығаруға негізделген. Екіншісі – ұңғыманың түп аймағын жылумен өңдеу. Бұл әдісте жылутасымалдағыш ретінде су буына қаныққан сұйықтық айдалады.

Қабат ішіндегі жану процесі - бұл игерудің жолы және өнімді қабаттардың мұнайбергіштігін арттыру әдісі. Әдіс мұнайдың ауыр фракцияларын қабаттық жағдайда аздап (коксті) оған жер бетінен тотықтырғыш айдап жандырғанда шығатын энергияны пайдалануға негізделген. Бұл әрі күрделі, бірақ тез жылу беретін құбылыс, мұнай өндірісін жеделдету және мұнайбергіштігін арттыру үшін, негізінде, тұтқырлығы 30 МПас жоғарырық мұнай кенорындарында пайдалануға болады.

Жану негізі - бұл органикалық заттың тотықтырғышпен экзотермиялық тотықпа-қалыптасу реакциясы. Әсерлесудің басталуына біріншіден, энергетикалық импульс қажет. Бұл көбінесе мұнайды жылыту

болып табылады. Сондықтан мұнай қабатының ішінде жану процесі, түптік қыздырғыш құрылғысынан (электрлік) біраз мұнай көлемін жағудан басталады. Тұрақты жану от ошағы пайда болғаннан кейін қабатқа айдау ұңғымамен тотықтырғышты немесе су мен тотықтырғыш қосындыларын айдайды. Оттегі жанармаймен бірігіп CO_2-ні, суды қыздырып, жылуды бөліп шығарады. Алдын ала қыздырылған жыныс, одан әрі қарай жылжып өтіп жатқан тотықтырғышты мұнай мен коксты тұтану температурасынан жоғары қыздырады. Тотықтырғышты айдағанда қыздырылған мұнай заттары бөлігінің жануынан температурасы жоғары деңгейде ұсталатын маңай (аймақ, жану ошағы) жылжып қабатқа тереңдей береді. Сонымен қабат мұнайының (10-15%) бөлігі жанады, осыдан бөлінген газдар, бу және баска да жанудан калған жанғыш заттар қабатта жылжып мұнайды ойдағыдай нәтижелікпен айдайды. Бұл автотермиялық процес, демек үздіксіз жану үшін заттар пайда болу арқылы жалғаса береді. Қабат ішіндегі жану процесі «жылыту - қыздыру» тәсілдерінің ыстық су және бумен айдау, жылулық крекинг аймағында өтетін араласумен мұнайбергіштігі артады.

Қабат ішіндегі жануды қолдану диапазоны өте кең. Оны таязда едәуір тереңде кездесетін өнімді қабаттарда іске асыруға болады.

Тәжірибелік жұмыстар мен теориялық зерттеулердің үйлестіріп қабат ішінде жану процесінің негізгі заңдылықтарын тұжырымдауға мүмкіндік береді.

Олар төмендегідей тұжырымдамалармен анықталады:

- мұнай қабаттарындағы жану процесі кебу, дымқыл және өте дымқыл жануларға бөлінеді;
- дымқыл жану мен өте дымқыл жануды анықтайтын параметрлер- бұл сулы-ауалар факторлары;
- қарқынды экзотермиялы мұнайдың қышкылдану реакциялары қабаттың ені тар аймақта өтеді, оны «жану шебі» деп те атайды;
- кебу және дымқыл процесінде жану шебінде температура 400-600° С болып, ал өте дымқыл жану процесі 200-250° С температурасында өтеді;
- сулы-ауалы фактор көтерілуі жылу толқынының қабатта жылжу жылдамдығын көтеруге, қабатты жақанға жұмсалатын ауа шығынын төмендетуге, мұнайбергіштікке жұмсалатын шығынын төмендетуге және химиялық реакциялары үдерісінде жанатын отынның концентрациясының төмендетуіне мүмкіндік береді;
- қабат ішіндегі жануға қабаттық қысым, жыныс-коллектордың, мұнайдың түстері (типтері) және коллекторлардың алғашқы мұнаймен қаныққандығы – сияқты факторлар елеулі әсерлерін тигізеді.

Қабат ішінде жанудың негізгі екі түрі бар: тура ағымды және кері ағымды.

Тура ағымды қабат ішінде жану- бұл жылудың мұнай қабатына әсер ететін процесі. Бұл процесте тотықтырғыш (қышқылдатқыш) пен жану шебінің таралымы түрлі бағытта: айдау ұңғымасынан өндіруші

ұңғымасына қарай болады. Жану шебінің жылжу жылдамдығы жанған мұнайдың типіне, көлемі және ауа айдау жылдамдығымен реттеледі.

Егер де өндіріс ұңғыманың түп аймағының температурасын көтерсе және жану ошағы оның маңайында болса, онда жану шебі айдау ұңғымасына қарай, демек, мұнайды айдау бағытына керісінше таралып жайылады. Бұндай процесті - ағымға кері жану деп аталады. Бұл жану тек қана ағым бағытында жану процесі жүрмеген жағдайда, мысалы мұнай жылжымайтын немесе битумды қабаттарда қолданылады.

Қабат ішіндегі жануда мұнайды шығаратын механизмдердің көп жайылған кешеніне мыналар жатады: жанған мұнайдан шыққан газ түсті заттармен, сумен, бумен айдау; мұнайдың жеңіл фракцияларын дистилляциялау (сүзу); жоғары температура мен CO_2 арқылы мұнайды сұйылту. Дистилляциядан пайда болған мұнайдың жеңіл фракциялары жылжып жылу шебінің алдына шығып және алғашқы мұнаймен араласып еріткіш жиектеуінің рөлін орындайды [1].

Оңды жану процесінде температура және флюидтермен қанығу профилі мұнай қабатында ерекше аймақтарға сәйкес дамиды.

Мұнай қабаттағы оңды жану процесіне мыналар кіреді:

1. Қышқылдатқыш ауа аралас жанып біткен аймақ;
2. Коксы бар жану аймағы; құрамында бу, газдар, су, жеңіл көмірсутектері бар көп фазалы буға ауысу аймағы;
3. Құрамында мұнай мен газ бар конденсациялаумен сұйықтыққа айналу аймағы немесе 3 фазалы аймақ;
4. Әсерлермен қамтылмаған қабат аймағы.

Бірінші аймақ. Бұл мұнай қабатының бөлігінен жану шебі өткен, бөлікті көбінесе кебу мұнайсыз жыныстар құрайды. Кеуектерде қышқылдырғыш сүзіледі (фильтрацияланады). Температура мұнда жеткілікті биік, айдау бағытында бір қалыпты өседі. Бұл аймақта фильтрацияға байланысты қыздырылған коллекторға тиюінен айдалған тотықтырғыш ысиды.

Екінші аймақ - өртену және кокстану аймағы. Мұнда жоғары температуралы қалдық кокс түсті заттар жанады. Аймақтың температурасы максималды деңгейіне жетеді. Жанудан CO, CO_2 газдар және су пайда болады. Жанудан бөлініп шыққан жылу келесі аймақта жиналып, одан әрі қышқылдатқыш ағымына беріледі.

Кокстың термохимиялық жану реакциясы стехиометрикалық теңдеумен жазылады. Осы теңдеу арқылы қабатта оттың жануын сақтау үшін қажет оттегі және отын көлемдерін болжап есептеуге болады. Зертхана жағдайларында анықталғандай мұнаймен қаныққан жыныстың әр бір метр көлеміндегі қабаттағы жануды сақтау үшін шығатын жанармайдың ең аз көлемі 18-30 кг/м^3 мұнай қаныққан жыныстар 1 кг отынның жануына ауа шығыны әдетте 10-12 м^3 қажет болады.

Жоғары температураның әсерінен 2 ші аймақта, осы мезгілге дейін айдалып бітпеген мұнай фракциялары крекингіне және қышқылдану гидролизіне ұшырайды. Осыдан пайда болған сұйықтықтар мен газдар

жану шебінің алдында қайтадан мұнайды ерітеді. Күрделі термохимиялық реакциялары соңында ауыр қалдықтарынан кокске ұқсас заттар пайда болады. Бұл заттар қабат ішіндегі жану процесін сақтау үшін керек отын. Жану газдары мен реакциялық су буы ағынымен газды және сұйық көмірсутектерді фильтрациялану бағытында айдалады. Жанғанда пайда болған СО газы су мен мұнайда еріп кетеді де олардың жылжымалығын көрсетеді.

Үшінші аймақта мұнай қабатындағы ось және байланыс жағдайдағы су буға айналады [2]. Температурасы 150-200° С аймағында, су буға айналғанда, мұнайды судың ыстық буы және газдар ағынымен жылжыту процесі өтеді. Ағын осы температурада кәдімгі қайнауда майдың ауырлау фракцияларын буға айналуына әсерін тигізеді. Осы процестермен булану аймағын көп фазалығы анықталады, демек аймақта бу, газ, су және жеңіл көмірсутектері бір мезгілде кездеседі.

Төртінші аймақтың алдында, 3 ші аймақта пайда болған, су мен көмірсутектерінің булары конденсацияланады осыдан дымқыл сумен көп қаныққан аймағын туындатады. Бұдан басқа будың суға айналатын жерлерінде ыстық бумен жиектеу (күшті су толқыны) пайда болады. Бұл жиектеу газ түстес заттармен бірге қабаттан мұнайды айдайды. Ыстық су жиегінің (валының) алдында газ түстес көмірсутектерінің конденсациялануынан мұнай валы (5, 6 аймақтар) туындайды. Бұл алғашқы мұнайлы сұйықтықтардың сүзілу бағытымен анықталады.

Оңды жану кезінде айдалған тотықтырғыштың жылу сыйымдылығы аз болғандықтан бөлінген жылудың негізгі бөлігі жану шебінің артында қалады да мұнай айдау процесіне қатыспайды. Қабатта мұнай жану процесінде температураның жайылуы (тарауы) сұлбасында көрсетілгендей, жану шебінің алдындағы температура біраз шұғыл қабат температурасына дейін төмендетіледі, өйткені газдар ағынымен өткізілген жылу жыныстысы және ондағы мұнайды жылытуға шығындалып таралады [3]. Ал жану шебінің артында керісінше, жылудың мұнай қабатын қоршаған жыныстарға тарауынан, температура бір қалыпты төмендейді. Соңдықтан шебі алдындағы жылытылған аудан өлшемі артындағы шебінің ауданынан едәуір төмен.

Сонымен, жану от ошағының мұнай тигізетін әр түрлі әсерлері мұнайбергіштігін арттыруына себепшіл көп эффекттерден қосылады: жеңіл көмірсутектілер туындалып, жылымаған мұнай қабатының жану шебі алдында конденсацияланады және мұнайдың тұтқырлығын төмендетеді; конденсацияланған дымқыл сумен көбірек қаныққан аймақты тудырады (ыстық су толқынын); сұйықтықтар мен жыныстар жылудан керіледі, цементтегіш заттардың еруінен өткізгіштік және кеуектілік ұлғаяды; жанудан пайда болған СО су мен мұнайда еріп, олардың жылжығыштығын көтереді; мұнайдың ауыр шөгінділері пиролиз бен крекингке ұшырайды да қабаттан көмірсутектілердің шығуын көбейтеді.

Теориялық және кәсіптік зерттеулердің барысында анықталғандай; мұнайдың тығыздығы мен тұтқырлығы өскенде отын шығыны көбейеді, ал жыныстардың өткізгіштігі өскенде төмендейді. Геологияфизикалық жағдайларға байланысты қабаттың әр 1м^3 отынның шығыны 10-40 кг, немесе ең алғашқы мұнайдың қабаттағы көлемінің 6-25% құрайды. Кеуекті ортаның өткізгіштігі жану механизміне аздап әсерін тигізеді. Айдау қысымының жоғары болуын қажет еткенімен, процесті іске асыру уақыты ұзарады [4].

Мұнайлы қабатқа тотықтырғыштарды айдағанда, төмен температуралық (t=100-200°С) тотығу процестерінің жүру мүмкіндігін тәжірибе көрсетті. Бұл процестердің қаралғандардан айырмашылықтары температураның төмендігінен процесс аз уақытта мұнай қабатының едәуір ауданын қамтуы мүмкін. Мұнай қабатына тотықтырғыш көп уақыт бойы және көлемін де көп мөлшерде айдағанда, мұнай өз бетімен жанады.

Жану процесін үзбеу үшін қабатқа ауаны айдағанда, дағдыдағыдай, жануға оттегінің бәрі шығындалмай, кейбір бөлігі жыныстармен қабаттасқанда жоғалуы мүмкін. Осындай тотықтырғыштың меншікті қажеттілік көлемі өседі [5,6]. Қабаттағы жану реакциясына шығындалған оттегі барлық мөлшерінің, ауамен бірге қабатқа айдалып енгізілген, жалпы мөлшеріне қатынасы, оттегін пайдалану коэффициенті деп аталады.

Оттегін пайдалану коэффициенті – қабаттың ішінде жану процесінің маңызды көрсеткіші. Басқа жағдайлар тепе-теңдікте болғанда коэффициенттің төмендеуіне қатынасты оттегі шығынын ұлғайтады. Кәсіпшіліктердің келтіргендеріне қарағанда коэффициенттің ауытқуы 0,5 - 0,98 шектерінде тұрақтанғаны байқалды.

Жоғарыда айтылғанға мыналар қосылады: мұнай қабатының ішінде жану кезінде жылу тасымалдағыштарды айдағанда ұңғыманың бойында жылу энергиясының жоғалу жағдайлары болмайды және қабат ішінде жану кезінде жылу шығару ауданы өндіріс ұңғымалар жаққа бағытталып жылжиды, сондықтан қабаттың төбесі мен табанындағы жыныстарға тарап жылжудың жоғалуы төмендейді [7].

Әдебиеттер тізімі

1 Ахмеджанов Т.К., Камбаков Т.У., Помашев О.П., Ысқақ А.С. «Мұнайбергіштікті арттыру әдістері». 2008.

2 Ахмеджанов Т.К., Орынгожин Е.С. «Повышение нефтеотдачи пластов» Методические указания к практическим занятиям. 2008.

3 В.И.Щуров. "Технология и техника добычи нефти", Москва, Недра; 1988.

4 Климов А.А. Методы повышения нефтеотдачи пластов. - М.: Наука, 2007. – 389 с.

5 Нұрсұлтанов Ғ.М., Абайылданов Қ.Н. «Мұнай мен газды өндіріп өңдеу» Алматы: Альманах, 1999.

6 Нұрбекова К.С. «Газ және газды конденсатты кен орындарды игеру» Алматы 2004.

7 Сургучев М.Л. Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи. - М.: Недра, 2006. - 567 с.

References

1 Ahmetzhanov T.K., Kambakov T.U., Pomashev O.P., Yskak A.S. “Munaibergishtikti arttyry adisteri”. - 2008.

2 Ahmetzhanov T.K., Oryngozhin E.S. “Povyshenie nefteotdachi plastov” Metodicheskie ukozaniya k prakticheskim zanyatiyam. 2008.

3 V.I.Shurov. “Tehnologiya i tehnika dobychi nefti”, Moskva, Nedra; 1988 . (in Russ)

4 Klimov A.A. Metody povysheniya nefteotdachi plastov. – M.: Nauka, 2007. - 389 p. (in Russ).

5 Nursultanov G.M., Abaiyldanov K.N. “Munai men gazdy ondirip ondeu” Almaty: Al’manah 1999. (in Kaz).

6 Nurbekova K.S. “Gaz zhane gazdy kondensatty ken oryndardy igeru” Almaty 2004 zhyl. (in Kaz).

7 Surguchev V.L. Vtorichnye i tretichnye metody uvelicheniya nefteotdachi. – M.: Nedra, 2006. - 567 p. (in Russ).

УДК 622.276.323

Резюме

Адилова К.Ж., Нурбекова К.С., Абаева Г.М., Жұмабек А.Ж.
(КазНИТУ им. К.И.Сатпаева, г.Алматы)

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ – ВНУТРИПЛАСТОВОЕ ГОРЕНИЕ

Для того чтобы тепловыми методами увеличить нефтеотдачу пластов, понизить вязкость нефти или преобразовать в паровое состояние нагревают коллектор. В этом случае подвижность нефти увеличивается, и поэтому ее легко направить в скважину. Кроме нагревания в этом процессе появляется дополнительная сила (давление). В данной статье рассмотрен один из методов увеличения нефтеотдачи – внутрипластовое давление. Этот процес основан на том, что с поверхности в пласт нагнетают и разжигают реагент, пользуясь выделенной энергией осуществляют добычу тяжелых фракций нефти.

Ключевые слова: методы увеличения нефтеотдачи, внутрипластовое горение, вязкость, теплоносители, пластовое давление.

UDK 622.276.323

Sammary

Adilova K.Zh., Nurbekova K.S., Abaeva G.M. , Zhumabek A.Zh.
(KazNRTU named after K.I.Satpaev, Almaty)

INTRAFORMATIONAL COMBUSTION - ENHANCED OIL RECOVERY METHOD

We need to heat collector in order to enhance oil recovery by thermal methods, decrease viscosity of oil or reform it in steam state. In this case, mobility of the oil is increasing, that’s why it’s easy to drive up oil to the well. Besides heating, there appears additional power (pressure). In this article, one of the method of the enhanced oil recovery – intraformational pressure was considered. This process based on pumping into and

burning up reagent from surface to the formation, using segregate energy to fulfill production of the massive fraction of the oil.

Key words: enhanced oil recovery methods, intraformational combustion, viscosity, heat carrier, formation pressure.

УДК: 622.276; 553.98

Орынгожин Е.С.[1], Шукманова А.А.[2],
Абдижаппар Н.А.[2], Кадыкенова Н.Е.[2]
([1]Институт горного дела им. Д. А. Кунаева,[2]Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева, г. Алматы)

ПОСТРОЕНИЕ ГЕОЛОГО-СТАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОИСКА И ОЦЕНКИ ЗАЛЕЖЕЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Аннотация

В этой статье изучены особенности построения предварительной геологической статической модели на стадии поиска и оценки месторождений (залежей) нефти.

Ключевые слова: *моделирование, геологическая модель, залежь, продуктивные пласты.*

Түйін сөздер: *үлгілеу, геология-есептеу үлгілеу, кен орындар, мұнай, өнімді қабаттар*

Keywords: *modeling, geological and statistical model, field, oil, productive formation.*

Одним из способов изучения детального геологического строения продуктивного пласта является сопоставление разрезов скважин по методу зональной корреляции. Зональная корреляция состоит в сопоставлении лишь разреза продуктивного пласта и выделении в пределах его отдельных зон, характеризующихся общими литолого-физическими свойствами, распространенными по площади, и известными различиями по вертикали. Детальную, или зональную, корреляцию осуществляют по отношению к одному или нескольким выбранным реперным горизонтам. Чем больше реперных горизонтов удается использовать при корреляции, тем точнее получаются результаты. В разрезах скважин пласты коллекторы и непроницаемые разделы между ними выделяют, используя кондиционные пределы коллекторов.

В отдельных скважинах наблюдается частичное слияние выделенных зон, а иногда все интервалы, соединяясь вместе, образуют один монолитный проницаемый пласт. Выделение таких зон в пределах продуктивного пласта позволяет получить более детальное представление о геологическом строении его и построить зональные карты, являющиеся основой для проектирования и корректировки принятой системы разработки, а также для применяемых мероприятий по воздействию на пласт.

Для правильного моделирования интересующей области пласта первостепенное значение имеет учет изменчивости фильтрационных и

емкостных свойств горных пород, а также учет пространственной геометрии строения продуктивных пластов и их прерывистости [1].

В неоднородном по толщине, проницаемости и другим физическим свойствам пласте, но выдержанном по площади процесс вытеснения нефти водой происходит во всех участках, но с различной скоростью в зависимости от изменения физических свойств. Иной характер приобретает процесс в невыдержанном пласте, характеризующемся прерывистостью в том или ином виде. Реальные пласты могут иметь линзовидную структуру, возможно расслоение коллекторов на отдельные пропластки, их выклинивание и т.д. В конечном итоге это приводит к потерям при извлечении запасов нефти.

Прерывистость пласта может возникнуть в результате дизъюнктивных нарушений. Во многих же случаях прерывистость пласта является результатом влияния совокупности различных факторов на процесс осадконакопления.

Даже детальные геологические модели, состоящие из миллионов ячеек, не могут отобразить фактическое строение пластов в пространстве между скважинами. Создаваемые вероятностные модели являются в большинстве случаев неоднородными, но непрерывными между скважинами. Эти модели не отражают прерывистость коллекторов, в результате чего определенные на их основе КИН слабо зависят от плотности сетки скважин. При переходе от трехмерной геологической модели, которая может состоять из десятков миллионов ячеек, к гидродинамической модели, состоящей из нескольких десятков или сотен тысяч ячеек, происходит загрубление изменчивости свойств пласта.

В общем случае учет неоднородности пласта при переходе от геологической модели к гидродинамической производится, по крайней мере, двумя методами [1]:

1) построением модифицированных фазовых кривых, учитывающих неоднородность песчаных пачек по проницаемости;

2) путём расчёта коэффициента охвата пласта по выбранной схеме расположения скважин, учитывающего прерывистость пластов.

В настоящее время, при осреднении геологических моделей, устоявшейся практикой их подготовки к гидродинамическому моделированию процесса разработки является деление модели на примерно равные интервалы, количество которых определяется возможностями используемых программно-технических средств, и осреднение характеристик ФЕС в пределах этих интервалов. При таком осреднении часто размывается и исчезает прерывистость пластов [2].

Для повышения качества создаваемых геолого-технологических моделей должна быть существенно усилена роль специалистов-геологов для проведения детальной корреляции моделируемых объектов, составления структурных и литологических моделей. Детальная корреляция разрезов скважин является основным методом

изучения внутреннего строения недр, построенным на принципе сопоставления разрезов скважин с целью выделения в разрезах и прослеживания по площади пластов-коллекторов и непроницаемых прослоев между ними.

Для проектирования разработки месторождения, а также для подсчета запасов следует при проведении детальной корреляции выделять зональные интервалы малой толщины, а не ограничиваться расчленением разреза отложений только на несколько крупных пачек. Практика показывает, что минимальные толщины слоев, выделяемые для этой цели, составляют примерно 0,5-1,0 м. Эти величины и можно считать определяющими для выделения отдельных зональных интервалов.

В любом случае при выборе числа зональных интервалов продуктивных пластов в геологической и соответствующей ей фильтрационной модели не следует проводить такого укрупнения, при котором часть глинистых разделов с толщинами 0,5—1,0 м и более окажется поглощенной соседними зональными интервалами.

Для характеристики прерывистости пласта необходимо определить распространение по площади каждого выделенного зонального интервала или слоя. Согласно существующим правилам горной геометрии, граница распространения зонального интервала на карте проводится на половине расстояния между двумя соседними скважинами, в разрезе одной из которых данный зональный интервал присутствует, а в другой уже выклинивается. Как уже отмечалось, в отдельных скважинах некоторые зональные интервалы сливаются между собой и образуют на площади их распространения зоны слияния. Границы этих зон на картах устанавливаются по той же методике, что и при проведении границ распространения зональных интервалов.

Области выделенных зональных интервалов заполняются соответствующими им ячейками сетки геологической модели с сохранением всех выделенных непроницаемых границ.

Обычно сетка геологической модели, используемая в современном программном обеспечении, имеет большую размерность, порядка миллионов сеточных блоков. Непосредственное использование такой сетки, оцифрованной соответствующими фильтрационно-емкостными параметрами, в фильтрационной модели практически не дает возможности производить многовариантные расчеты прогноза технологических показателей. Поэтому размерность сетки геологической модели понижают на 1-2 порядка с помощью соответствующих процедур осреднения.

При совпадении сеток геологической и фильтрационной модели ввод данных выполняется непосредственно из геолого-математической модели. Если геологическая сетка данных не построена, ее построение и наполнение производится с использованием карт соответствующих параметров различными средствами (графическими, программными,

вручную, в том числе и средствами, входящими в состав фильтрационной модели).

Распространенным методом осреднения параметров детальной геологической сетки на ячейки укрупненной геологической сетки является технология перемасштабирования - Upscaling. В этом случае средние значения пористости вычисляются путем арифметического осреднения, осреднение насыщенности осуществляется методом взвешивания параметра по поровому объему. Для получения значений проницаемости блоков в технологии Upscaling используется метод диагонального тензора проницаемости, построенный на численном решении уравнения фильтрации однофазной несжимаемой жидкости для каждого блока фильтрационной модели. Для каждого блока динамической сетки решается задача фильтрации однофазной несжимаемой жидкости в трех направлениях. Этот метод позволяет получать анизотропное поле проницаемости, отражающее наличие в разрезе тонких пропластков - неколлекторов и коллекторов с различными свойствами [2].

Следует иметь в виду, что методы осреднения можно применять только в пределах областей проницаемых пород коллекторов и не следует проводить осреднение свойств пачек, включающих непроницаемые разделы с толщинами более 0,5-1,0 метра.

Литература

1 Ентов В.М. Физико-химическая гидродинамика процессов в пористых средах (математические модели методов повышения нефтеотдачи пластов). – М.: Препринт института проблем механики АН СССР, 1980. – С. 35-39.

2 Маркарова В.М., Меренкова Т.М. Применение химикатов в нефтедобывающей промышленности капиталистических стран. / ОИ Химическая промышленность за рубежом. М.: НИИТЭХИМ, 1988.

References

1 Entov V.M. Fiziko-himicheskaja gidrodinamika processov v poristyh sredah (matematicheskie modeli metodov povyshenija nefteotdachi plastov). – M.: Preprint instituta problem mehaniki AN SSSR, 1980. – S. 35-39.

2 Markarova V.M., Merenkova T.M. Primenenie himikatov v neftedobyvajushhej promyshlennosti kapitalisticheskih stran. / OI Himicheskaja promyshlennost' za rubezhom. M.: NIITJEHIM, 1988.

УДК: 622.276; 553.98

Резюме

Орынғожин Е.С. , Шүкманова А.А. , Абдіжаппар Н.А., Қадыкенова Н.Е.
(Д.А. Қонаев атындағы Кен істер институты, Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық техникалық зерттеу университетіАлматы қ.)

МҰНАЙ КЕН ОРЫНДАРЫН ИГЕРУ ҮШІН ҚАБАТТАРДЫ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ БАҒАЛАУ МАҚСАТЫНДА ГЕОЛОГИЯ-ЕСЕПТЕУ ҮЛГІСІН ТҰРҒЫЗУ

Бұл мақалада Қазақстан мұнай кен орындарын игеру үшін мұнай кен орындарын (қабаттарын) зерттеу және бағалау мақсатында алдын ала геологиялық есептеу үлгісін тұрғызудың басты заңдылықтары жасалған.
Түйін сөздер: үлгілеу, геология-есептеу үлгілеу, кен орындар, мұнай, өнімді қабаттар.

UDC: 622.276; 553.98

Summary

Oryngozhin Y.S., Shukmanova A.A. , Abdizhappar N.A., Kadykenova N.E.
(Mining institute after D.A. Kunayev, Satpayev Kazakh National Research Technical UniversityAlmaty)

CREATION OF GEOLOGICAL AND STATISTICAL MODEL OF FORMATION SEARCH AND EVALUATION FOR OIL FIELD DEVELOPMENT

The specialty of creation of preliminary geological and statistical model when search and evaluation stage of oil fields for Kazakhstan's oil field development is explored in this paper.
Keywords: modeling, geological and statistical model, field, oil, productive formation.

УДК 622.272/ 275

Волков А.П.[1], Шамганова Л.С.[1], Баитов Ж.К.[2]
([1]ИГД им. Д.А. Кунаева, г. Алматы, заведующий лабораторией, заместитель директора; [2]ТОО «Prodrill Exploration L.L.P.» директор по производству)

АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ОБРАЗОВАНИЯ И ДВИЖЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ СЕЛЕВЫХ ВОДО-КАМЕННЫХ ПОТОКОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ГОРНОМ ДЕЛЕ ДЛЯ ДОСТАВКИ ОТБИТОЙ РУДЫ

Аннотация

В статье показано, что теоретические исследования зарождения и движения искусственных селевых водо-каменных потоков, как и технология отработки наклонных рудных залежей с селетранспортировкой отбитой руды, находятся на стадии становления и развития и поэтому научные труды по этой проблеме не многочисленны. Тем не менее, некоторые исследования искусственных селевых потоков, используемых в горном деле заслуживают внимания и вполне пригодны для предварительных инженерных расчетов.

Ключевые слова: *искусственный селевой водо-каменный поток, селетранспортировка разрыхленной горной массы, удельный расход воды.*

Түйінді сөздер: *жасанды селдік су-тас ағыны, қопсытылған тау-кен массасын селдік тасымалдау, судың үлестік шығысы*

Key words: *artificial sill water-rock flow, sill transportation of broken rock mass, specific water consumption*

В связи с началом развития и становления новой высокоэффективной технологии разработки наклонных месторождений с селедоставкой отбитой горной массы, пока не имеется многочисленных теоретических трудов по разработке математических моделей образования и движения искусственных селевых водо-каменных потоков.

На настоящий момент времени защищено две диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук и написано несколько статей [1, 2, 3, 4, 5] в которых в той или иной степени затрагиваются вопросы зарождения и движения искусственных селевых водо-каменных потоков, используемых в горном деле.

В работах [1, 2] авторы рассматривают силовую схему действия потока воды на навал горной массы после предварительной его пропитки и вводит понятие активных F_A и пассивных (тормозящих) сил $F_П$ препятствующих началу движения горной массы. Причем с большим запасом надежности следует достаточное условие начала селевого потока

$$F_A \rangle F_П .$$

Активные силы возникают от приложения сил движущейся массы воды V_K и встречающейся на своем пути фронт навала горной массы общим сечением – S_n.

Из теории течения жидкости можно записать:

$$F_A^1 = C\frac{V_K^2}{2}\cdot\gamma\cdot S_n\,. \qquad (1)$$

где С – коэффициент лобового сопротивления.

К активным силам следует добавить и составляющую веса навала пород, находящихся на наклонной плоскости, т.е.

$$F_A^2 = m_n\cdot g\cdot\sin\alpha\,. \qquad (2)$$

Таким образом, имеем:

$$F_A = C\frac{V_K^2}{2}\cdot\gamma\cdot S_n + m_n\cdot g\cdot\sin\alpha\,. \qquad (3)$$

Очевидно, пассивные силы выразятся в виде:

$$F_{\text{п}} = m_n\cdot g\cdot\sin\alpha * \left[f_{\text{ТР}}(()) + f_{СЦ}\right]. \qquad (4)$$

где $f_{ТР}$ (0) – коэффициент трения покоя навала горной массы;

$f_{СЦ}$ – коэффициент сцепления не разрыхленного грунта покрывающей толщи пород, который определяется экспериментально.

Под действием гравитации на единичный массовый объем приходится

$$F_{\text{А}} = m_n\cdot g\cdot\sin\alpha\,. \qquad (5)$$

Сила F_A способна привести к перемещению части покрывающих пород.

Если предположить мысленно некоторый лоток, на котором покоится пласт горной породы и, начав увеличивать угол его залегания, можно достигнуть такой его величины, что:

$$f_{СЦ} = \sin\alpha_{kp} \qquad (6)$$

при идеально гладкой поверхности скольжения грунта.

При этом $f_{ТР}$ (0) во много раз больше, чем величина $f_{СЦ}$, *т.е.* $f_{ТР}$ (0) >> $f_{СЦ}$, поэтому в некоторых случаях, особенно для рыхлых грунтов сцеплением можно пренебречь.

Однако, в выражении (3) коэффициент С трудноопределяемый, поэтому запишем это же условие, исходя из второго закона Ньютона при максимальной величине расхода воды $m_в$ = Q, м^3/сек:

$$F_A = m_n \cdot g + m_a \cdot g \cdot \sin\alpha . \qquad (7)$$

В действительности

$$m_в \cdot g \geq C \frac{V_К^2}{2} \cdot \gamma \cdot S_n . \qquad (8)$$

Однако для дальнейшего анализа используется уравнение (7), тогда условие начала движения навала горной массы выразится:

$$m_в \cdot g + m_n \cdot g \cdot \sin\alpha \rangle m_в \cdot g \cdot \cos\alpha \left[f_{ТР}(0) + f_{СЦ} \right] \qquad (9)$$

и, сокращая g, получим

$$m_в + m_n \cdot \sin\alpha \rangle m_в \cdot \cos\alpha \left[f_{ТР}(0) + f_{СЦ} \right] \qquad (10)$$

Из (10) имеем:

$$\frac{m_n}{m_в} \rangle \cos\alpha \left[f_{ТР}(0) + f_{СЦ} \right] - \sin\alpha \qquad (11)$$

или

$$m_в \geq m_n \left(\cos\alpha \left[f_{ТР}(0) + f_{СЦ} \right] - \sin\alpha \right). \qquad (12)$$

Из выражения (11) следует, что основное соотношение $m_в$ / m_n в идеале зависит всего от трех параметров $f_{тр}$ (0), $f_{СЦ}$ и α.

Исследуя более точнее условие и положив, что

$$C \frac{V_k^2}{2g} \cdot \gamma \cdot S_n = \gamma \cdot Q \cdot V_k \cdot \sin\beta . \qquad (13)$$

где γ - плотность жидкости, т/м^3; Q – расход жидкости, м^3/сек.; $V_k = \sqrt{2g \cdot H_1}$ - конечная скорость воды при ударе ее в навал, м/сек; β - угол наклона плоскости породной стенки к вектору скорости V_k, град.

Имеем:

$$\gamma \cdot Q \cdot \sqrt{2g \cdot H_1} \cdot \sin\beta + m_в \cdot g + m_n \cdot g \cdot \sin\alpha \rangle m_n \cdot g \cdot \cos\alpha \left[K_{tp} + f_{сц} \right]. \qquad (14)$$

Обозначив время истечения воды из емкости через t_o и умножив на эту величину неравенство (14), получим:

$$\gamma \cdot m_в \cdot \sqrt{2g \cdot H_1} \cdot \sin\beta + m_в \cdot t_o \cdot g + m_п \cdot g \cdot \sin\alpha \rangle m_п \cdot e_o \cdot g \cdot \cos\alpha \left[K_{tp} + f_{сц}\right]. \quad (15)$$

Поделив (15) на $m_п$, имеем

$$\frac{m_п}{m_в} \geq \frac{l_o \cdot g \cdot \cos\alpha \left[\left(K_{tp} + f_{сц}\right)\cos\alpha - \sin\alpha\right]}{\gamma \cdot \sqrt{2g \cdot H_1} \cdot \sin\beta}, \quad (16)$$

где $\beta + 180^0 - (\alpha + \delta)$, δ - угол естественного откоса пород;

$K_{тр}$ – коэффициент трения покоя навала горной массы о почву залежи;

$f_{СЦ}$ – коэффициент сцепления пород;

H_1 – высота размещения емкости воды над навалом;

β - угол наклона плоскости породной стенки к вектору скорости V_k.

Однако указанной в (16) соотношение $m_в/m_п$ очень приближенно отражает количественные характеристики зарождения и движения искусственного селевого потока.

В работе [3] исследователи определили разновидности зарождения искусственного селевого потока в зависимости от расхода воды:

- при малых расходах воды;
- при средних расходах воды;
- при больших расходах воды.

В экспериментах, проводимых на физической модели, указанные выше разновидности зарождения селевого потока получали подбором соответствующего сечения выходного отверстия аккумулирующей емкости для воды. Опираясь на экспериментальные данные авторы подробно рассмотрели процесс движения воды по поверхности навала и фильтрацию ее в теле навала выделив бесконечно малый участок на поверхности навала, по которому движется поток воды высотой h. Скорость движения воды $V_в$ на этом участке, ограниченном сечениями I и II будем считать постоянной. Рассматриваемая задача является плоской, т.к. ширина очистной камеры по всей длине остается постоянной.

Через сечение I входит поток воды, имеющий скорость $\nu_в$ и высоту h_1. Через сечение II вытекает поток с той же скоростью, но высотой h_2. Часть воды при прохождении расстояния αx (ось x направлена вдоль поверхности) между сечениями I и II успевает профильтроваться в теле навала. Расход воды в единицу времени через сечение I будет равен

$$g_1 = \nu_в \cdot h_1 \quad (17)$$

Расход воды через сечение II

$$g_2 = \nu_2 \cdot h_2 \qquad (18)$$

Часть жидкости, профильтровавшаяся в теле навала, определяется из соотношения

$$g_3 = \nu_ф \cdot dx \qquad (19)$$

где $\nu_ф$ – скорость фильтрации воды через навал отбитой руды.

Применяя уравнение неразрывности для выделенного участка на поверхности навала, можно записать

$$g_1 = g_2 \cdot g_3$$

или с учетом (17), (18) и (19) имеем

$$\nu_в \cdot h_1 = \nu_в \cdot h_2 + \nu_ф \cdot dx$$

или

$$\nu_ф \cdot \alpha x = \nu_в (h_1 - h_2)$$

Обозначая $h_1 - h_2 = dh$ имеем

$$dh = \frac{\nu_ф}{\nu_в} \cdot dx . \qquad (20)$$

Интегрируя (20) по всей поверхности навала, по которой течет поток воды длиной ℓ, учитывая, что толщина слоя воды уменьшается до 0, имеем

$$\int_o^h dh = \int_o^\ell \frac{\nu_ф}{\nu_в} \cdot dx \quad h = \frac{\nu_ф}{\nu_в} \cdot \ell ;$$

или

$$\frac{h}{\ell} = \frac{\nu_ф}{\nu_в} . \qquad (21)$$

Как видим, выражение (21) связывает скоростные характеристики набегающего на навал потока с его геометрическими характеристиками.

Если высота фронта волны, набегающей на навал, h и ширина очистной камеры (или лотка) *в*, то средняя скорость потока волны будет

$$V_{ср\cdot в} = \frac{q_{ср}}{h \cdot в}$$

где h и *в* – площадь набегающего на навал потока воды.

Подставляя полученное среднее значение скорости набегающего потока в формулу (21) имеем

$$\frac{h}{\ell} = \frac{\nu_ф \cdot h \cdot в}{q_{ср}}; \quad или \quad q_{ср} = \nu_ф \cdot S_{фильт.} \tag{22}$$

$$\text{т.е.} \quad \nu_ф = \frac{q_{ср}}{S_ф}$$

где $\ell \cdot в = S_ф$ – площадь поверхности навала накрытая набегающим потоком воды, т.е. поверхность фильтрации.

Выражение (22) соответствует известному в гидравлике понятию фиктивной скорости фильтрации. Истинная скорость фильтрирующегося потока воды определяется из соотношения

$$\nu_ф = \frac{q_{ср}}{m S_ф}; \quad m = \frac{V^0}{V_H}; \tag{23}$$

где V_o – объем пустот в навале руды;

V_H – общий объем навала.

Заменяя m коэффициентом разрыхления $k = V_H / V_т$, где V_H – объем навала руды, а $V_т$ – объем, занимаемый непосредственно рудой. Отсюда связь между коэффициентом *m* и *к* имеет вид:

$$m = \frac{K-1}{K}.$$

Из расчета объема воды, профильтровавшейся в навал до момента его сдвига, следует, что с увеличением единичного расхода воды $q_{ср}$, набегающего на навал, общий ее объем в навале $V_в$ растет. Другими словами, «насыщение» навала водой пропорционально единичному расходу потока воды, набегающего на него. Опыты показывают, что чем больше «насыщение» водой навала руды, тем больше транспортирующая способность у возникающего селевого потока.

Вполне очевидно, что величина скоростного напора воды оказывает влияние во всех трех случаях зарождения селя, т.е. чем больше скоростной напор потока воды, тем меньше составляющая веса навала, необходимая для его сдвига на наклонной поверхности камеры

$$F_{сдвига} = P \cdot \sin\alpha \tag{24}$$

где P – вес навала руды вместе с водой насыщения.

В работе [4] также показана «фильтрационная» модель зарождения искусственного селевого потока, однако в этой модели автор не стал подробно рассматривать процесс фильтрации потока воды в теле навала руды, а более подробно рассмотрел воздействие селя на преграду при его поступлении в рудоприемную выработку.

В работе [5] автором обоснован метод расчета параметров навала руды при взрыводоставке и накопления руды в навале до критической массы с учетом вместимости рудоприемной воронки и объема воды в аккумулирующей емкости, с целью определения оптимальных режимов и параметров взрывоселедоставки руды. Также рассмотрен метод расчета параметров выпускного окна, связывающей размеры выпускного окна с линейными размерами шахтного селевого потока, путем нормирования количества одновременно отбиваемой руды, для транзитного пропуска шахтных селевых потоков в транспортную выработку. Кроме этого на базе физического моделирования селевых потоков в лабораторных условиях установлены количественные характеристики удельных расходов воды для зарождения и движения шахтных селевых потоков и влияния гранулометрических характеристик шахтного селя на его транспортирующую способность.

Представленная в данной работе полуэмпирическая формула по определению удельного расхода воды в зависимости от угла наклона выработки (русла селевого потока) и коэффициента разрыхления отбитой горной массы вполне пригодна для предварительных инженерных расчетов.

Например, при угле наклона камеры α = 25^0, коэффициенте разрыхления $K_р$ = 1,5 и среднем динамическом коэффициенте трения μ = 0,82 удельный расход воды для образования и движения шахтного селевого водо-каменного потока по жесткому руслу (камере) составит

$$\frac{m_в}{m_п} = \frac{\mu\cos\alpha - \sin\alpha}{\sin\alpha + \dfrac{\mu\cos\alpha}{K_p - 1}} \cdot (0{,}02\alpha + 0{,}72) = \frac{0{,}82 \cdot 0{,}906 - 0{,}423}{0{,}423 + \dfrac{0{,}82 \cdot 0{,}906}{1{,}5 - 1}} \cdot 1{,}32 = 0{,}221\ м^3/т\ .$$

где, $K_з$ = (0,02α + 0,72) – коэффициент резерва расхода воды, зависящая от угла наклона русла шахтного селевого потока.

Литература

1 Абдуев Н.С. Обоснование технологии ведения вскрышных работ на горных месторождениях с использованием искусственных селевых потоков. Дисс. На соискание степени канд. техн. наук. Алматы, 2001. – 107 с.

2 Рогов Е.И., Абдуев Н.С. Определение вероятности возникновения искусственного селевого потока для ведения вскрышных работ в нагорных месторождениях // Сб. научных трудов аспирантов и магистрантов, КазНТУ. – Алматы, 2000. – С. 45-49.

3 Отчет о НИР «Разработка и промышленные испытания систем и их параметров для разработки наклонных залежей Анненского района Жезказганского месторождения». Фонд ИГД им. Д.А. Кунаева. Алматы, 1985. – 165 с.

4 Грибанов В.Ф. Отработка наклонных залежей с взрывогидродоставкой руды на руднике Миргалимсай. ВНИИИНТИ, № 6047-82. Деп. 7 с.

5 Волков А.П. Обоснование параметров технологии с взрывоселедоставкой руды при разработке наклонных рудных залежей. Алматы, 1993. – 133 с.

References

1 Abduyev N. S. Reasons for technology of conducting overburden works on on mountain fields with use of artificial mud streams. Дисс. On competition of degree of Cand.Tech.Sci. Almaty, 2001. – 107 pages.

2 Horns E.I., Abduyev N. S. Determination of probability of emergence of an artificial mud stream for conducting overburden works in mountain fields//Sb. scientific works of graduate students and undergraduates, KAZNTU. – Almaty, 2000. – Page 45-49.

3 Report on NIR "Development and Industrial Testing of Systems and Their Parameters for Development of Inclined Deposits of Annensky of the Area of the Zhezkazgansky Field". IGD fund of D. A. Kunayev. Almaty, 1985. – 165 pages.

4 Gribanov V. F. Working off of inclined deposits from vzryvogidrodostavky ore on the mine Mirgalimsay. VNIIINTI, No. 6047-82. Depp. 7 pages.

5 Volkov A.P. Reasons for parameters of technology from vzryvoseledostavky ore in case of development of inclined ore deposits. Almaty, 1993. – 133 pages.

ӘОЖ: 622…272/ 275

Резюме

Волков А.П., Шамганова Л.С., Баитов Ж.К.
(Д.А. Қонаев атындағы ТКИ, Алматы қ., Зертхана меңгерушісі,
Директордың орынбасары, «Prodrill Exploration L.L.P.»
ЖШС өндіріс жөніндегі директор)

ШЫҢДАЛҒАН РУДАНЫ ЖЕТКІЗУ ҮШІН ТАУ-КЕН ІСІНДЕ ПАЙДАЛАНЫЛАТЫН ЖАСАНДЫ СЕЛДІК СУ-ТАС АҒЫНЫНЫҢ ҚОЗҒАЛЫСЫ МЕН ЖАСАЛУ МОДЕЛЬДЕРІН ТАЛДАУ

Мақалада жасанды селдік су-тас ағынының пайда болуы мен қозғалысын теориялық зерттеу, шыңдалған руданы селдік тасымалдаумен көлбеу руда кенін өңдеу қалыптастыру және даму сатысында екенін, сондықтан осы проблема бойынша ғылыми еңбектер онша көп еместігі көрсетілген. Тау-кен ісінде пайдаланылатын жасанды сел ағындарына жүргізілген кейбір зерттеулер назарға алуға лайықты және алдын ала инженерлік есентер үшін жарамды.

Түйінді сөздер: жасанды селдік су-тас ағыны, қопсытылған тау-кен массасын селдік тасымалдау, судың үлестік шығысы

UDC: 622…272/ 275

Summary

Volkov A.P., Shamganova L.S., Baitov Zh.K.
(D.A.Kunayev Mining Institute, Almaty, Head of the laboratory, Deputy Director,
Prodrill Exloration LLP, production director)

ANALYSIS OF SIMULATION FORMATION AND MOVEMENT OF ARTIFICIAL SILL WATER-ROCK FLOWS USED IN MINING TO DELIVER BROKEN ORE

The article recognizes that theoretical studies of formation and movement of artificial sill water-rock flows and the technology of processing the inclined ore shoots with the sill transportation of the broken ore are at the stage of formation and development, and that is why scientific works for this issue are scarce. However, some studies of the artificial sill flows used in mining deserve attention and are adequate for preliminary engineering calculations.

Key words: artificial sill water-rock flow, sill transportation of broken rock mass, specific water consumption

УДК: 622.44

Шамганова Л.С., Балтиева А.А., Лысенко С.Б., Съедина С.А., Алтаева А.А.
(Институт горного дела им. Д. А. Кунаева, г. Алматы)

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОДЗЕМНОГО РУДНИКА

Аннотация

В данной статье рассмотрены этапы создания каркасных и блочной геомеханических моделей при разработке месторождений подземным способом.

Бұл мақалада кенорынды жер асты тәсілімен игреуде геомеханикалық модельді құрудың қаңқалы және блоктық кезеңдері қарастырылған.

This article describes the steps for creating wireframe and block geomechanical models for mining by underground methods.

Ключевые слова: *геомеханика, каркасная модель, блочная модель.*
Түйінді сөздер: *геомеханика, қаңқалы модель, блокмоделі.*
Keywords: *geomechanics, wireframe model, block model.*

Трёхмерные модели месторождения всё чаще используются для оценки геомеханического состояния выработанного пространства и горных выработок. Изменение напряженного состояния и деформации вышележащих пород могут оказывать влияние на устойчивость, а также могут воздействовать на окружающую среду. Для того чтобы оптимизировать работу всей шахты и правильно оценить риски, необходимо с самого начала принимать во внимание геомеханическое поведение объекта разработки и окружающих его пород.

Геомеханическая цифровая модель строится на основе геологической модели. Отличие геомеханической модели от геологической состоит в том, что помимо геологических факторов, она должна отражать механические процессы, происходящие в массиве. Разработка расчетных геомеханических моделей горного массива ведется на базе данных,полученныхпо результатам специальных натурных и лабораторных исследований в шахте и мониторингаза сдвижением земной поверхности.

Для построения трёхмерной геомеханическоймодели месторождения используются векторные, каркасные и блочные модели геологических тел (рисунок 1).

Векторные модели могут создаваться с использованием модели геологических проб, которые, в свою очередь, могут быть представлены в виде кондиционных интервалов. Для ускорения создания векторных моделей (при наличии геологических разрезов на бумажных носителях) их векторизованные изображения могут быть построены на плоскости разреза также при помощи сплайнов, как контуры создаваемой модели геологического объекта.

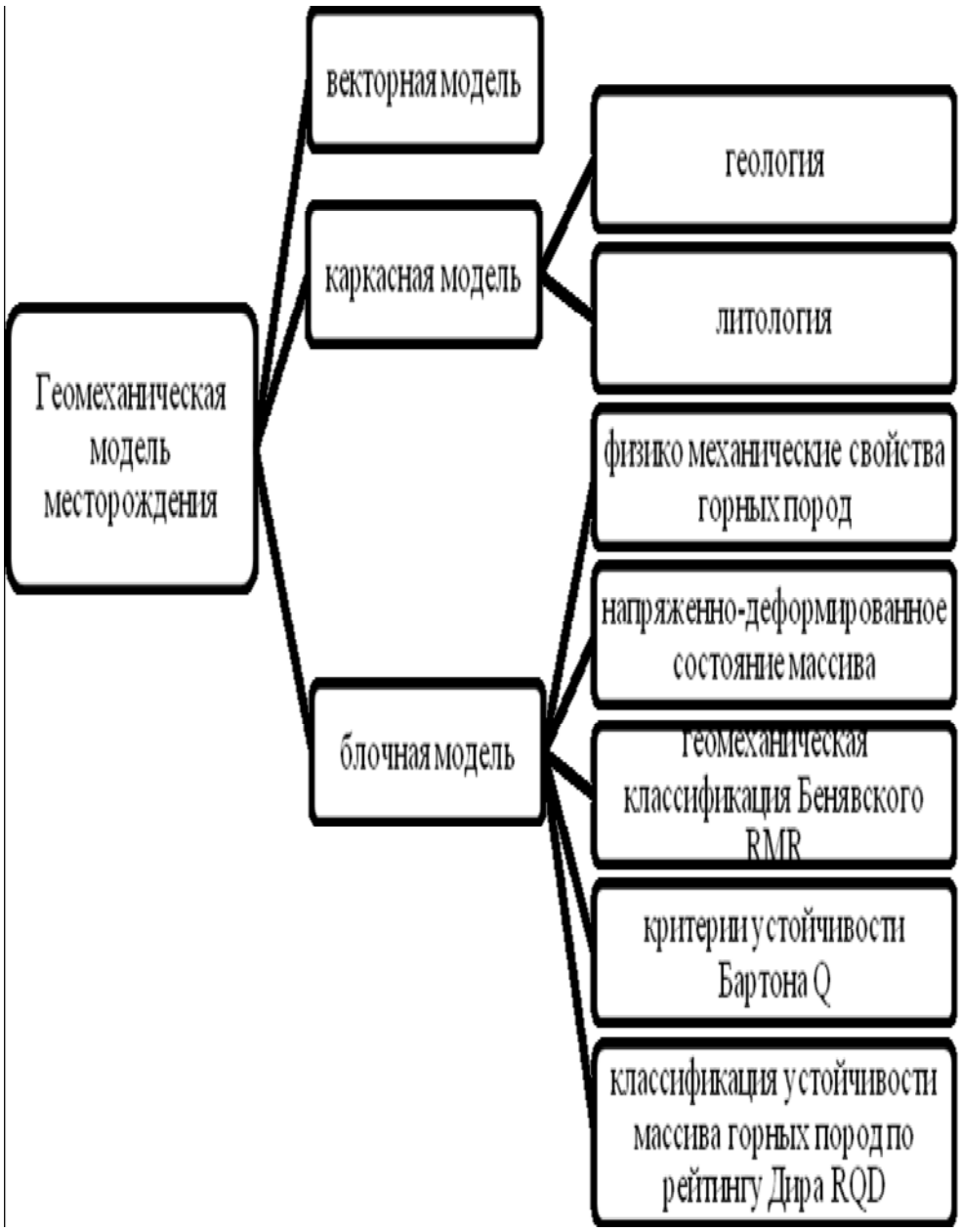


Рисунок 1 - Иерархическая структура геомеханической модели месторождения

Каркасная модель (КМ)это продукт трехмерной триангуляции. КМ может быть создана путем соединения стрингов, представляющих собой контуры рудных тел на разрезах, сеткой, состоящей из треугольников, которые используют для соединения полигональных геометрических объектов в солид (объект с положительным объемом) или полость (объект с отрицательным объемом). Результирующие объекты могут быть использованы длявизуализации; вычисления объемов;извлечения разрезов в любом направлении;пересечения с данными, созданными на основе модуля геологической базой данных;создания блочной модели.

Создание каркасной модели представляет собой трудоемкий процесс, включающий в себя несколько этапов (рисунок 2).

Рисунок 2 – Этапы создания каркасной модели месторождения

Результат каркасной геологической модели представлен на рисунке 3 на примере Артемьевского месторождения.

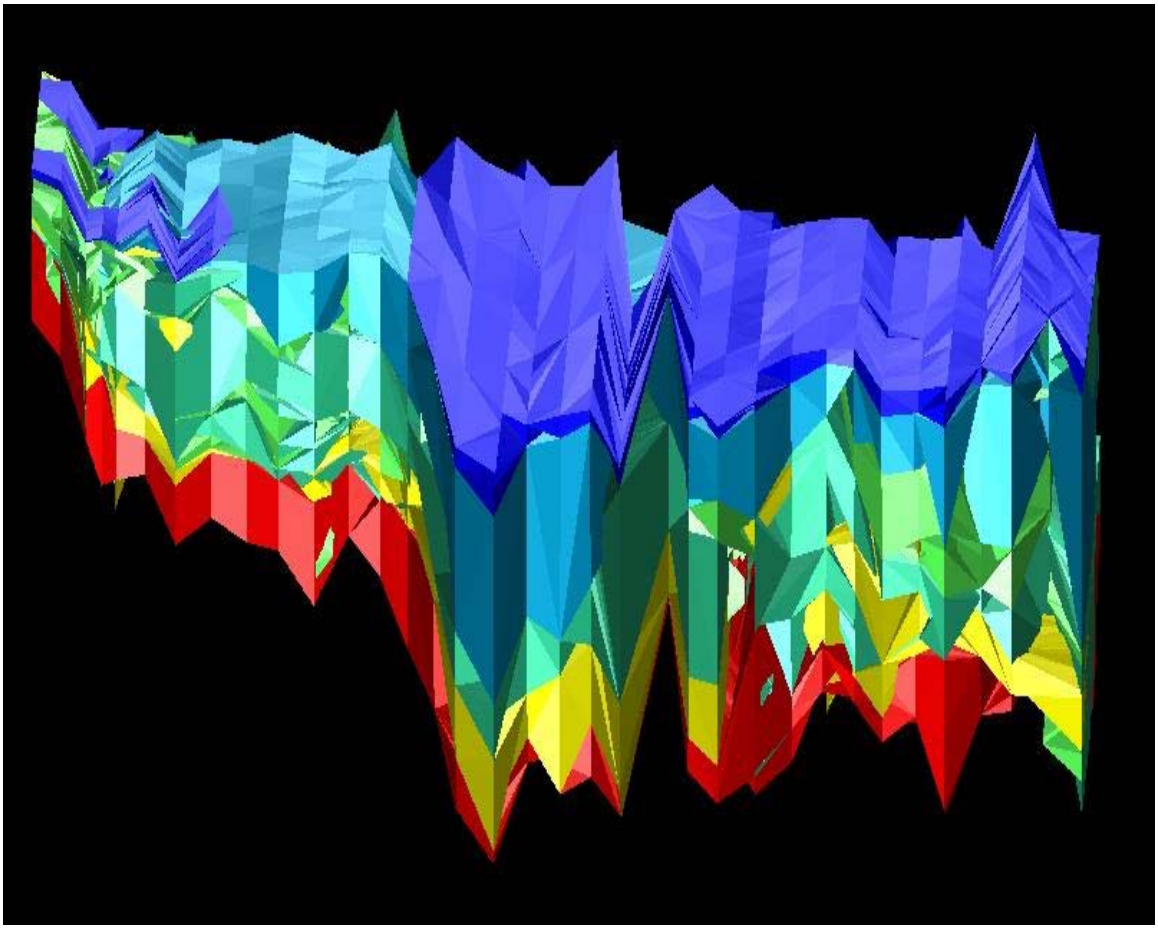


Рисунок 3 - Каркасная геологическая модель Артемьевского месторождения

На основе литологии, тектонических нарушений и оценки устойчивости создается блочная модель с присвоением рейтингов по системам Qи RMR в местах картирования.

Блочная модель является простейшим типом трехмерной модели месторождения, т.е. это прямоугольная пространственная решетка, где каждая ячейка имеет одинаковую ориентацию и содержит единственную

характеристику для каждой переменной. Именно этот тип используется большинством геоинформационных систем (ГИС)[1]. Размер ячеек должен быть достаточно мал для того, чтобы учесть все нюансы формы и внутренней структуры рудного тела. Блочная модель может быть построена на всем пространстве месторождения, однако обычно при ее создании используют готовый каркас или набор каркасов (рисунок 4).

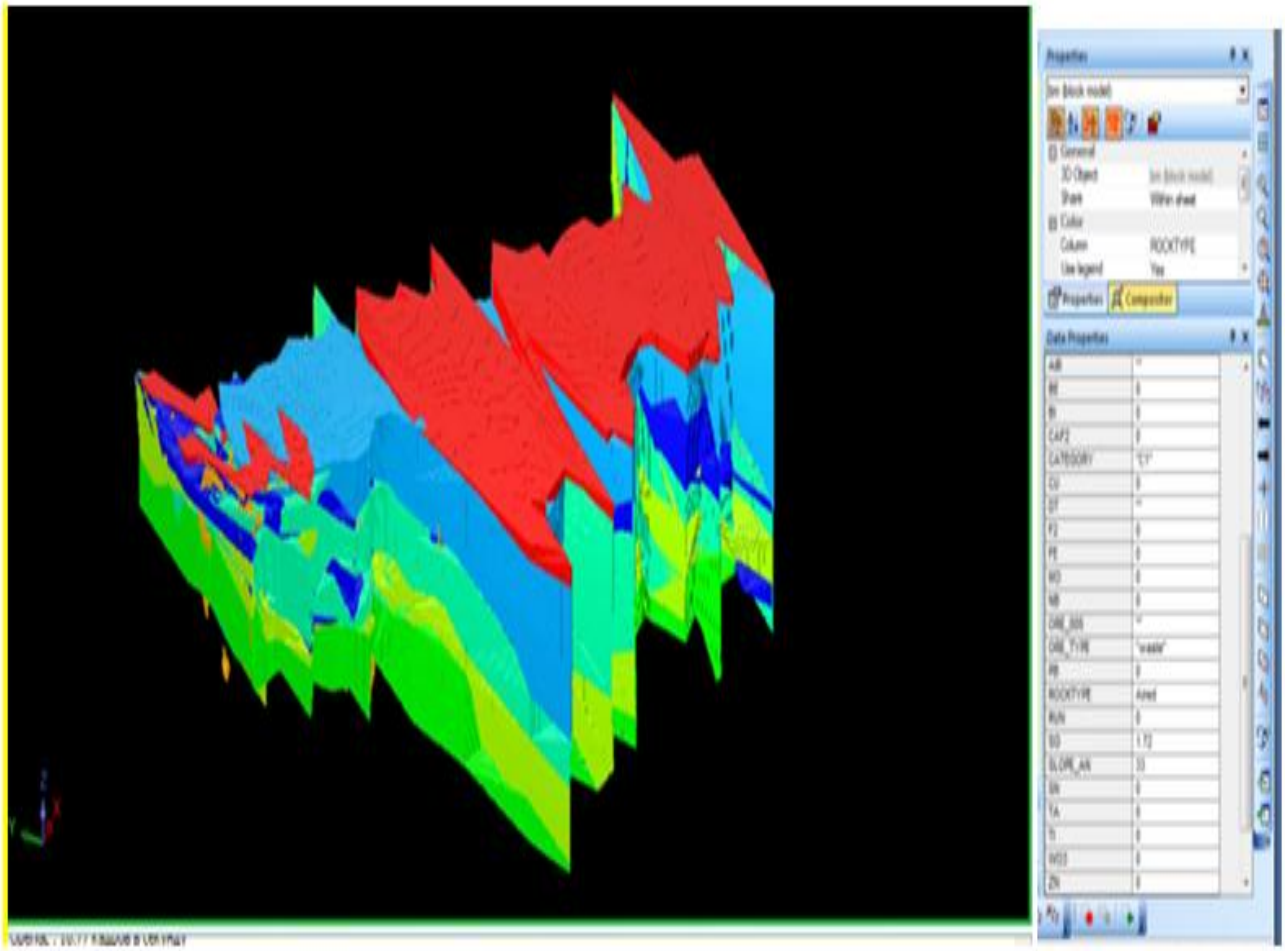


Рисунок 4 - Пример создания блочной моделиАртемьевского рудника с различными блоковыми атрибутами (литология, объёмный вес породы, содержание полезного ископаемого, категория разведаности руды и т.д.)

Таким образом, применение 3D моделей в горных работах позволяет контролировать выполнения работ в любой момент времени для всех служб горнодобывающих предприятий. Также, является единой информационной базой для принятия технически обоснованных решений по разработке месторождений полезных ископаемых. Создание 3D моделей позволяет существенно сократить время на выполнение проектных решений и плановых направлений развития горных работ и обеспечивает возможность принятия наиболее оптимальных инженерно-технических решений с учетом многовариантных проработок и расчетов.

Литература

1 Петров С.В., Мишулович П.М., Смоленский В.В., Плеханова Г.В. Принципы создания блочной геолого-технологической модели месторождения. - Санкт-Петербург, 2010. - 34 с.

References

2 Petrov S.V., Mishulovich P.M., Smolenskii V.V., Plehanova G.V. Principy sozdanija blochnoi geologo-tehnologicheskoi modeli mestorozhdenija. - Sankt-Peterburg, 2010. - 34 s.

ӘОЖ: 622.44

Резюме

ШамгановаЛ.С., БалтиеваА.А., АлтаеваА.А.
(Институт горного дела им. Д. А. Кунаева, г. Алматы)

ЖЕРАСТЫ КЕНІШІНІҢ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ МОДЕЛІН ЖАСАУ БОЙЫНША

Бұл мақалада кенорынды жер асты тәсілімен игреуде геомеханикалық модельді құрудың қаңқалы және блоктық кезеңдері қарастырылған.
Түйінді сөздер: геомеханика, қаңқалы модель, блокмоделі.
UDC: 622.44

Summary

Shamganova L.S., Baltieva A.A., Altaeva A.A.
(Mining institute after D.A. Kunayev, Almaty)

ON THE DEVELOPMENT OF GEOMECHANICAL MODELS OF UNDERGROUND MINES

This article describes the steps for creating wireframe and block geomechanical models for mining by underground methods.
Keywords: geomechanics, wireframe model, block model.

УДК: 622.44

Даукей С.Ж.[1], Битимбаев М.Ж.[1], Шамганова Л.С.[2], Бердинова Н.О.[2], Съедина С.А.[2]

([1]ТОО «Корпорация Казахмыс»,[2]Институт горного дела им. Д. А. Кунаева, г. Алматы)

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА И ЦЕЛИКОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация

В данной статье рассмотрены основные результаты изучения геомеханического состояния выработанного пространства и целиков различного назначения Жезказганского месторождения.

Ключевые слова: *геомеханическое состояние, междукамерные целики. выработанное пространство.*

Түйін сөздер: *геомеханикалық жағдай, камерааралық тіреу, өндірілген кеңістік.*

Keywords: *geomechanical condition, interchamberpillars, the mined-out space.*

Геомеханические условия, сложившиеся на современном этапе разработки Жезказганского месторождения, определяются разнообразием параметров залегания (большой разброс геометрических параметров целиков, сложная форма горных выработок, пустоты разобщены по отдельным залежам и горизонтам в различных горно-геологических условиях**)** и плотно застроенной земной поверхностью над выработанным пространством [1].

Вся территория Жезказганского месторождения представлена многократными перекрывающимися участками (пустотами), срок существования которых в основном превышает 30 лет. Массив горных пород на всей территории месторождения находится в измененном, вторичном напряжено деформированном состоянии (таблица 1).

Таблица 1- Геомеханическая обстановка на Жезказганском месторождении

Геомеханическая обстановка	Объединение отдельных ослабленных участков в крупные ослабленные районы
	Обрушения налегающей толщи на больших площадях с выходом и бех выхода на поверхность
	Выявлено 7 ослабленных районов, 36 ослабленных участка и 20 обрушенных участков.
	Общий объем образованных пустот составляет 149,3 млн. м³, погашено закладкой, самообрушением и принудительным обрушением 97696,4 тыс. м³.

Все это способствовало появлению крупных зон образования воронок и провалов на поверхности, а также образованию ослабленных

участков: район в прилегании к поселку Жезказган (юго-западная часть);район в прилегании к поселку Жезказган (южная часть - стадион, цех озеленения, кладбище); район автодороги Аркалык-Жезказган, поселок Лермонтова, шх. Покро; район на примыкании к южной части обрушения Анненского района.

К одному из ослабленных участков относится участок автодороги Аркалык-Жезказган (рисунок 1). Автодорога Жезказган-Аркалык проходит по территории двух рудников: Западно-Жезказганского рудника (шахты 73-75 и 55) и Восточно-Жезказганского рудника (шахта 57). Временно-неактивные запасы в целиках под поверхностными объектами вдоль автодороги Жезказган-Аркалык составляют в руде -3771,4 тыс. т. и в меди - 36750 т с содержанием 0,97% [2].

Геомеханический анализ выработанного пространства под автодорогой республиканского значения Жезказган-Аркалык проводился для участков, расположенных по 250 м в обе стороны от оси дороги (500-метровая зона) на основании графических, геологических, геомеханических материалов. Автодорога и прилегающее пространство условно разделены на 3 участка, каждый из которых поделен на зоны для детального изучения геомеханического состояния выработанного пространства (рисунок 2).

Первый участок автодороги Жезказган-Аркалык находится над залежами АС-6-II, в районе шахт 73-75 и шахты 55. Этот участок характеризуется сложной геомеханической ситуацией, так как попадает в зону возможных опасных сдвижений, по участку проходят Вторая северная и Петровская западная флексуры. Горные работы на участке производились в основном в 2000-2005 гг., с возобновлением работ в 2012 году по повторной отработке МКЦ. Глубина отработки 400 – 500 м. Участок условно делится на четыре зоны возможных опасных сдвижений. Эти зоны частично отработаны (30-40%), часть целиков разрушены (рисунок 3).

Второй участок автодороги Жезказган- Аркалык относится к району примыкания к шахте 55 ЗЖР, состояние целиков по данному участку приведено на рисунке 4.

Общее количество разрушенных МКЦ в районе обрушения - 2290 МКЦ, суммарная площадь обрушения в шахте -1015070 м^2, объем погашенных пустот с полевой повторной отработкой - 8814,0 тыс. м^3, площадь «воронки» на поверхности 614354 м^2, глубина провала - 5,0-16,0м.

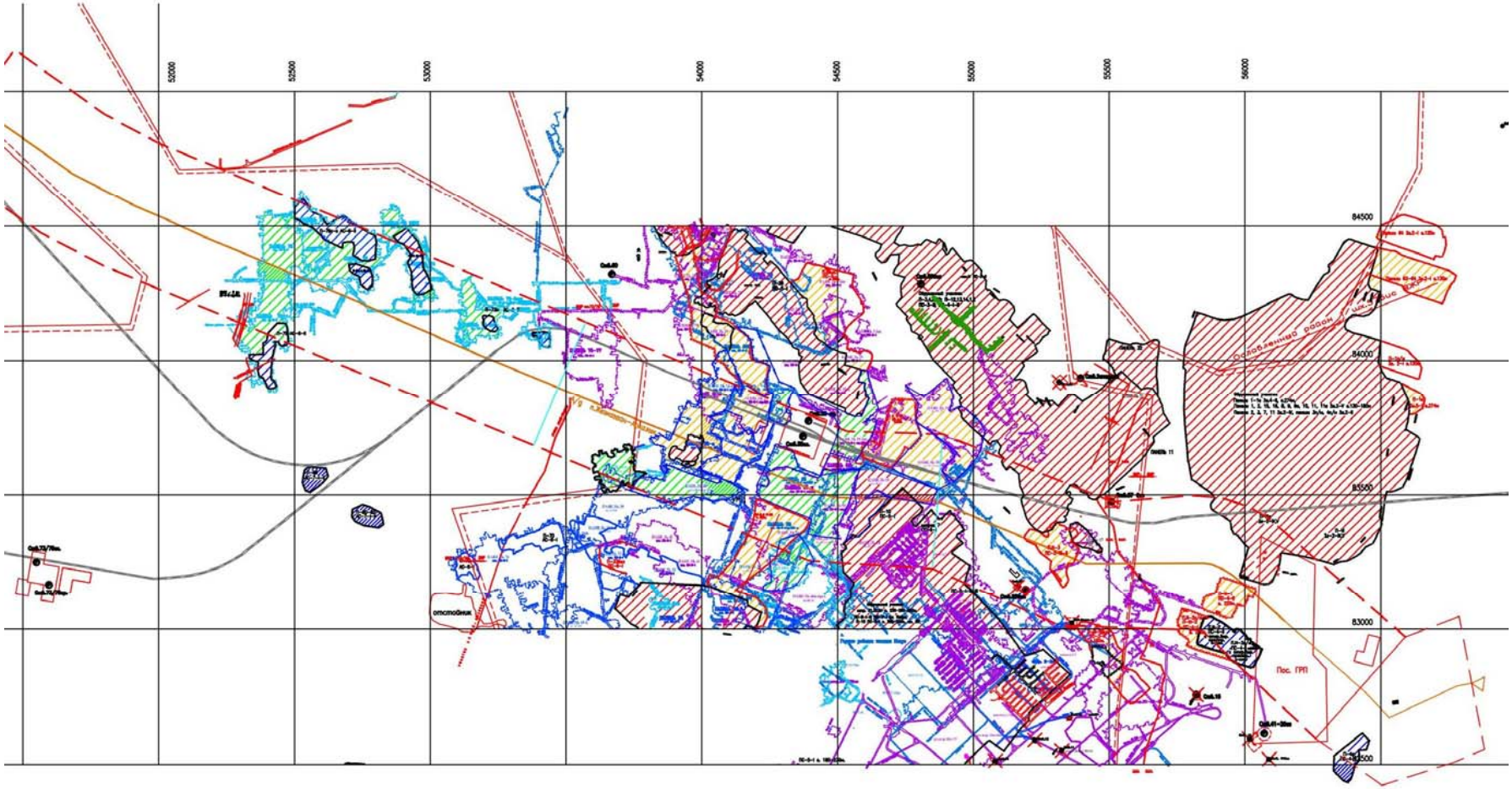


Рисунок 1 - Общая геомеханическая ситуация вдоль автодороги Жезказган-Аркалык

Рисунок 2 - Разделение автодороги Жезказган-Аркалык на геомеханические участки

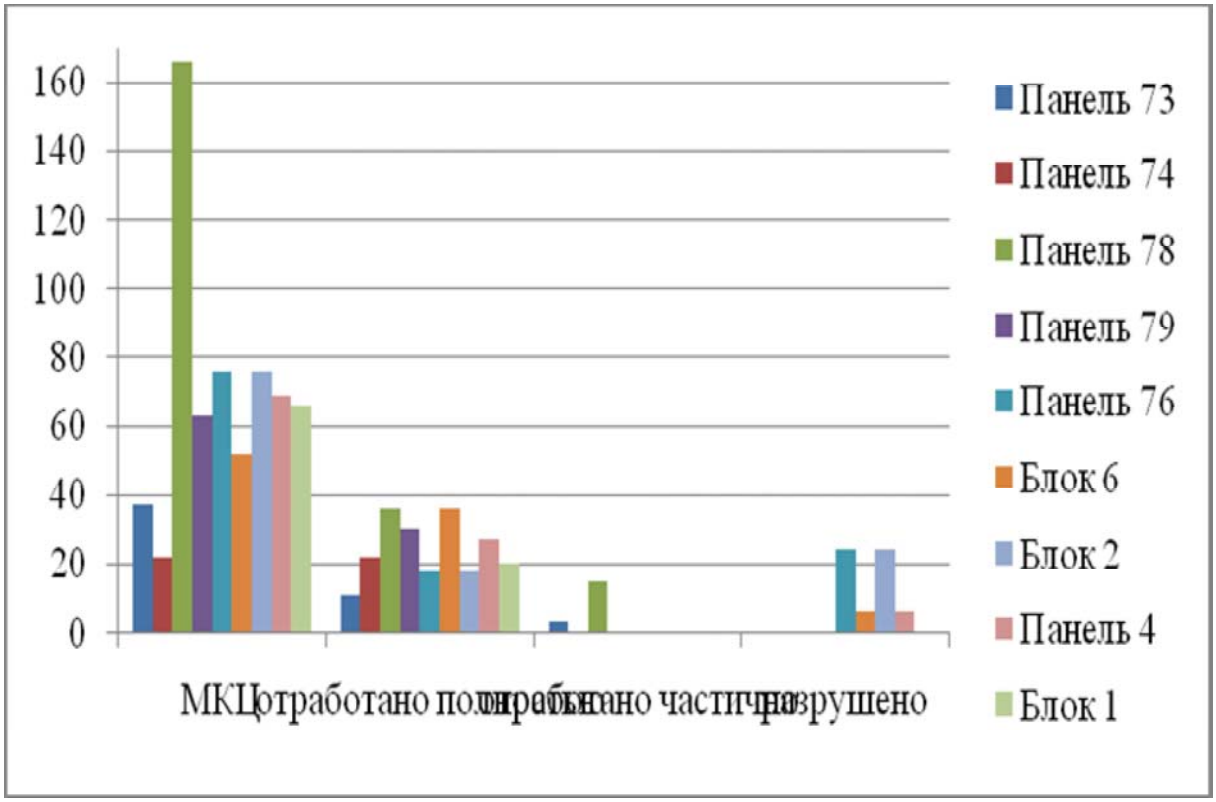


Рисунок 3 - Состояние междукамерных целиков первого участка

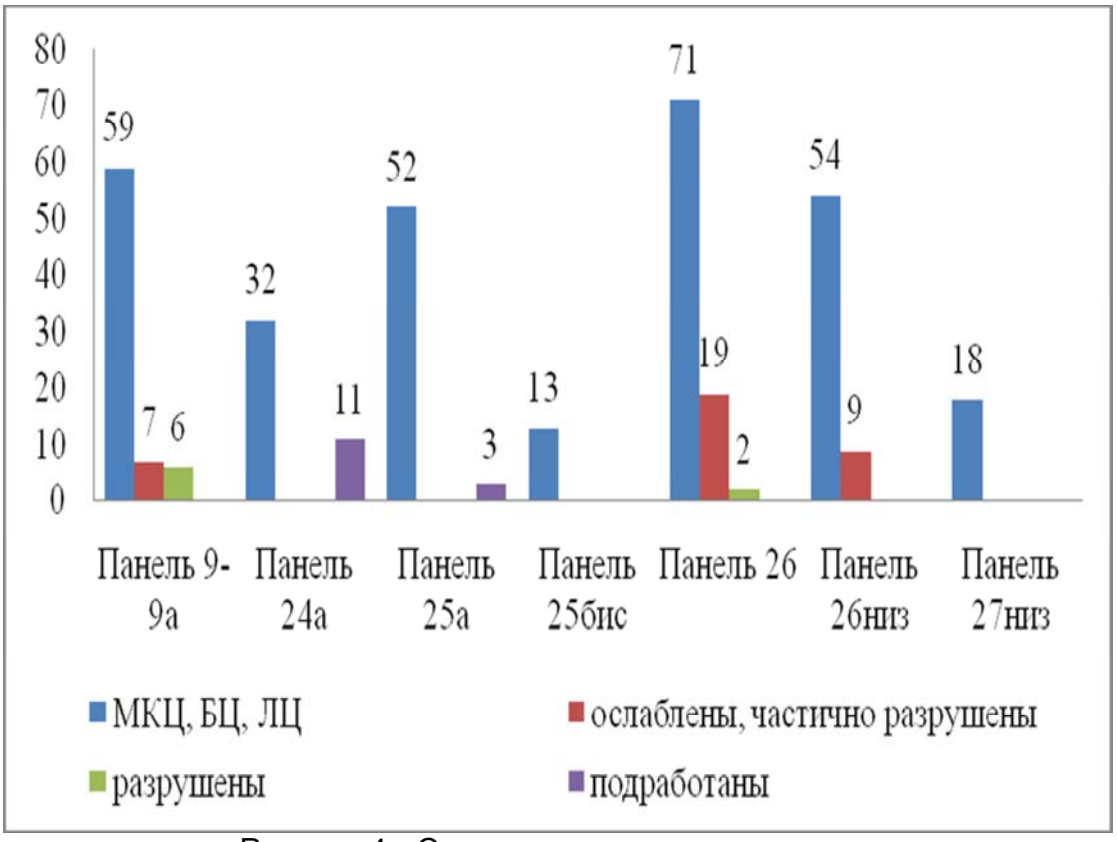


Рисунок 4 - Состояние целиков второго участка

<u>Третий участок</u> автодороги Жезказган- Аркалык (поселок Лермонтово, ГРП, шх. Покро шахта 57 ВЖР) проходит по району 3-х обрушенных участков. В ходе оценки геомеханического состояния математическим моделированием были проведены работы по определению КЗУ для горных выработок этого участка (таблица 2).

Таблица 2 - Расчет площади целикови КЗУ дляблоков/панелей 3 участка

ГВ	Площадь целиков, м2	Площадь выработки, м2	КЗУ
Блок 5411	385	2874,65	1,08
Панель 25 бис	875	25820,35	1,2
Панель 25	6714	39797,87	1,15
Панель 57	6714	16123,78	1,2
Панель 58	643	4283,49	1,6
Панель 25н	6445	31327,19	1,3

Математическое моделирование по расчету устойчивости панелей показало, что на момент расчетов все панели под автодорогой Аркалык – Жезказган находятся в неустойчивом и весьма неустойчивом состоянии.

Это объясняется следующими сложившимися обстоятельствами: под пос. ГРП-Лермонтово произведена частичная отработка запасов, на прилегающих к ним и автодороге «Жезказган- Аркалык» участках имеют место перекрытия пустот, наблюдаются локальные обрушения. В непосредственной близости от важных поверхностных объектов, а

иногда и под ними, имеются непогашенные пустоты длительного срока существования. Кроме того, указанные объекты, по большей части, оказались в «кольце» обрушений, в т. ч. и площадных [3]. Все необрушенные выработки шх. Покро на примыкании к автодороге находятся в зоне опорного давления от обрушений, которое со временем приведет к нарушению устойчивости МКЦ и в конечном итоге к обрушению.

Таким образом геомеханическая обстановка вдоль автодороги Жезказган - Аркалык оценивается как сложная: снижается несущая способность МКЦ на отработанных участках; в зоне опорного давления происходит постепенное перераспределение напряжений и накопление деформаций массива, что предопределяет возможность образования новых зон разрушения, объединения их ранее образовавшимися обрушениями.

В связи этим необходимо принимать срочные меры по погашению выработанных пространств этого района с целью исключения внезапных обрушений, для чего необходимо рассмотреть вопрос о переносе всех коммуникаций вдоль автодороги, в том числе и пос. Лермонтово.

Литература

1 Отчет о НИР:«Оценка геомеханического состояния отработанных пространств, междукамерных и барьерных целиков Жезказганского месторождения и возможности безопасной отработки камерных запасов и целиков по первоочередным участкам (Кресто, Златоуст, Покро-север, Анненский район)». ИГД им. КУнаева, Алматы, 2015.

2 Герасименко В. И. Геомеханический анализ и обоснование Генерального плана окончательной отработки Жезказганского месторождения. Годовой отчет, часть 1, ТОО «КазГидроМедь», Жезказган, 2012.

3 ТЭО «Генеральный план развития Жезказганского месторождения». В 12 томах, г. Жезказган, Головной проектный институт ТОО "Корпорация Казахмыс", 2013.

References

1 Otchet o NIR: «Ocenka geomehanicheskogo sostojanija otrabotannyh prostranstv, mezhdukamernyh i bar'ernyh celikov Zhezkazganskogo mestorozhdenija i vozmozhnosti bezopasnoi otrabotki kamernyh zapasov i celikov po pervoocherednym uchastkam (Kresto, Zlatoust, Pokro-sever, Annenskii raion)». IGD im. KUnaeva, Almaty, 2015.

2 Gerasimenko V. I. Geomehanicheskii analiz i obosnovanie General'nogo plana okonchatel'noi otrabotki Zhezkazganskogo mestorozhdenija. Godovoi otchet, chast' 1, TOO «KazGidroMed'», Zhezkazgan, 2012.

3 TYeO «General'nyiplanrazvitijaZhezkazganskogomestorozhdenija». V 12 tomah, g. Zhezkazgan, Golovnoi proektnyi institut TOO \"Korporacija Kazahmys\", 2013.

ӘОЖ: 622.44

Резюме

ДаукейС.Ж., БитимбаевМ.Ж., ШамгановаЛ.С. , БердиноваН.О., СъединаС.А.
(ЖШС «КорпорацияКазахмыс», Д.А. Қонаев атындағы Кен істері институты, Алматы қ.)

ӘР ТҮРЛІ МАҚСАТТАҒЫ ТІРЕУЛЕРДІҢ ЖӘНЕ ӨНДІРІЛГЕН КЕҢІСТІКТІҢ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУ БОЙЫНША СҰРАҚТАР

Мақалада Жезқазған кенорнының әр түрлі мақсаттағы тіреулерді және өндірілген кеңістіктің геомеханикалық жағдайларын зерттеудің негізгі қорытындылары қарастырылған

Түйін сөздер:геомеханикалық жағдай, камерааралық тіреу, өндірілген кеңістік.

UDC: 622.44

Summary

Daukey S.Z., BitimbayevM.Zh., Shamganova L.S., Berdinova N.O., Sedina S.A.
(LPS«КорпорацияКазахмыс», Mining institute after D.A. Kunayev, Almaty)

EVALUATION QUESTIONS GEOMECHANICAL CONDITION OF DEVELOPED SPACE AND COMPLETELY DIFFERENT PURPOSEC

This article describes the main results of the study of geomechanical condition of developed space and pillars of various purpose Zhezkazgan deposit.

Keywords:geomechanical condition, interchamberpillars, the mined-out space.

УДК 622.831.24

Помашев О.П.[1], Нурлыбаев Р.О.[2], Сарыбаев М.А.[1]
([1]Казахский национальный технический исследовательский университет им. К.И. Сатпаева, [2] Институт горного дела им. Д.А. Кунаева, г. Алматы)

ОЦЕНКА ВЕЛИЧИНЫ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ ВПЕРЕДИ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ ПО НАТУРНЫМ ЗАМЕРАМ ДЕФОРМАЦИЙ И СМЕЩЕНИЙ КРОВЛИ

Аннотация

Настоящей работой ставилась цель: выявить характер изменения горного давления впереди очистного забоя, в зависимости от разных расстояний в глубь породного массива и оценить его величину по натурным замерам деформаций и смещений кровли. В натурных условиях этими замерами устанавливались относительное сближение кровли и почвы подготовительных выработок, а также смещения непосредственной кровли разрабатываемого угольного пласта в зоне влияния опорного давления. Полученные результаты изучения основных параметров зоны влияния опорного давления и приближенной оценки его численной величины на конкретных участках впереди очистного забоя, могут быть использованы при решении производственных задач по подбору соответствующих видов (типов) крепи, управлению кровлей подготовительных и очистных выработок, а также труднообрушаемой кровлей, в особенности в условиях Карагандинского угольного бассейна. Все это, несомненно, является одной из актуальных проблем, решение которой имеет большое научно-практическое значение в обеспечении надлежащей безопасности и эффективности добычи угля в различных горно-геологических и горнотехнических условиях.

Ключевые слова: *разрабатываемый угольный пласт; подготовительные и очистные выработки; очистной забой; породный массив; горное давление; зона влияния опорного давления; деформация и смещения кровли; замеры конвергенции (сближение кровли и почвы).*

Түйін сөздер: *қазып алынатын көмір қыртысы (қабаты); даярлайтын және таздартатын кеңістіктер; тазартатын бетістік; жыныс массиві; тау қысымы; тау қысымының әсер ететін аймағы; төбенің деформациалануы және жылжуы; конвергенцианы өлшеу (төбемен табандықтың өз ара жақындауын).*

Keywords: *coal seam developed; preparation and production of water treatment; stope; rock mass; confining pressure; zone of influence of the reference pressure; deformation and displacement of the roof; measurements of convergence (convergence of the roof and the ground).*

В свое время лабораторией сдвижения горных пород Института горного дела АН КазССР под руководством заведующих данной лабораторией (в разные годы) докторами технических наук, профессорами, членами-корреспондентами АН КазССР Канлыбаевой Ж.М., Болгожиным Ш.А. на протяжении длительного периода времени (1965-1985 гг.) и последующие годы по программам НИР, были проведены исследовательские работы, направленные на повышение безопасности и эффективности добычи угля, как важного сырья,

имеющего стратегическое значение для страны. Выполнения исследований по данному вопросу были весьма своевременными и актуальными, и решение этой проблемы имело большое научно-техническое и научно-практическое значения для горного производства Карагандинского угольного бассейна.

Ниже приведем только некоторые отдельные результаты этих исследований, связанных с оценкой величины горного давления впереди очистного забоя на различных в глубь массива расстояниях с учетом ряда влияющих факторов.

Натурные эксперименты в Карагандинском бассейне были выполнены в районах шахт: «Казахстанская», «им. В.И. Ленина», «Степная», «Шаханская», «Долинская» и др., где зачастую мощные слои песчаников залегают в основной кровле угольных пластов и оказывают на них то или иное давление, обуславливающее схему и технологию выемки угольного пласта.

В связи с этим ставилась задача замерить в натурных условиях сближение кровли и почвы в подготовительных выработках, а также смещения непосредственной кровли разрабатываемого угольного пласта в зоне влияния опорного давления. Эксперименты состояли в следующем: методом радиоактивного изотопа [1] по глубинным реперам в скважинах были проведены замеры вертикальных смещений непосредственной кровли пласта впереди очистного забоя. В подготовительных выработках одновременно проводили замеры конвергенции, сближения кровли - почвы и боков. Тщательные замеры смещений в породных слоях непосредственной кровли мощностью в пределах 0,5-16,0 м над разрабатываемым пластом, были проведены на расстоянии до 40 м впереди очистного забоя. Результаты этих экспериментальных замеров приведены в таблице 1. Из таблицы видно, что значения смещений колеблются, в основном, в пределах 0,02-0,12 м.

Промежуточное положение в этих пределах занимают конвергенции сближения кровли - почвы, замеренные в подготовительных выработках. Числовые значения их колеблются от 0,001 до 0,075 м [2].

Для оценки величины горного давления по смещениям кровли следует пользоваться расчетными аналитическими методами, отражающими взаимосвязи между давлением и смещением. В линейной теории упругости такие взаимосвязи, т.е. математические формулы получены. В [2] приведена формула, связывающая давление со смещением непосредственной кровли по линии отжима угольного пласта,

$$W_c = 6P_o / 5K, \qquad (1)$$

где W_c – смещение непосредственной кровли по линии отжима угольного пласта, м; P_o – горное давление на угольный пласт впереди очистного забоя, т/м^2; К – коэффициент поправочный, т/м^3.

Таблица 1 – Результаты экспериментальных замеров оседаний пород кровли пласта

№ п.п.	Шахта, скважина	Высота репера над пластом, м	Величина оседаний, м								
			при расстоянии забой – скважина, м								
			0	5	10	15	20	25	30	35	40
1.	«Долинская»,15502	0,5	0,04	0,03	0,035	0,02	0,02	-	-	-	-
2.	«Казахстанская»,9, 10	14,0	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06 0,05	0,04	0,03	0,02	
3.	«Долинская»,15670	11,5	0,04	0,02	0,02	-	-	-	-	-	-
4.	50 лет СССР,11398	3,5	0,11	0,09	0,07	0,05	0,03	0,02	-	-	-
5.	«Степная»,15664	16,0	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	-	-	-	-
6.	«Казахстанская»,7, 8	5,0	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	-	-	-
7.	50 лет СССР, 11401	5,0	0,12	0,06	0,03	0,02	-	-	-	-	-
8.	им. В.И. Ленина, 13028,13029	1,5	0,10	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	-	-	-
9.	«Казахстанская», 13965	3,5	0,04	0,02	0,02	0,02	-	-	-	-	-
10.	«Казахстанская», 13974	8,0	0,11	0,05	0,03	0,02 0,02	-	-	-	-	

Для расчета давления было принято К=4,5·10^4 т/м^3. Формула (1) была использована для вычисления давления впереди очистного забоя по измеренным смещениям.

В работе [3] решена задача напряженного состояния толстостенного цилиндра с внешним диаметром D и осевым отверстием диаметра d, испытывающим равномерное давление P через внешнюю боковую поверхность. Из [3] используя формулу

$$E\varepsilon_\theta = \sigma_\theta - \nu\sigma_{\mathrm{r}}, \tag{2}$$

где E – коэффициент упругости (модуль Юнга); ε_θ - деформация пород кровли; σ_θ - напряжение растяжения, кгс/см^2; ν - коэффициент Пуассона; σ_{r} – радиальное напряжение, кгс/см^2. Из (2) $\varepsilon_\theta = u / r = \Delta d / d$ *при* $r = d / 2$, далее определяется

$$\sigma_\theta - \nu\sigma_{\mathrm{r}} = -2P \tag{3}$$

при $r = d / 2$ и D = ∞, получаем для расчета сближений между кровлей и почвой подготовительных выработок следующую формулу

$$\Delta d = -\frac{2Pd}{E} \tag{4}$$

Подготовительную выработку в массиве горных пород можно приближенно представить, как отверстие в толстостенном цилиндре, сжатом с боков внешними силами. Тогда формулу (4) можно использовать для приближенного определения давления на крепь подготовительной выработки, полагая под Δd измеренную конвергенцию между кровлей и почвой. И, таким образом, давление на кровлю подготовительной выработки можно рассчитывать по формуле

$$P = \frac{E \cdot \Delta d}{2d} \tag{5}$$

Чтобы выполнить расчеты по формуле (5), следует для выработки, пройденной по углю принять значение упругой постоянной E=4·10^3 МПа [4]. В расчетах вполне можно допустить диаметр подготовительной выработки d≈3 м, на основе известных из практики типовых сечений выработок: 6,7; 7,6; 9,0; 12,0; 14,2; 16,0 м^2 и др.

Таким образом, результаты расчетов давления на расстоянии до 50 м впереди очистного забоя, выполненные с помощью формул (1) и (5) при соответствующем учете деформации непосредственной кровли пласта и конвергенций между кровлей и почвой подготовительной выработки, для сравнения сведены в таблицу 2. Из нее видно, что при

малых и больших смещениях непосредственной кровли угольного пласта, а также сближений кровли и почвы подготовительной выработки в зоне влияний опорного давления, расчетные значения P и $2P_o$, полученные соответственно по формулам (1) и (5), значительно отличаются друг от друга. При больших смещениях, полученных непосредственно вблизи линии и по линии очистного забоя, расчетные величины давления в пределах 3,8-18,0 МПА (см. таблицу 2), полученные по формулам (1) и (5), не соответствуют реальным значениям, ввиду того, что относительно большие смещения характерны для зоны отжима, где угольный пласт разрушен, и происходит неупругое его сжатие. Последнее, естественно, обуславливает значительные оседания кровли при малой реакции угольного пласта в зоне отжима. Результаты расчетов давления с помощью формул (1) и (5) по смещениям кровли в зоне влияний опорного давления, помещены в таблице 2. Несколько меньшие значения давления в этой таблице объясняются отсутствием труднообрушаемой кровли в экспериментальных участках, указанных в таблице 1, за исключением лишь шахты им. 50-летия СССР.

Таблица 2 – Расчетные давления на угольный пласт впереди очистного забоя

Расстояние забой – скважина, м	45	45	30	50	30	25	15	15	9	8	0	0
Смещение W_c, м	0,001	0,002	0,004	0,005	0,007	0,010	0,011	0,018	0,050	0,020	0,030	0,075
Давление по формуле (1), МПА	0,75	1,5	3,0	3,8	5,3	7,5	8,3	13,5	37,5	15,0	22,5	86,3
Давление по формуле (5), МПА	2,2	4,4	8,8	11,0	15,4	22,0	24,2	39,7	110,2	44,1	66,1	165,3

Изложенное позволяет сделать заключение, что по данным экспериментальных измерений смещений непосредственной кровли разрабатываемого пласта можно рассчитать опорное давление. Однако, смещения кровли в зонах отжима и по линии максимума опорного давления обусловлены большей сжимаемостью (неупругим сжатием) угольного пласта, чем вмещающих пород и по ним нельзя судить об истинных значениях действующего давления.

Резюмируя изложенное можно сделать вывод, что на основе установленных параметров блочного обрушения труднообрушаемой кровли ряда пластов, а также особенностей сдвижения, изучений

физико-механических свойств пород Карагандинского угольного бассейна, расчетным путем получены прогнозные для глубин 300-1000 м пределы возможных давлений на призабойную зону пласта и крепи. Эти пределы величины давления и соответствующие им расчетные схемы сведены для сравнения в таблицу 3.

Таблица 3 – Расчеты горного давления на призабойную зону пласта по соответствующим формулам

Расчетные формулы	Пределы давления, МПа
$\sigma_y = \gamma H\left(1+\frac{\ell}{x}\right)$	3,6-89,0
$\sigma_y = \gamma H\left(1+\frac{\ell}{4x}\right)$	3-44
$\sigma_y^{\max} = -\gamma H\left(1+\frac{D\cdot\delta}{1+\delta}\right)$	12,0-94,6
$R_{\max} = \gamma_{cp}\cdot\ell_ш\cdot\sum h_i\left(a_2+\frac{d^2}{2}\sqrt{\frac{2_2\lambda}{E_н\cdot J}}\right)+P_R$	2,8-7,0
$R_1 = R_2 = q_h\frac{(\ell_н+\ell_ш)^2}{2(2\ell_н+b_2)}$	0,02-48,5
$w_c = 6P_o / 5K$; $2P_o = w_c \cdot 5K / 3$	0,8-34,0
$P = -E \cdot \Delta d / 2d$	2,2-44,0
Средние пределы	3,5-51,6

Эти результаты изучения основных параметров зоны влияния опорного давления и приближенной оценки его численной величины на конкретных участках впереди очистного забоя, могут быть использованы при решении производственных задач по подбору необходимых и соответствующих видов (типов) крепи, управлению кровлей очистных и подготовительных выработок, а также труднообрушаемой кровлей в особенности в условиях Карагандинского угольного бассейна.

Таким образом, полученные результаты, являясь существенно важными, во многом способствуют повышению безопасности и эффективности добычи угля, как весьма востребованного стратегического сырья для страны.

Литература

1 А.с. СССР № 128621 СССР /Способ маркшейдерских наблюдений за сдвижением горных пород //Канлыбаева Ж.М. Опубл. 1960, Бюл. №10.

2 Бурштейн Л.С. Ударные испытания горных пород на изгиб. «Записки ленинградского горного института», 1969, т. 57, вып. 1. - С. 35-44.

3 Батугин С.А., Бежецкий А.Е. Сдвижения земной поверхности при большой скорости подвигания очистного забоя. Труды ВНИМИ, сб. 53, М.:Недра, 1964. - С. 252-265.

4 Канлыбаева Ж.М., Бородин В.П., Помашев О.П. Изучение взаимосвязи упругих и прочностных свойств горных пород Карагандинского бассейна. Труды ИГД АН КазССР, т. 55, Алма-Ата, Наука, 1973. - С. 104-112.

References

1 A.s. № 128621 SSSR / Sposob marksheyderskiy nablyudeniy za dvizheniem gornykh porod (Method of surveying observations of strata movement) // Kanlybaeva Zh.M. Opubl. 1960, Byul. № 10.

2 Burshteyn L.S. Udarnye ispytaniya gornykh porod na izgib (Impact testing of rocks on a bend). "Zapiski leningradskogo gornogo instituta" (Notes of the Leningrad Mining Institute) // 1969, t. 57, vyp. 1. - P. 35-44.

3 Batugin S.A., Bezhetskiy A.E. Sdvizheniya zemnoy poverkhnosti pri bol'shoy skorosti podviganiya ochistnogo zaboya. (Displacement of the Earth's surface at high speed podviganiya stope) // Trudy VNIMI, sb. 53, M.: Nedra, 1964. - P. 252-265.

4 Kanlybaeva Zh.M., Borodin V.P., Pomashev O.P. Izuchenie vzaimosvyazi uprugikh i prochnostnykh svoystv gornykh porod Karagandinskogo basseyna. (The study of the relationship of elastic and strength properties of rocks Karaganda basin) // Trudy IGD AN Kaz SSR, t. 55, Alma-Ata, Nauka, 1973, - P. 104-112.

ӘОЖ 622.831.24

Резюме

Помашев О.П., Нурлыбаев Р.О., Сарыбаев М.А.
(К.И. Сатпаев атныдағы Қазақ Ұлттық техникалық зерттеу университеті, Д.А.Қонаев атындағы Кен істері институты, Алматы қ)

ТАЗАРТУ БЕТІСТІК АЛДЫНЫҢ ТАУ ҚЫСЫМ МӨЛШЕРІН ТӨБЕНІҢ ДЕФОРМАЦИЯСЫН ЖӘНЕ ЖЫЛЖУЫН НАТУРАЛДЫҚ ӨЛШЕУЛЕРМЕН БАҒАЛАУ

Бұл мақаладағы көзделген мақсат-ол тау қысымының тазарту бетістік алдындағы тау жыныстарында өзгеру мінездемесін әртүрлі бетістіктен тереңдейтін арақашықтарға байланысты айқындау және оның мөлшерін төбенің деформациасымен жылжуын натурладық өлшеулермен бағалау. Натуралдық жағдайларда осы өлшеулермен даярлайтын кеңістіктердің төбесімен табандығының өз ара жақындауы және алынатын көмір қыртысының (қабатының) негізгі төбесінің тау қысымы әсер ететін аймақта жылжуы анықталған. Тау қысымының әсер ететін аймағындағы басты параметрлерін зерттеу нәтижелері және оның мөлшерін тазарту бетістік алдындағы нақты участіктерде шамамен бағалануы өндіріс мәселелерін шешуде пайдалынады: даярлайтын және тазартатын кеңістіктерінің төбесін меңгеруде; сонымен қатар қиын қирайтын төбесіменде, әсіресе Қарағанды көмір бассейінің жағдайларында. Осылардың бәрінің әртүрлі тау-геологиялық, таутехникалық жағдайларда көмір қабатын қауіпсіз және тиімді қазып алуын қамтамасыз етуі, ғылыми-тәжірбиелік жағынан, көрсетілген өзекті мәселелерді шешуде мәнісі зор.

Түйін сөздер: қазып алынатын көмір қыртысы (қабаты); даярлайтын және тазартатын кеңістіктер; тазартатын бетістік; жыныс массиві; тау қысымы; тау қысымының әсер ететін аймағы; төбенің деформациалануы және жылжуы; конвергенцианы өлшеу (төбемен табандықтың өз ара жақындауын).

UDC: 622.831.24

Summary

Pomashev O.P., Nurlybayev R.O., Sarybaev M.A.
(Kazakh National Technical the Research University them K.I.Satpaev,
Mining Institute them D.A.Kunaev, Almaty city)

THE ESTIMATE OF THE ROCK PRESSURE IN FRONT OF THE WORKING FACE FOR FULL-SCALE MEASUREMENTS OF DEFORMATIONS AND DISPLACEMENTS OF THE ROOF

The present work aim was to: identify the nature of the change of rock pressure ahead of the working face, depending on the different distances into the interior of the rock mass and to assess its value for the full-scale measurements of deformation and displacement of the roof. In natural conditions, these measurements are set relative to the convergence of the soil and the roof of development workings, as well as offset the immediate roof developed coal seam in the zone of bearing pressure. The results of studying the main bearing pressure zone of influence of parameters and an approximate estimate of its numerical value in specific areas ahead of the working face can be used for solving production problems on the selection of the respective supports of the types of management roof preparatory and clearing mines, as well as hard collapses the roof, especially in conditions of the Karaganda coal basin. All this is undoubtedly one of the urgent problems whose solution is of great scientific and practical importance in providing adequate security and efficiency of coal mining.

Keywords: coal seam developed; preparation and production of water treatment; stope; rock mass; confining pressure; zone of influence of the reference pressure; deformation and displacement of the roof; measurements of convergence (convergence of the roof and the ground).

УДК 622.002.5-752.2

Дырда В.И.[1], Логинова А.А.[2], Шевченко В.Г.[1]
([1]ИГТМ НАН Украины, г. Днепр, [2]Государственное ВУЗ «НГУ», г. Днепр)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПАРАМЕТРОВ РЕЗИНОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГОРНЫХ МАШИН

Аннотация

Проанализирован вопрос и предложена методика определения реологических характеристик резин, применяемых в резиновых деталях горных (конвейеры, питатели, грохоты и т.д.) и горно-обогатительных (мельницы, дробилки, центрифуги и т.д.) машин.

В предлагаемой методике реологические характеристики резины определяются по параметрам гистерезисных петель, измеряемых при гармоническом деформировании натурных образцов на экспериментальных установках, обеспечивающих постоянную амплитуду нагружения в широком диапазоне частот. Резина рассматривается, как упруго-наследственный материал. Для описания механической реакции резины использовался математический аппарат линейной теории вязко-упругости с интегральными операторами типа Вольтерра с дробно-экспоненциальными ядрами релаксации и последействия.

В качестве иллюстрации применения методики показан пример определения реологических характеристик для элементов сдвига, выполненных из средненаполненной резины А-1.

Ключевые слова: *реологические параметры резин, механическая реакция резины, линейная теория вязко-упругости.*

Keywords: *rheological properties of rubber, rubber mechanical reaction, the linear theory of viscoelasticity.*

Вопросу определения реологических характеристик резин посвящено значительное количество научных работ [1-6]. Свойства вязко-упругого материала можно описать с помощью механических моделей, состоящих из упругих пружин Гука и вязких элементов Ньютона. Поиск наиболее точного способа описания механического поведения вязко-упругих материалов привёл к созданию реологических моделей, представляющих собой комбинации упругих и вязких элементов. В таких моделях устанавливается связь между напряжениям δ и деформацией *ε*. Для стандартного вязко-упругого тела (рисунок 1) связь между напряжением и деформацией

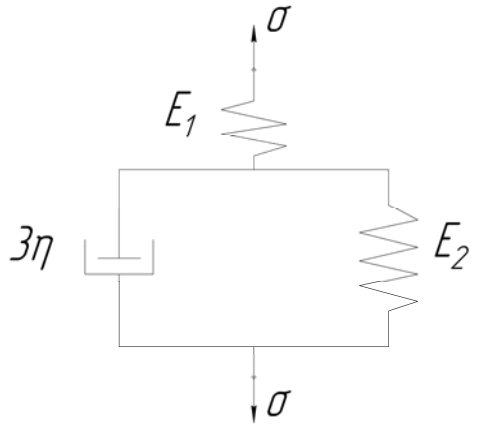


Рисунок 1 – Схема механической модели стандартного вязко-упругого тела

представляется в виде

$$\dot{\sigma} + \rho\sigma = E(\dot{\varepsilon} + \mu_1\varepsilon),$$

$$E = E_1, \quad \frac{E_1 + E_2}{3\eta} = \rho, \quad \frac{E_2}{3\eta} = \mu_1 \qquad (1)$$

где *E* – модуль упругости пружины модели, *η* – коэффициент вязкости.

Решение задачи определения механических параметров материалов, обладающих резко выраженными наследственными свойствами осуществляется наиболее эффективно в случае применения операторов типа Вольтерра с дробно-экспоненциальными ядрами релаксации и последействия, которые получают путем замены в уравнениях классической теории упругости упругих констант E, G, и υ интегральными операторами типа

$$E = E_0(1 - k_1^*), \quad G = G_0(1 - k_2^*), \quad \upsilon = \upsilon_0(1 - k_2^*) \qquad (2)$$

где

$$k_i^* f(x, y, t, t') = \int_0^t k_i(t, t') f(x, y, t, t') dt'$$

где E_0, G_0 – мгновенные модули упругости и сдвига, найденные как $E_0 = \lim_{\omega \to 0} E(\omega)$, υ_0 — мгновенный коэффициент Пуассона; $k_i(t, t')$ – ядро релаксации.

Исходя из соотношений Вольтерра, закон линейной наследственной теории упругости для случаев растяжения и сжатия может быть записан в виде

$$\varepsilon = \frac{1}{E}\left|\sigma + \int_{-\infty}^{t} K(t - t')\sigma(t')dt'\right|, \qquad (3)$$

или

$$\sigma = E_0\left|\varepsilon + \int_{-\infty}^{t} \Gamma(t - t')\varepsilon(t')dt'\right|, \qquad (4)$$

где $\Gamma(t - t')$ и – ядра релаксации и последействия соответственно.

В дальнейшем для решения задач линейной теории наследственной упругости в качестве ядра релаксации будет использована функция дробного порядка α вида

$$Э_\alpha^*(-\beta, t - t') = (t - t')^\alpha \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-\beta)^n (t - t')^{n(n+2)}}{\Gamma[(n+1)(1+\alpha)]} \qquad (5)$$

где – гамма-функция, *α, β* – реологические параметры.

При условии, что оператор объемного сжатия $r = \frac{1-2\overline{\upsilon}}{\overline{E}}$ постоянен во времени и известны реологические параметры любого из операторов k_i^*, реологические параметры остальных операторов тоже могут быть определены [1]. Соотношения между реологическими параметрами при этом следующие:

$$k_i^* = \chi_i Э_\alpha^*(-\beta_i), \quad (i = 1,2); \tag{6}$$

$$\beta_i = \frac{1}{t'^{(1+\alpha)}}, \quad \chi_i = \frac{\lambda_i}{t'^{(1+\alpha)}}; \tag{7}$$

$$\lambda_1 = \frac{G_0 - G_\infty}{G_0}, \quad \lambda_2 = \frac{E_0 - E_\infty}{E_0}. \tag{8}$$

где *χ, λ, β* – реологические параметры материала; E_∞, G_∞ - установившиеся значения модуля упругости и модуля сдвига, найденные как $E_\infty = \lim_{\omega\to\infty} E(\omega)$; $G_\infty = \lim_{\omega\to\infty} G(\omega)$; $Э_\alpha^*(-\beta_i)\varepsilon(t) = \int_0^t Э_\alpha^*(-\beta, t-t')\varepsilon(t')dt'$.

Если при нагружении образца из наследственного материала типа резины связь между напряжениями и деформацией представляется в виде $\sigma = \overline{E}\varepsilon$, а в качестве ядер релаксации используются дробно-экспоненциальные функции типа (5), то выражение для оператора $\overline{E}$ можно представить в виде

$$\overline{E} = E_0\left[1 - \chi Э_\alpha^*(-\beta)\right]. \tag{9}$$

В этом случае для определения реологических параметров материала целесообразно использовать соотношения

$$\frac{\varepsilon_1(t) - \varepsilon(0)}{\varepsilon(0)} = \lambda_3\left[1 - E_{1+\alpha}\left(-\beta t^{1+\alpha}\right)\right]; \quad \beta_i = \frac{1}{t_0^{1+\alpha}}; \quad \lambda_3 = \frac{\varepsilon_1(\infty) - \varepsilon(0)}{\varepsilon(0)}. \tag{10}$$

где t_0 – обобщённое время релаксации; $\varepsilon(0)$ – мгновенная деформация образца; $\varepsilon_1(\infty)$ – установившееся значение деформации, найденное как $\varepsilon_1(\infty) = \lim_{t\to\infty}\varepsilon_1(t)$.

Если для описания механической реакции материала используются ядра релаксации типа замкнутого цикла, то для определения вязко-упругих параметров материала можно использовать следующие соотношения:

$$\frac{E(\omega)}{E(0)} = 1 - A(\omega); \tag{11}$$

$$\psi = 2\pi B(\omega). \tag{12}$$

где A и B - косинус и синус преобразования дробно-

экспоненциальной функции, полученные в работе [6]

$$A = \frac{\omega^{1+\alpha}\cos\delta + \beta}{\omega^{2(1+\alpha)} + 2\omega^{1+\alpha}\beta\cos\delta + \beta^2}; \qquad 13)$$

$$B = \frac{\omega^{1+\alpha}\sin\delta}{\omega^{2(1+\alpha)} + 2\omega^{1+\alpha}\beta\cos\delta + \beta^2}; \qquad 14)$$

где *-1< α < 0 , β > 0,* $\delta = 0{,}5\pi(1+\alpha)$, $\frac{\chi}{\beta} = \lambda$ >1; $\psi = \frac{S}{S_0}$ – <u>технический</u> коэффициент поглощения энергии/ Здесь *S* – площадь петли гистерезиса; S_0 – площадь прямоугольного треугольника со сторонами X_0 и P_0 , т.е. полная энергия при идеальной упругости материала (рисунок 2); X_0 – амплитуда перемещения; P_0 – амплитуда усилия в предположении об идеальной упругости материала.

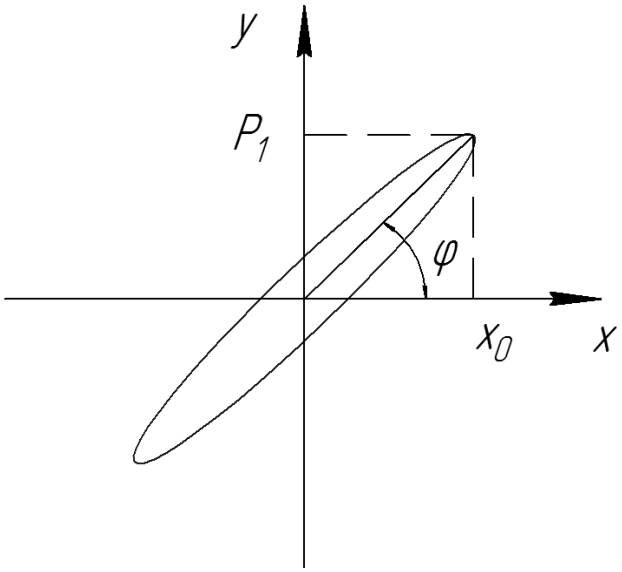


Рисунок 2 – Петля гистерезиса для средненаполненных резин

Если <u>механическая</u> реакция резины описывается линейным интегральным уравнением типа Вольтерра, то петля гистерезиса представляется в виде эллипса, наклоненного под определенным углом *φ* к оси деформации (рисунок 2). Для этого случая уравнение (11) примет вид

$$1 - A(\omega) = \frac{E(\omega)}{E(0)} = \sqrt{\frac{[P_1(\omega)]^2}{P_0^2} - \frac{\psi^2}{4\pi^2}}. \qquad (15)$$

<u>Формулы</u> (12) и (15) при наличии параметров петель гистерезиса P_1, P_0, X_0 и *δ* в достаточно широком диапазоне изменений режима нагружения позволяют определить зависимость от частоты основных реологических характеристик материала *A(ω)* и *B(ω)*.

Формулы для <u>определения</u> основных реологических параметров записываются в виде

$$\alpha = 1 - \frac{4}{\pi} arctg \frac{\psi_{\max}}{\pi\lambda}; \qquad (16)$$

$$\lambda = \frac{E_0 - E_\infty}{E_0} \quad \text{или} \quad \lambda = \frac{G_0 - G_\infty}{G_0}; \qquad (17)$$

$$t_0 = \frac{1}{\omega_0} = [\omega(\psi_{\max})]^{-1} . \quad (18)$$

Для определения реологических характеристик резины *α* и t_0 по формулам (16), (18) необходимо располагать данными в значении величин *E* (или *G*) и *ψ* в весьма широком диапазоне частот нагружения.

Однако результаты экспериментальных исследований в работах [1,2] на резиновых изделиях при стационарном гармоническом нагружении показывают, что для резин амортизационных марок $\omega(\psi_{\max})$ <10 рад/сек. Определение коэффициента поглощения энергии при таких частотах представляет значительные трудности. Поэтому ниже приводятся соотношения, обеспечивающие определение параметров α и t0 через реологические характеристики A и B, найденные опытным путем для производного значения частоты нагружения $(\omega = \omega_1)$.

$$\frac{A(\omega_1)}{B(\omega_{1)}} = ctg\sigma + \frac{\beta}{\omega_1^{1+\alpha}\sin\delta}; \quad (19)$$

$$\beta_{1,2} = \frac{\omega_1^{1+\alpha}}{2}[0{,}5\lambda\sin\delta - B(\omega_1)\cos\sigma] \pm \sqrt{[0{,}5\lambda\sin\delta - B(\omega_1)\cos\sigma]^2 - [B(\omega_1)]^2} . \quad (20)$$

С помощью соотношений (19) и (20) параметры *α* и t_0 могут быть вычислены с достаточной степенью точности, если известны величины модуля упругости и коэффициента *ψ* при одном значении частоты нагружения.

В связи с высокоэластическим характером деформации резины при описании ее свойств используются характеристики двух типов: равновесные, относящиеся к установившемуся состоянию и кинематические, имеющие место при действии релаксационных явлений. При равновесном, стационарном нагружении за время действия деформирующей силы в резиновом образце успевают произойти основные релаксационные процессы. Определяемый при этом модуль упругости называется равновесным и для малых деформаций находится как

$$E_\infty = \frac{\sigma_\infty}{\varepsilon_\infty} .$$

где σ_∞ – истинное (равновесное) напряжение резины при заданной деформации ε_∞.

Методика определения реологических характеристик резиновых деталей. Используя представленные ранее математические соотношения, методику определения основных реологических характеристик резиновых деталей можно свести к следующему.

1. На испытательной установке с помощью измерительной

аппаратуры при гармоническом нагружении образцов в заданном диапазоне частот определяются амплитудные значения упругой деформирующей силы *P* резинового элемента и регистрируются петли гистерезиса.

2. По величинам силы *P* с помощью соответствующих формул находятся значения модулей *E(ω), G(ω)* при различных частотах нагружения.

3. На деформационных машинах при максимальной реализуемой частоте нагружения или методом свободных колебаний определяются мгновенные значения модулей E_0, G_0.

4. Обрабатываются петли гистерезиса и определяются их основные параметры, по которым находится зависимость технического коэффициента поглощения энергии от частоты нагружения, а также величины реологических характеристик *A(ω), B(ω)*.

5. По формулам (13, 14, 16, 18) находятся величины основных реологических параметров резины *α, λ* и t_0.

6. При известных величинах $\frac{G(\omega)}{G(0)}$ и *ψ(ω)*, найденные экспериментально при произвольном значении частоты нагружения, реологические параметры резины определяются соотношениями (19) и (20). В этом случае методика обработки опытных данных сводится к тому, что описанным ранее способом находятся величины *E(ω)* или *G(ω)* и *ψ(ω)* при определенном значении частоты $\omega = \omega_1$, а также находятся величины мгновенных модулей E_0 и G_0 с помощью соотношений (1) и (2) вычисляются значения реологических характеристик *A* и *B* при $\omega = \omega_1$, при решении уравнения (19) находятся значения основных реологических параметров *α, λ* и *β*, а в дальнейшем вычисляются реологические характеристики *A(ω) и B(ω)* в широком диапазоне изменения частот нагружения; по найденным значениям *A(ω)* и *B(ω)* с помощью соотношений (11), (12) находятся частотные зависимости величин и *ψ(ω)*; проводятся экспериментальные исследования, результаты которых сравниваются с результатами, найденными аналитическим путем.

Пример. Определим реологические характеристики для элементов сдвига, изготовленных из средненаполненной резины марки А-1 (сажа типа 220, каучук СКИ-3), механические характеристики которой при *ω*=20 рад/сек получены экспериментально и имели следующие значения: *G(ω)* = 1,6 МН/м^2; *ψ* = 0,52; G_∞ = 0,63 МН/м^2; G_0 = 1,81 МН/м^2.

Пользуясь выражениями (8, 11, 12), получаем значение параметра *λ* и реологических характеристик *A(ω)* и *B(ω)*

$$\lambda = \frac{G_0 - G_\infty}{G_0} = \frac{1{,}81 - 0{,}63}{1{,}81} = 0{,}65; \quad A = 1 - \frac{G(\omega)}{G_0} = 1 - \frac{1{,}52}{1{,}76} = 0{,}14;$$

$$B = \frac{\psi(\omega)}{2\pi} = \frac{0,52}{2 \cdot 3,14} = 0,08$$

.

Подставляя найденные величины *λ, A(ω), B(ω)* в уравнения (19,20) и учитывая, что $\xi = 1 + \alpha$, получаем $\delta = 0,5\pi(1+\alpha) = 0,5\pi\xi = 1,57\,\xi$.

$$ctg\,(1,57\,\xi) + \frac{\beta}{\omega^{\xi}\,\sin(1,57\,\xi)} = 2\,; \qquad (21)$$

$$\beta = \frac{\omega^{\xi}}{0,07}[(0,29 sin(1,57\xi) - 0,07 cos(1,57\xi)) \pm$$
$$\pm\sqrt{(0,29 sin(1,57\xi) - 0,07 cos(1,57\xi))^2 - 0,07^2}\,] \,. \qquad (22)$$

Из последних двух уравнений определялись величины $\alpha = \xi - 1$ и *β*. Для величин *α* и *β* были найдены следующие значения: *α* = -0,6; *β* = 1,1.

Используя реологические параметры, можно в дальнейшем с помощью формул (3, 4) найти значения *A* и *B*, следовательно, *G* и *ψ* в широком диапазоне частоты нагружения.

Литература

1 Прикладная механика упруго-наследственных сред: В 4-х томах / А.Ф. Булат, В.И. Дырда, Е.Л. Звягильский, А.С. Кобец. – Киев: Наукова думка, 2012. Т. 1. – 614 с.

2 Булат А.Ф. Закономерность разрушения эластомеров при длительном циклическом нагружении / А.Ф. Булат, В.В. Говоруха, В.И. Дырда // Геотехническая механика. – Днепропетровск. – 2004. – Вып. 52. – С. 3-95.

3 Некоторые проблемы деформирования и разрушения резиновых деталей при циклических нагрузках / А.С. Кобец, В.И. Дырда, Н.А. Гордиенко, М.К. Шолин // Геотехническая механика. — Днепропетровск. - 2008. — Вып. 79. – С. 3-127.

4 Создание виброизоляторов для горных машин/ В.И. Дырда, Н.И. Лисица, Н.Н. Лисица // Геотехническая механика. — Днепропетровск. - 2013. — Вып. 113. – С. 116-125.

5 Определение физико-механических свойств наполненных резин / В.И. Дырда, Г.Н. Агальцов, Е.В. Калганков, И.Н. Цаниди, М.А. Дорохов // Геотехническая механика. — Днепропетровск. - 2014. — Вып. 116. – С. 158-173.

6 Экспериментальные исследования реологии резин / М.А. Дорохов, Г.Н. Агальцов, А.В. Новикова, Е.В. Калганков, И.Н. Цаниди, А.А. Черний, С.А. Луценко // Геотехническая механика. — Днепропетровск. - 2015. — Вып. 121. – С. 207-213.

References

1 Prikladnaja mehanika uprugo-nasledstvennyh sred: V 4-h tomah / A.F. Bulat, V.I. Dyrda, E.L. Zvjagil'skij, A.S. Kobec. – Kiev: Naukova dumka, 2012. Vol. 1 – 614 p. (in Russ.)

2 Bulat A.F. Zakonomernost' razrushenija jelastomerov pri dlitel'nom ciklicheskom nagruzhenii / A.F. Bulat, V.V. Govoruha, V.I. Dyrda // Geo-Technical mechanics. – Dnepropetrovsk. – 2004. – Vol. 52. – Pp. 3-95. (in Russ.)

3 Nekotorye problemy deformirovanija i razrushenija rezinovyh detalej pri ciklicheskih nagruzkah / A.S. Kobec, V.I. Dyrda, N.A. Gordienko, M.K. Sholin // Geo-Technical mechanics. — Dnepropetrovsk. - 2008. — Vol. 79. – Pp. 3-127. (in Russ.)

4 Sozdanie vibroizoljatorov dlja gornyh mashin/ V.I. Dyrda, N.I. Lisica, N.N. Lisica //

Geo-Technical mechanics. — Dnepropetrovsk. - 2013. — Vol. 113. – Pp. 116-125. (in Russ.)

5 Opredelenie fiziko-mehanicheskih svojstv napolnennyh rezin / V.I. Dyrda, G.N. Agal'cov, E.V. Kalgankov, I.N. Canidi, M.A. Dorohov // Geo-Technical mechanics. — Dnepropetrovsk. - 2014. — Vol. 116. – Pp. 158-173. (in Russ.)

6 Jeksperimental'nye issledovanija reologii rezin / M.A. Dorohov, G.N. Agal'cov, A.V. Novikova, E.V. Kalgankov, I.N. Canidi, A.A. Chernij, S.A. Lucenko // Geo-Technical mechanics. — Dnepropetrovsk. - 2015. — Vol. 2. – Pp. 207-213. (in Russ.)

UDC 622.002.5-752.2

Summary

Dyrda V.I., Loginova A.A., Shevchenko V.G.
(IGTM National Academy of Sciences of Ukraine, Dnepr, State university "NMU", Dnepr)

DETERMINATION OF RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND PARAMETERS OF RUBBER ELEMENTS OF MINING MACHINES

Analysis of issues and proposed method of determining the rheological properties of rubber, rubber parts used in mining (conveyors, feeders, screens, etc.) and mining and processing (mills, crushers, centrifuges, etc.) machines.

In the proposed method rheological properties of rubber are determined by the parameters of the hysteresis loops measured at harmonic deformation of natural samples in the experimental facilities provides a constant amplitude loading with wide range of frequencies. Rubber is considered as elastic-hereditary material. To describe the mechanical response of the rubber used mathematical apparatus of the theory of linear viscoelasticity with integral Volter type operators with fractional-exponential kernels of relaxation and aftereffects.

As an illustration of the application procedure is an example of determination of rheological characteristics for shear elements made of medium-filled rubber A-1.

Keywords: rheological properties of rubber, rubber mechanical reaction, the linear theory of viscoelasticity.

УДК 622.1:622.271

Бекбергенов Д.К., Джангулова Г.К., Бектур Б.К. , Токтаров А.А.
(ИГД им.Д.А.Кунаева, г. Алматы)

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ОСТАВЛЕННЫХ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ ЗАПАСОВ ПРИ ПОВТОРНОЙ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ ОБРУШЕННОГО РАЙОНА ЖЕЗКАЗГАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Аннотация

В условиях ограниченности и невосполнимости запасов полезных ископаемых при их разработке особое значение приобретает задача бережливого отношения к богатствам недр, что требует совершенствования и применения новых вариантов подземной технологии добычи полезных ископаемых. В данной статье освещены вопросы систематизации оставленных природно-техногенных запасов в целиках, при существующей повторной отработке рудных месторождений подработанных камерно-столбовой системой на примере Жезказганского месторождения для создания новых способов повторной разработки природно-техногенных запасов.

Ключевые слова: *Междукамерные, барьерные, панельные целики, природно-техногенные запасы, недра, повторная подземная разработка месторождений.*

Түйін сөздер: *Камерааралық, бөгеттік және панелді кентіректер, табиғи-техногенді қор, жер қойнауы, кеніштi жер асты тәсілімен қайталап қазымдау.*

Keywords: *are betweenvestibule, barrier, panel spurns, naturally-technogenic supplies, bowels of the earth, repeated underground development of deposits.*

В течение последних лет эксплуатации на Жезказганском месторождений, начата повторная отработка оставленных природно-техногенных запасов с применением технологии камерно-столбовой системы с извлечением междукамерных (МКЦ), панельных (ПЦ), барьерных (БЦ) целиков.

Проектом «Гипроцветмет» в 40-х годах залежи по условиям вентиляции и скреперной доставки руды разделялись на выемочные участки ПЦ. Выработанное пространство поддерживалось МКЦ по регулярной сетке. Размеры МКЦ определялись расчётом на давление полного столба налегающей толщи.

Технологическая схема камерно-столбовой системы была предложена по Проекту "Гипроцветмет" 40÷50-х и 60-х годов прошлого столетия, где предусмотривалось разделение шахтных полей на панели жёсткими ленточными БЦ [1].

В настоящее время при эксплуатации на Жезказганском месторождении добыто более 1 млрд. т. промышленных запасов медной руды, и фактически вступило в фазу доработки [2]

На Жезказганском месторождении эксплуатационным является традиционная технология при отработке пологих и наклонных залежей с

углом падения до 20°, характеризуемая экономическими показателями добычи руды, сопоставимыми с открытым способом разработки с производительностью рабочих в забое 3000 т/сутки, себестоимостью добычи руды – 12 долларов/т, показателями разубоживания руды – 5-7% (рисунки 2 и 3).

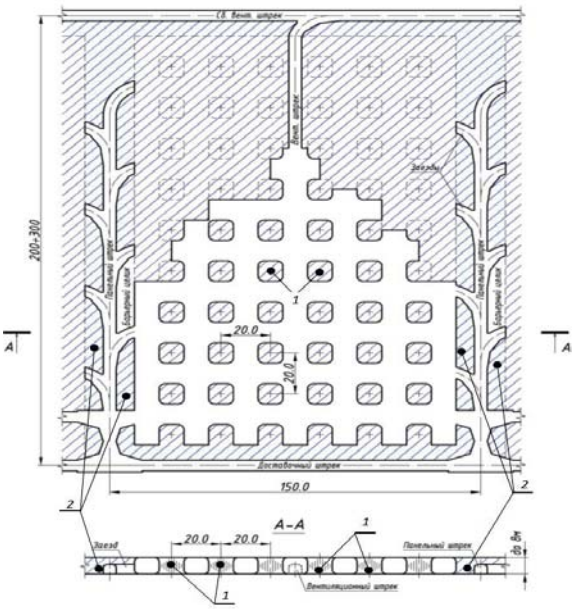


Рисунок 2 - Камерно-столбовая система разработки при отработке пологих залежей

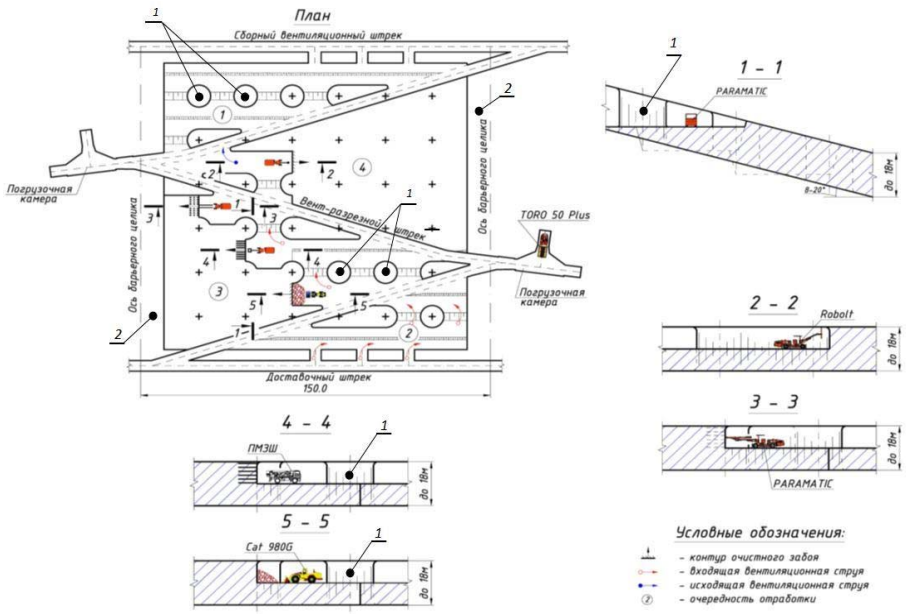


Рисунок 3 - Камерно-столбовая система разработки при отработке наклонных залежей

В пологих условиях Жезказганского месторождения традиционная камерно-столбовая система разработки эффективно применяется в меднорудных залежах мощностью от 5 до 18 м, где отработка панели производится с оставлением МКЦ столбчатой формы по регулярной сетке 20х20 м (для пологих залежей) и 22х22 м (при наклонных залежах).

Для доставки рудной массы используется высокопроизводительное самоходное оборудование.

Освоенная в течение десятилетий традиционная подземная технология отработки участков месторождения при переходе на отработку наклонных залежей снижает свою эффективность, и зачастую приводит к появлению ослабленных и неустойчивых участков, что, естественно, усложняет геомеханические условия повторной отработки целиковых (МКЦ, БЦ, ПЦ) запасов.

По результатам проведенного анализа горно-геологических и горнотехнических условий доработки месторождения, возникла потребность современного подхода к эффективной доработке залежей крепких руд, представляющих наклонные рудные тела [3].

При всех вариантах системы разработки выемка руды в панелях или блоках ведется камерами, разделенными опорными междукамерными (МКЦ), панельными целиками (ПЦ) и барьерными целиками (БЦ). Недостатком системы разработки с естественным поддержанием очистного пространства являются высокие потери в опорных целиках, достигающие 35-40%.

Исходя из вышесказанного, нами предложена схема систематизации оставленных природно – техногенных запасов по типу распределения запасов и по технологии выемки (рисунок 4).

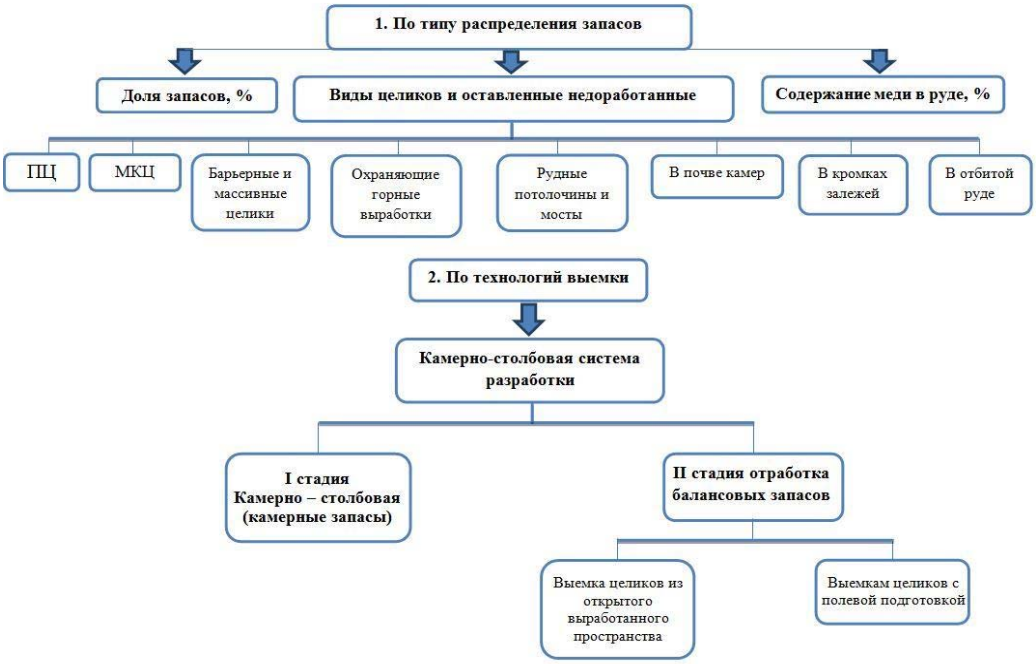


Рисунок 4 - Систематизация оставленных природно – техногенных запасов

С учетом систематизации извлечение по технологии выемки МКЦ из открытого выработанного пространства обеспечивает общее извлечение руды из погашаемой, очистной панели на уровне 0,85-0,97, при разубоживании руды налегающими породами 6-8%. Производительность панели по выемке целиков 400-600 т/сутки,

значительно уступает камерной выемке запасов, составляющей до 3000 т/сутки. Себестоимость руды при повторной разработке 650-750 тенге/т.

Таблица 1 - Распределение запасов и качества руды в оставленных целиках

Виды целиков и оставленные недоработанные запасы	Доля запасов, %	Содержание меди в руде, %
Панельные целики	7,2	2,05
Междукамерные целики	49,6	1,55
Барьерные и массивные целики	17,6	1,44
Целики, охраняющие горные выработки	0,3	0,84
Рудные потолочины и мосты	11,3	1,35
В почве камер	5,2	1,39
В кромках залежей	3,8	1,25
В отбитой руде	3.3	1,08

Содержание меди в целиках, планируемых к повторной отработке проектным институтом корпорации, превышает содержание меди в активных балансовых запасах руды месторождения в 1,67 раза. С учетом заметно различающихся показателей потери качества руды при первичной и повторной разработке месторождения, содержание меди в руде, добытой при извлечении целиков, будет в 1.41 раза превышать содержание меди в руде текущей добычи [4].

Согласно формы и схемы расположения междукамерных и барьерных целиков при отработке залежей с различными углами, а также при их оформлении необходимо соблюдать следующие условия:

- в соответствии с конструктивными элементами модифицированных вариантов системы разработки форму междукамерных целиков принимать столбчатую с вертикальной осью и сечением в виде квадрата со скошенными углами близкой к кругу, либо прямоугольника и при этом длинная сторона сечения, как правило, ориентирована вкрест простирания рудной залежи. По конструктивным соображениям длинную сторону МКЦ располагать по простиранию допускается;
- при формировании контуров очистного пространства на наклонных залежах форма целиков видоизменяется, приобретая разновысотность боковых стенок. Представление о разновысоких МКЦ дает типовая схема формирования контуров очистного пространства при отработке наклонных залежей средней мощности в зависимости от угла наклона;

Расчет МКЦ вести с учетом усредненной высоты целика:

- не допускать отклонений размеров целиков от проектных значений;
- при очистной выемке и оформлении целиков не допускать их подработки и перекосов;
- на перекрывающихся залежах при мощности междупластия равном или менее 35 м соблюдать соосное размещение МКЦ и БЦ. При мощности междупластия более 35 м МКЦ и БЦ на перекрывающихся залежах располагать независимо друг от друга;

- форму барьерных, панельных и разделительных целиков (БЦ, ПЦ и РЦ) принимать ленточную. Степень изрезанности целиков для пропуска и маневренности самоходного оборудования не должна превышать 15÷20% общей площади их сечения;

- панельный целик оставлять временно для целей проветривания очистных забоев, поддержания панельного штрека на изолированных залежах и отрабатывать до размеров МКЦ на завершающем этапе выемки камерных запасов. Ширину ПЦ назначать конструктивно в пределах 10-42 м при мощности залежи свыше 6÷8 м;

- междукамерные целики с прослоями красноцветных пород для предупреждения выветривания торкретировать, толщину покрытия принимать 20 мм;

- выбор пространственного размещения и определение несущей способности МКЦ производить дифференцированно для 2-х групп залежей с углами наклона 15≤α ≤ 25° и 25 ≤α ≤ 35°.

Исходя из вышесказанного, выявлены главные основные факторы, влияющие на технологию разработки в зависимости от горно-геологических и горнотехнических условий месторождения, позволяющие рекомендовать рациональный выбор и его эффективное применение по определенной и конкретной системе разработки.

На основе обзора и анализа были рассмотрены вопросы систематизация оставленных природно-техногенных запасов в виде МКЦ, БЦ и ПЦ на Жезказганском месторождений по следующим параметрам:

1. По типу распределения запасов.
2. По технологии выемки.

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод, что представленная систематизация обуславливает необходимость глубокого исследования научно-технического вопроса по обоснованию методики и выбору эффективной технологии разработки запасов отработки меднорудных запасов на Жезказганском месторождении и требует создания новых способов повторной разработки природно-техногенных запасов с минимальными потерями руды, предстоящих к ее отработке.

Литература

1 ТЭО "Генеральный план развития Жезказганского месторождения", том 6, Предварительные проработки и предложения по направлениям развития и порядку ведения подземных горных работ" (Пояснительная записка) П13-19/05, Головной проектный институт ТОО "Корпорация Казахмыс" 2013. - 114 с.

2 Методические рекомендации по подземной отработке запасов пологих и наклонных рудных залежей жезказганского месторождения, в том числе в районах, примыкающих к ослабленным и обрушенным участкам. ИГД им. Д.А. Кунаева» ПО "Жезказганцветмет» ТОО "Корпорация Казахмыс». Алматы – Жезказган, 2010. - 122 с.

3 Герасименко В.И., Макаров А.Б., Зотеев О.В. Анализ геомеханического состояния выработанных пространств Жезказганского месторождения. Часть 1. ГГУ ТОО «Корпорация Казахмыс», Караганда –Жезказган, 2010. - 52 с.

4 Бекбергенов Д.К., Аймышов Б.Ш. О перспективной доработке оставшихся запасов в обрушенных районах Жезказганского месторождения технологией с самообрушением руды //Труды филиала РГП «НЦ КПМС РК» «ИГД им. Д.А. Кунаева», Научно-техническое обеспечение горного производства, том 83. - Алматы. - 2012. – С. 70-74.

References

1 TEO "General'nyj plan razvitiya ZHezkazganskogo mestorozhdeniya", tom 6, Predvaritel'nye prorabotki i predlozheniya po napravleniyam razvitiya i poryadku vedeniya podzemnyh gornyh rabot" (Poyasnitel'naya zapiska) P13-19/05, Golovnoj proektnyj institut TOO "Korporaciya Kazahmys" 2013.- 114 s.

2 Metodicheskie rekomendacii po podzemnoj otrabotke zapasov pologih i naklonnyh rudnyh zalezhej zhezkazganskogo mestorozhdeniya, v tom chisle v rajonah, primykayushchih k oslablennym i obrushennym uchastkam. IGD im. D.A. Kunaeva» PO "ZHezkazgancvetmet» TOO "Korporaciya Kazahmys». Almaty – ZHezkazgan, 2010.
- 122 s.

3 Gerasimenko V.I., Makarov A.B., Zoteev O.V. Analiz geomekhanicheskogo sostoyaniya vyrabotannyh prostranstv ZHezkazganskogo mestorozhdeniya. CHast' 1. GGU TOO «Korporaciya Kazahmys», Karaganda –ZHezkazgan, 2010. - 52 s.

4 Bekbepgenov D.K., Ajmyshov B.SH. O perspektivnoj dorabotke ostavshihsya zapasov v obrushennyh rajonah ZHezkazganskogo mestorozhdeniya tekhnologiej s samoobpusheniem rudy //Trudy filiala RGP «NC KPMS RK» «IGD im. D.A. Kunaeva», Nauchno-tekhnicheskoe obespechenie gornogo proizvodstva, tom 83. - Almaty. - 2012. – S. 70-74.

ӘОЖ: 622.1:622.271

Резюме

Бекбергенов Д.К., Джангулова Г.К. , Бектур Б.К. , Токтаров А.А.
(Д.А.Қонаев атындағы кен істері институты, Алматы қ.)

ЖЕЗҚАЗҒАН КЕНОРНЫ МЫСАЛЫНДА, КЕНІШТІ ҚАЙТАЛАП ҚАЗЫМДАУ КЕЗІНДЕГІ, ТАБИҒИ-ТЕХНОГЕНДІК ҚАЛТЫРЫЛҒАН КЕНҚОРЛАРЫНЫҢ КЕНТІРЕКТЕРІ ТҮРІНДЕ БІР ЖҮЙЕГЕ КЕЛТІРУ

Пайдалы қазбалардың шектеуліне байланысты, жер асты тәсілімен қазымдау кезінде, заман талабына сай оларды тиімді игеруді қажет етеді.

Осыған байланысты, аталмыш мақалада Жезқазған кенорны мысалында, кеніштi қайталап қазымдау кезіндегі, табиғи-техногендік қалтырылған кенқорларының кентіректері түрінде бір жүйеге келтіру қарастырылған.

Түйін сөздер. Камерааралық, бөгеттік және панелді кентіректер, табиғи-техногенді қор, жер қойнауы, кеніштi жер асты тәсілімен қайталап қазымдау.

UDC: 622.1:622.271

Summary

Bekbergenov D.K., Dzhangulova G.K. , Bektur B.K. , Toktarov A.A.
(Institute Mountain Business the name of D.A.Kunaeva, Almaty)

SYSTEMATIZATION of the LEFT NATURALLY-TECHNOGENIC SUPPLIES As BVS BS and PS FOR REPEATED THEIR UNDERGROUND DEVELOPMENT ON EXAMPLE of ZHEZKAZGAN of DEPOSIT

In the conditions of limit nature and irreparableness of supplies of minerals at their development the special value is acquired by the task of thrifty attitude toward riches of bowels of the earth, that requires perfection and application of new variants of underground technology of mining. In this article the questions of systematization of the left naturally-technogenic supplies are lighted up in spurns, at the existent repeated working off ore deposits earned additionally by a rib-and-pillar on the example of Zhezkazgan of deposit for creation of new methods of the repeated development of naturally-technogenic supplies.

Keywords: are betweenvestibule, barrier, panel spurns, naturally-technogenic supplies, bowels of the earth, repeated underground dev.

УДК 528.91:004.9

Липина Л.Н., Усиков В.И.
(Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск)

СОЗДАНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ТЕРРИТОРИИ, НА ПРИМЕРЕ НИЖНЕ-АМУРСКОГО ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА

Аннотация

В статье рассматривается разработка методики создания картографической базы данных ГИС и получения пользователями объективных и оперативных данных для оценки экологической обстановки территории в горнопромышленных районах. Разработаны структура и содержание базы пространственных данных ГИС горнопромышленных районов, методика создания картографической базы данных ГИС; выполнено тематическое дешифрирование полученных изображений, а также строились цифровые модели рельефа (ЦМР) на базе матриц высот, основой которой явилась визуализация ЦМР в форме карт рельефа с теневой отмывкой и совместной их интерпретацией с обработанными космоснимками.

Ключевые слова: *географические информационные системы, дистанционное зондирование земли, картографическая база данных, промышленные отходы*

Keywords: *geographic information systems, remote sensing of the earth, map database, industrial waste*

Космические средства дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в настоящее время получили широкое применение во всем мире, выросло разнообразие создаваемых типов космических аппаратов ДЗЗ и общее их количество. Получаемая космическая информация используется для решения многих хозяйственных и научных задач. В связи со сложностями обработки, анализа и хранения информации для оценки экологической обстановки территории в горнопромышленных районах повышается роль картографических баз данных и географических информационных сетей (ГИС), создаваемых на базе высокоинформативных карт.

В Дальневосточном регионе в результате проведения широкого фронта горных работ, в том числе и в золотодобывающей промышленности накоплены огромные объемы отвальных минеральных отходов, особенно хвостов обогащения, которые представляют собой опасные и долговременные источники химического загрязнения окружающей среды высокотоксичными элементами и тяжелыми металлами. Многие, из которых относятся к 1 и 2-му классам опасности и являются приоритетными загрязнителями местных экосистем [1]. В результате территория горнопромышленного освоения потенциально подвержена экологическому риску, характеризующимся уникальным сочетанием природных и антропогенных компонентов природной среды.

Целью исследования является разработка методики создания картографической базы данных ГИС и получения пользователями объективных и оперативных данных, для оценки экологической обстановки территории в горнопромышленных районах. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи: разработать структуру и содержание базы пространственных данных ГИС горнопромышленных районов, разработать методику создания картографической базы данных ГИС; выполнить тематическое дешифрирование полученных изображений. Объектом исследования был выбран Нижне-Амурский горнопромышленный район, в котором расположено одно из крупных золоторудных месторождений Хабаровского края – Многовершинное. Месторождение расположено в пределах Ульского золотоносного узла, охватывающего верхнее течение реки Ул. Рельеф в целом низко и среднегорный. Методической основой явилось сочетание дистанционного и наземного методов исследования. Методика создания картографической базы ГИС для оценки, в целом представлена на рисунке 1.

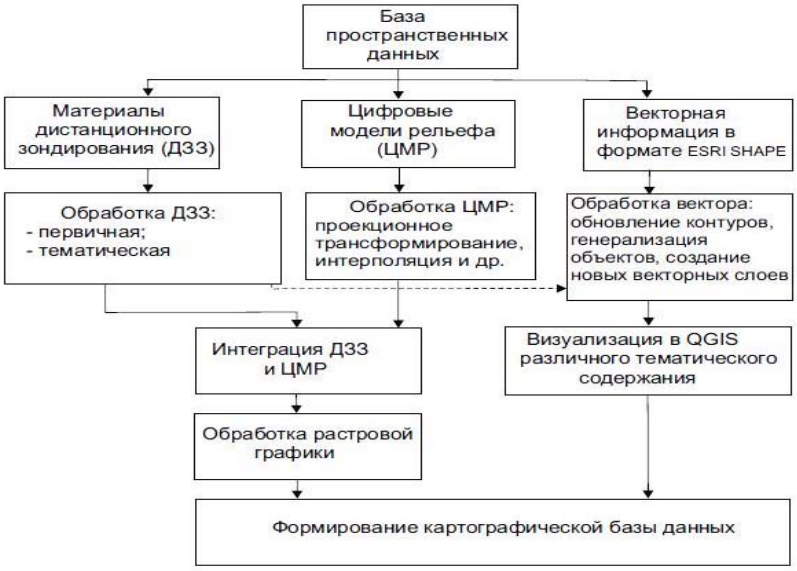


Рисунок 1 – Блок-схема построения методики создания картографической базы данных ГИС для оценки экологической обстановки в горнопромышленных районах

База пространственных данных создана на Нижне-Амурский горнопромышленный район. Определены географические координаты точечных источников загрязнения, схема отбора проб почвогрунтов, воды, растительности и др.

Полученные со спутников Landsat данные дистанционного зондирования земли (ДЗЗ), которые представляют цифровые изображения в формате растровой графики GeoTIFF, с использованием программного комплекса QGIS(2.8.1), GRASS GIS дополнили имеющуюся базу данных (БД).

Предварительная обработка данных включает: контрастирование; синтезирование. Далее завершающий этап обработки – дешифрирование. Тематическое дешифрирование изображений – это распознавание объектов (выявление объектов на снимке) и отнесение их к некоторому типу; измерение – определение размеров, расстояний между объектами, и т.п.

Первоначально были собраны дополнительные материалы – научная литература, методические пособия, топографические, тематические карты на район исследования, материалы портала Google (Google Eart, Google Maps), материалы полевого дешифрирования, др.

Сервис USGS, через который осуществляется получение спутниковых данных находятся в свободном доступе, поэтому легко получить набор разновременных снимков одного и того же участка местности. Полученные синхронно в разных спектральных зонах электромагнитного спектра снимки, дают комплексную характеристику местности, и позволяет получить достоверную, детальную информацию о природной среде.

Диапазон 1 чувствителен к темно-синим и фиолетовым цветам. Синий цвет трудно различать из космоса, так как он интенсивно рассеивается на пыли и частичках воды в воздухе, а также на самих молекулах воздуха (комбинационное рассеяние света), тем самым создавая равномерный фон, маскирующий детали земной поверхности.

Диапазоны 2, 3 и 4 представляют собой синий, зеленый и красный области видимого человеку спектра электромагнитного излучения.

Диапазон 5 отображает ближний инфракрасный (ИК) отрезок спектра.

Диапазоны 6 и 7 покрывают разные участки коротковолнового ИК.

Диапазон 8 – панхроматический канал воспринимает больше света и дает самую четкую картинку среди всех диапазонов, его разрешение составляет 15 метров, в отличие от такового в каналах 1 – 7 (30 м) и 10 – 11 (100 м). Этот канал нередко используется, чтобы выполнить так называемый паншарпенинг [2]. Паншарпенинг (pan-sharpening, сокращение от "panchromatic sharpening") – процедура увеличения разрешения стандартных каналов (для Landsat 8 это каналы с разрешением 30 метров) по данным панхроматического канала (15 метров). Обычно используется для получения более детального изображения, синтезированного в естественных цветах.

В диапазоне 9 видны только облака, которые представляют реальную проблему для спутниковых снимков, так как из-за размытых краев плохо различимы в обычных диапазонах, а снимки, сделанные сквозь них, могут иметь расхождения с другими, с помощью диапазона 9 это легко отследить. Диапазоны 10 и 11 – это тепловое ИК. Их используют метеорологические станции, которые вместо температуры воздуха, измеряют температуру поверхности.

Каждому такому каналу соответствует определённый диапазон длины волны (частоты). Более детально спектральные характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика спектральных диапазонов спутника Landsat 8 [3]

Спектральный канал	Пространствен-ное разрешение, м / пиксел	Спектральное / радиометрическое разрешение	
		Начало спектра, мкм	Конец спектра, мкм
Диапазоны OLI			
Канал 1 – Побережья и аэрозоли	30	0,43	0,45
Канал 2 – Синий	30	0,45	0,51
Канал 3 – Зеленый	30	0,53	0,59
Канал 4 – Красный	30	0,64	0,67
Канал 5 – Ближний ИК (NIR)	30	0,85	0,88
Канал 6 – Ближний ИК(SWIR1)	30	1,57	1,65
Канал 7 – Ближний ИК(SWIR2)	30	2,11	2,29
Канал 8 – Панхроматический	15	0,50	0,68
Канал 9 – Перистые облака	30	1,36	1,38
Диапазоны TIRS			
Канал 10 – Дальний ИК1	100	10,6	11,19
Канал 11 – Дальний ИК2	100	11,50	12,51

Комбинация спектральных каналов видимых и невидимых диапазонов дает возможность использовать при визуальном дешифрировании [4]. Были определены наиболее информативные комбинации каналов для целей дешифрирования техногенных объектов, как элементов техногенных ландшафтов это: ближняя ИК, красная и зеленая; средняя ИК, ближняя ИК и зеленая; а также зональное отношение яркости в красной и инфракрасной зоне.

Кроме спектрального анализа, использовался ландшафтно-индикационный подход к дешифрированию изображений, когда при принятии решений учитывались ландшафтные индикаторы (рельеф местности, растительность).

Отдешифрированные объекты природного (гидрографии) и техногенного происхождения были вынесены на отдельные векторные слои. Одновременно с этим формировалась единая база пространственных и атрибутивных данных ГИС территории горнопромышленного освоения Нижне-Амурского горнопромышленного района.

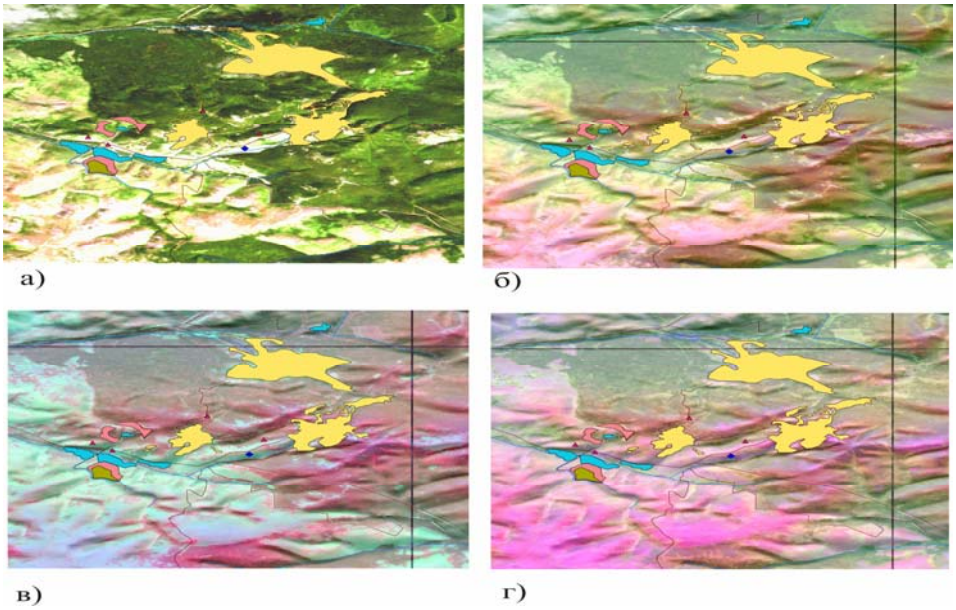
Для использования рельефа в качестве ландшафтного индикатора строились цифровые модели рельефа (ЦМР) на базе матриц высот: тридцатисекундной (шаг квантования примерно 1 км, что по детальности приблизительно соответствует масштабу топокарты 1:1000000) SRTM30 и трехсекундной SRTM03 (шаг ~ 100 м, масштаб, близкий к 1:100000). Первые существенно генерализованы и пригодны, прежде всего, в

качестве обзорных карт. Также они могут быть использованы для оценки общей тектонической и геодинамической позиции горнорудного района в регионе или для выделения крупных, региональных ландшафтных зон.

Вторые применялись для более детальных ландшафтных построений, в частности, картографирования. Основой являлась визуализация ЦМР в форме карт рельефа с теневой отмывкой и совместной их интерпретацией с обработанными космоснимками. Пример приведен (на рисунке 2, 3).

Для решения частных задач применялись и другие методы обработки: построение векторных контурных карт. Например, по такой карте выделялись контуры 1000 м над уровнем моря для картографирования высокогорных ландшафтных зон в северных районах и 1200 м для южных районов. Составлялись, также карты векторов стока поверхностных вод для оптимизации сетей опробования.

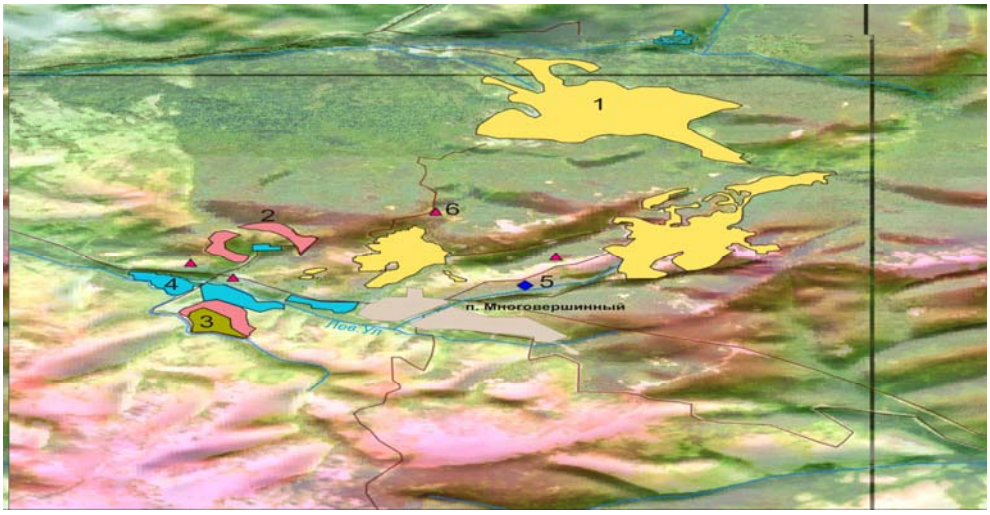
Визуализация полученных изображений с нанесенной информацией показана на рисунке 2.



а) 4 – 3 – 2; б) 4 – 3 – 2 с совмещенным ЦМР; в) 5 – 4 – 3 с совмещенным ЦМР; в) 6 – 5 – 3 с совмещенным ЦМР

Рисунок 2 – Визуализация объектов техногенного происхождения при комбинации спектральных каналов

При анализе снимков, простое зональное отношение яркости в красной и ближней инфракрасной зонах наиболее чувствительны к присутствию растительности и других объектов (искусственных материалов), что позволило выявить горнопромышленные объекты (золотоизвлекательной фабрики (ЗИФ), штольни и др.), достоверность подтверждена материалами полевого дешифрирования (рисунок 3).



1 – рудные карьеры; 2 – карьеры, насыпи; 3 – хвостохранилище;
4 – вспомогательные объекты; 5 – ЗИФ; 6 – штольни
Рисунок 3 – Результаты дешифрирования горнотехнических объектов

Следовательно, преимущество дистанционных измерений состоит в том, что эти измерения способны обнаруживать пространственные модели особенностей ландшафта, в том числе те которые не находят прямого отражения на космическом снимке.

На основе ГИС-пакета QGIS разработана единая содержательная основа пространственных данных тестируемых территорий с обновлением и генерализацией имеющейся основы (векторной карты) и других дополнительных материалов в формате, поддерживающем форматы выбранного программного обеспечения (таблица 2). Она состоит из описания состава информационных слоев и ключевого имени, которое необходимо использовать при формировании того или иного слоя. Результаты натурных инструментальных измерений и обследований, расчетов и наблюдений экспортировались в базу пространственных данных ГИС.

Таблица 2 – Набор пространственных данных в ГИС

№	Название слоя	Имя	Объекты
1	Гидрография	Гидрография_линии_Am	Реки; ручьи; источники
	Гидрография (площадная)	Гидрография_полигоны_Am	Моря, озера, заливы
3	Гидротехнические сооружения	Гидрография_	Каналы, пруды, колодцы, плотины, водопроводы наземные, пруды
4	Рельеф	GIS_Eco_relief_DEM	3D модели рельефа
		FE_contour1000	Горизонтали с отметкой 1000м над уровнем моря

Продолжение таблицы 2

		FI_contour_1200	Горизонтали с отметкой 1200м над уровнем моря
5	Растительный покров (естественный, искусственный)	Rastitelnost	Древесная растительность, кустарники, травянистая растительность, камышовая растительность, луговая растительность, заболоченность, вырубки, гари, лесопосадки
7	Населенные пункты	Населенные пункты_полигоны _Sol	Населенные пункты (полигоны, кружки-пуансоны).
8	Транспорт и сооружения	Rail_way	Железные дороги
		Highway_line	Автодороги
9	Промышленне объекты, объекты антропогенного воздействия	concentrating_factories I_,PP,PPP, career,, mining_area, talings_points, explosive_stock, auxiliary_production, prm_dal_soi_	Промышленные предприятия, электростанции, склады, трубопроводы, очистные сооружения, Отвалы горных пород; заводы с потенциально опасным профилем производства: склады ВМ, действующие и заброшенные угольные склады, карьеры (действующие и отработанные), карьерные водоемы, свалки (бытовые, металлолома и т.д.); земли загрязненные отходами нефти; места сброса неочищенных сточных вод (загрязненные участки акваторий); растительность, пораженная промышленным загрязнением; угнетенная и нарушенная растительность вдоль дорог и т.д.
10	Точки отбора проб, инструментальных измерений	prm_dal_soil	Контрольные точки отбора проб почвогрунтов, поверхностных вод, контрольные точки опробования атмосферного воздуха; координаты опорных точек местности
11	Подписи	caption	Пояснительные подписи, географические названия объектов

Таким образом, созданная картографическая база данных ГИС на территорию Нижне-Амурского горнопромышленного района является картографической основой для разработки серии тематических экологических карт, в том числе для оценки экологической обстановки в горнопромышленном районе.

Литература

1 Грехнев Н.И. Особенности геохимических реакций окисления в зоне гипергенеза в климатических условиях юга Дальнего Востока / Н.И. Грехнев, Л.Н. Липина // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2014. – №4. – С. 183-188.

2 Обработка и интерпретация данных Landsat 8 (OLI) chtlcndfvb GRASS GIS 7http [Электронный ресурс]. – Режим доступа: gis-lab.info/qa/grass7-landsat8-processing.htm.

3 О GIS-Lab [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://gis-lab (дата обращения 20.05.2014).

4 ERDAS IMAGINE [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://gi.leica geosystems.com

References

1 Grehnev N.I. Osobennosti geohimicheskih reakcii okislenija v zone gipergeneza v klimaticheskih uslovijah yuga Dal'nego Vostoka / N.I. Grehnev, L.N. Lipina // Fiziko-tehnicheskie problemy razrabotki poleznyh iskopaemyh. – 2014. – №4. – S. 183-188.

2 Obrabotka i interpretacija dannyh Landsat 8 (OLI) chtlcndfvb GRASS GIS 7http [Yelektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: gis-lab.info/qa/grass7-landsat8-processing.htm.

3 O GIS-Lab [Yelektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: http://gis-lab (data obrashenija 20.05.2014).

4 ERDAS IMAGINE [Yelektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa:

UDK: 528.91:004.9

Sammary

Липина Л.Н., Усиков В.И.
(Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук,г.Хабаровск)

ESTABLISHMENT OF GEOGRAPHICAL MAP DATABASE INFORMATION NETWORKS FOR ENVIROMENTAL ASSESSMENTS TERRITORY IN EXAMPLES OF LOWER-AMUR MINING AREAS

The article discusses the development of a technique of creating cartographic GIS database and to obtain users objective and operational data to assess the ecological situation in the territory of the mining areas. The structure and content of GIS spatial database mining areas is presented. A method of its creation; space imaginary thematic interpretation, and built of digital terrain models (CLD) based on SRTM elevation matrix, which resulted in the visualization of CLD in the form of shadow relief maps and together with their interpretation of the treated space images is described.

Keywords: geographic information systems, remote sensing of the earth, map database, industrial waste

УДК 622.2: 504.064

Жалгасулы Н., Когут А.В., Исмаилова А.А.
(Институт горного дела им. Д. А. Кунаева, г. Алматы)

К ВОПРОСУ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ОСВОЕНИИ ТЕХНОГЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

Аннотация

В статье рассмотрены основные принципы организации и построение системы экологического мониторинга при разработке техногенных минеральных образований горного и обогатительного производства.

Ключевые слова: *техногенные минеральные образования, окружающая среда, загрязняющие вещества, экологический мониторинг*

Түйінді сөздер: *техногенді шикізат, коршаған орта, зиянды заттар, экологиялық мониторинг.*

Keywords: *technogenic mineral formations, the environment, polluting substances, ecological monitoring.*

Накопленные за долгие годы эксплуатации месторождений полезных ископаемых отходы добычи и переработки руд являются техногенными минеральными образованиями (ТМО) и представляют собой потенциальное сырье для дополнительного извлечения цветных и благородных металлов, редких и рассеянных элементов, получения строительных материалов, химической продукции, производства удобрений и т.д. [1]. В то же время, при отработке ТМО происходит значительное негативное воздействие практически на все компоненты окружающей среды (атмосферу, гидросферу, почвы) в зоне их размещения. Минимизации воздействия на окружающую среду служит проведение экологического мониторинга, основными задачами которого являются: наблюдение за антропогенными изменениями состояния окружающей среды(ОС), оценка и прогноз этих изменений.

Анализ существующего опыта оценки экологической ситуации при вовлечении в отработку ТМО позволил установить отсутствие единых подходов к изучению и оценке изменений окружающей среды под воздействием техногенных нагрузок, а также организации системы экологического мониторинга [2-4].

Мониторинг, являясь системой наблюдений за состоянием ОС, позволяет обеспечивать разработку стратегии управления ее качеством и горнопромышленной деятельностью, а также прогнозных моделей антропогенных изменений экосистем под воздействием загрязняющих веществ. На рисунке 1 показаны взаимосвязи в системе экологического мониторинга.

Сложность организации экологического мониторинга обусловлена многообразием форм воздействия ТМО на ОС. Это усугубляется тем, что их деятельность необходимо рассматривать на фоне естественных

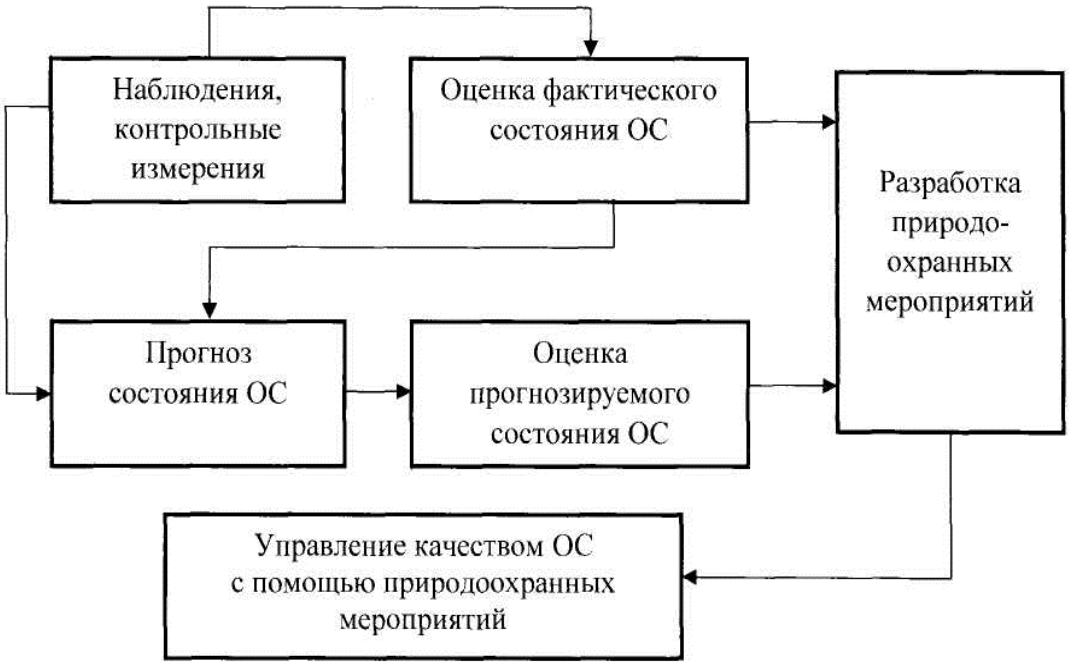


Рисунок 1 - Блок-схема системы экологического мониторинга

колебаний экосистем. Поскольку целью экологического мониторинга является оценка наблюдаемого состояния природной среды и прогноз изменения этого состояния, то очевидно, необходимо зоны промышленного освоения ТМО соотносить к природным объектам, представленным экологически ненарушенными территориями, которые могут являться аналогами или эталонами для сравнения с преобразуемой природной средой. Это оправдано в силу того, что процессы, происходящие в них, служат индикаторами фоновых нарушений. При организации мониторинга следует учитывать высокую стоимость наблюдений, поэтому особое внимание должно быть уделено обоснованию выбора объекта наблюдения. Представляется, что это должны быть объекты, занимающие ведущее место в структуре техногенного воздействия на природную среду, а также более чувствительные к такому воздействию.

Все сказанное выше позволяет сформулировать основные принципы организации экологического мониторинга при освоении техногенных минеральных образований:

1. В зависимости от местонахождения, разрабатываемых ТМО должны учитываться их расположенность относительно территорий населенных пунктов, лесных массивов, озер и т.д., направление движения грунтовых и поверхностных вод к вышеназванным территориям, содержание в техногенном сырье радиоактивных элементов. Кроме того, важным моментом является то, что значительное количество ТМО размещены в пределах земельного отвода горнодобывающих предприятий и подвергаются их воздействию.

2. Комплексность получения информации о состоянии ОС при освоении ТМО состоящая в оценке качества окружающей среды по совокупности показателей, характеризующих воздействие на ее компоненты (атмосферу, гидросферу и литосферу) и учета данных аналитического контроля.

3. Достаточность мониторинга обеспечивается объемом проводимых исследований и правильностью выбора постов, маршрутов, а также точек пробоотбора. Полученные в результате мониторинга данные должны быть полными и достоверными.

4. Проведение непосредственных периодических наблюдений осуществляется с обеспечением надежности и точности измеряемых параметров. Периодичность наблюдений устанавливается в зависимости от миграции, трансформации и содержания загрязняющих веществ, а также изменения метеоусловий. На основе анализа текущего состояния осуществляется прогнозное моделирование изменения компонентов окружающей среды.

5. Обоснованность принимаемых решений обусловлена тем, что надежность и достоверность результатов мониторинга обеспечиваются за счет использования научно-обоснованных методов и современных приборов для экологического контроля.

6. Унификация основных элементов системы мониторинга достигается единством и сопоставимостью методов наблюдений, сбора, обработки и хранения, полученных данных.

При организации мониторинга необходимо решать вопросы определения текущей экологической ситуации, что служит источником негативных воздействий, какие изменения ожидаются в будущем и как оптимизировать техногенную нагрузку на окружающую среду. В каждом конкретном случае должна быть разработана программа действий, учитывающая специфику местных условий производственной деятельности и особенности воздействий на компоненты ОС.

Структурная схема экологического мониторинга при разработке металлосодержащих техногенных минеральных образований, состоящая из восьми блоков представлена на рисунке 2.

Блок 1. В процессе выполнения работ изучаются фондовые и литературные материалы, проекты ПДВ и ПДС загрязняющих веществ, нормативные документы, материалы ОВОС, особенности производственных процессов предприятия, климатическая, метеорологическая, геологическая и гидрогеологическая характеристики района его размещения.

Блок 2. Сбор научно-обоснованной информации об источниках загрязнения, факторах и параметрах воздействия, составе загрязнителей, интенсивности загрязнения и т.д.

Блок 3. На базе результатов анализа по блоку 1 и блоку 2 разрабатывается программа выполнения мониторинга с установлением

Рисунок 2 - Структурная схема экологического мониторинга ТМО

мест отбора проб, порядка их идентичности и разрабатывается методика проведения мониторинга ОС.

Блок 4. Наблюдение за элементами ОС, проводятся измерения, взятие проб, химический анализ и т.д.

На предприятиях, осуществляющих разработку ТМО должна функционировать система экологического мониторинга, содержащая три подсистемы наблюдений:

1-ая подсистема, предусматривает организацию пунктов наблюдений за изменением метеорологических и гидрологических условий (температуры, давления, влажности атмосферного воздуха, скорости и направления ветра, колебаний уровня грунтовых вод, скорости и направления грунтовых вод и т. д).

2-ая подсистема, включает пункты наблюдений за фоновым состоянием окружающей среды, где осуществляется отбор проб для оценки газового состава и запыленности атмосферного воздуха, химического состава почв и водной среды.

3-ая подсистема содержит пункты наблюдений, расположенные непосредственно на источниках загрязнения и на различных расстояниях от них, с учетом преобладающего направления ветрового потока и рельефа местности.

Перечень контролируемых при ведении экологического мониторинга параметров, объемы наблюдений определяются на основании действующих нормативных документов, а также данных проведенной оценки воздействия на окружающую природную среду, с учетом общей экологической нагрузки территории.

Показателями, характеризующими загрязнение атмосферы в процессе отработки техногенных минеральных образований, в том числе выщелачиванием являются концентрации взвешенных частиц (пыли, содержащей тяжелые металлы и токсичные химические элементы), паров (серной, синильной и др. кислот) и газов (окись углерода, окислы азота, двуокись серы). Степень загрязнения атмосферного воздуха устанавливается по кратности превышения ПДК с учетом класса опасности, суммации биологического действия загрязнений воздуха и частоты превышений ПДК.

В качестве параметров, характеризующих загрязнение водных ресурсов, служат токсичные, приоритетные загрязняющие вещества, в том числе обладающие кумулятивными свойствами накапливаться в органах и тканях гидробионтов. А для совокупной оценки опасных уровней загрязнения водных объектов используется формализованный суммарный показатель химического загрязнения ПХЗ (10). Кроме того, используются общепринятые физико-химические и биологические характеристики, дающие общее представление о составе и качестве вод, а также показатели, учитывающие способность загрязняющих веществ накапливаться в донных отложениях и гидробионтах.

Основными параметрами, характеризующими состояние почв в

районах разработки ТМО, являются показатели их физической деградации и химического загрязнения. К числу наиболее часто контролируемых параметров химического загрязнения почвенного покрова относятся уровни превышения нормативных значений содержаний в почвах тяжелых металлов и элементов-токсикантов (свинца, меди, железа, марганца, цинка, хрома, никеля, кобальта, ртути, мышьяка, кадмия и ванадия) [5].

Пространственные границы экологического мониторинга и расположение пунктов сети наблюдений определяются содержанием решаемых в ходе мониторинга задач, особенностями природной обстановки, путями накопления и миграции загрязнений от разрабатываемого ТМО в окружающую среду.

Блок 5. Оценка воздействия на ОС. На основе анализа данных, полученных в результате выполнения работ по блокам 1-4 производится оценка воздействия предприятия, разрабатывающего ТМО, на все компоненты ОС. Используются методы системного анализа, имитационное моделирование и др.

Блок 6. Прогнозирование изменений ОС. Прогнозирование последствий осуществляется с помощью методов математического моделирования, распознавания, аналогии, интерполяции, экспертных оценок и т.д.

Блок 7. Мероприятия по улучшению состояния ОС. В результате проведения всего объема работ по экологическому мониторингу создается информационная база данных, которая позволяет наиболее полно охарактеризовать экологическую обстановку в зоне расположения предприятия, произвести картирование загрязненных территорий, осуществить прогноз изменения состояния ОС в перспективе, а также использовать ее для разработки комплекса мероприятий по охране окружающей среды.

Блок 8. Управление природопользованием в рамках экологического мониторинга предприятия. Управление природопользованием при разработке металлосодержащих ТМО сводится к двум основным направлениям:

- Учету влияния разработки ТМО на воздушную, водную, земную среду и растительность;
- Изысканию методов защиты ОС от вредного влияния процессов разработки ТМО.

В заключении можно констатировать, что использование на практике предприятиями, осуществляющими освоение ТМО, разработанных принципов организации и схемы формирования системы экологического мониторинга позволит с наибольшей полнотой и достоверностью производить оценку воздействия на компоненты окружающей природной среды, прогнозировать изменение экологической ситуации и управлять ею путем реализации необходимого комплекса природоохранных мероприятий.

Литература

1 Комплексное использование отходов предприятий цветной металлургии Казахстана / Уманец В.Н., Мальченко Ю.И., Оленин В.В. и др. - М.: ЦНИИцветмет экономики и информации, 1988. – 52 с.

2 Адрышев А.К. Актуальные проблемы экологической безопасности и пути их решения в Казахстане. - Усть- Каменогорск, 2008. - 515 с.

3 Сперанская Г., Насырова К., Рогуленко О. Техногенное загрязнение природной среды Васильковским ГОКом. //Промышленность Казахстана. – 2001. - №5.- С. 56-57.

4 Проект промышленной разработки Жездинского месторождения техногенных минеральных образований марганца. Том 2. Оценка воздействия на окружающую среду / ТОО "АнтАл". – Алматы, 2011. - 137 с.

5 Н.Жалғасұлы, А.В.Когут, Г.Ю. Әбдіғалиева, Д.О.Чулков. «Экология және кен жұмыстарының қауіпсіздігі» бөлімінің ғылыми-практикалық айналымдағы орны мен үлесі//Горный журнал Казахстана, №8, 2015, Алматы. - С. 20-25.

References

1 Kompleksnoe ispol'zovanie othodov predpriyatiy tsvetnoy metallurgii Kazakhstana / Umanets V.N., Mal'chenko Y.I., Olenin V.V. i dr. – M.: TSNIItsvetmet ekonomiki i informatsii, 1988. – 52 s.

2 Adryshev A.K. Aktual'nye problemy jekologicheskoj bezopasnosti i puti ih reshenija v Kazahstane. - Ust'- Kamenogorsk, 2008. – 515 s.

3 Speranskaja G., Nasyrova K., Rogulenko O. Tehnogennoe zagrjaznenie prirodnoj sredy Vasil'kovskim GOKom. //Promyshlennost' Kazahstana. – 2001. - №5. - S. 56-57.

4 Proekt promyshlennoj razrabotki Zhezdinskogo mestorozhdenija tehnogennyh mineral'nyh obrazovanij marganca. Tom 2. Ocenka vozdejstvija na okruzhajushhuju sredu / TOO "AntAl". – Almaty, 2011. - 137 s.

5 N.Zhalgasұly, A.V.Kogut, G.Ju. Abdigalieva, D.O.Chulkov. «Jekologija zhəne ken zhumystarynyn qauipsizdigi» bəliminiń gylymi-praktikalyq ajnalymdaғy orny men ylesi//Gornyj zhurnal Kazahstana, № 8, 2015, Almaty. - S. 20-25.

ӘОЖ: 622.2: 504.064

Резюме

Жалғасұлы Н., Когут А.В., Исмаилова А.А.
(Д.А. Қонаев атындағы Кен істері институты, Алматы)

ҚОРШАҒАН ОРТАДАҒЫ ТЕХНОГЕНДІ МИНЕРАЛ ҚҰРЫЛЫМДАРЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МОНИТОРИНГІН ДАМЫТУ

Мақалада тау-кен байыту өнеркәсібінде техногенді минералды құрылымдарындағы экологиялық мониторинг жүйесін игерудегі көзқарасты қалыпқа келтіру сипатталады.

Түйінді сөздер: техногенді шикізат, коршаған орта, зиянды заттар, экологиялық мониторинг.

UDC: 622.2: 504.064

Summary

Zhalgasuly N., Kogut A.V., Ismailova A.A.
(Mining Institute after D.A. Kunaev, Almaty)

THE PROBLEM OF ENVIRONMENTAL MONITORING IN THE DEVELOPING of TECHNOGENIC MINERAL FORMATIONS

The article describes the basic principles of the organization and the construction of an environmental monitoring system in the development of technogenic mineral formations of mining and concentrating production.

Keywords: technogenic mineral formations, the environment, polluting substances, ecological monitoring

УДК 504.0624.36:004.4

Озарян Ю.А., Бубнова М.Б.
(Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институту горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук, Хабаровск)

ФАКТОРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА, ВЫЯВЛЕННЫЕ ПРИ ОЦЕНКЕ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы экологического риска в зоне воздействия горных предприятий. Осуществлена классификация основных факторов риска и рассчитан вклад каждой группы в общее воздействие на компоненты окружающей среды. Проведена балльная оценка факторов экологического риска эксплуатации некоторых месторождений (угольных, рудных и строительных материалов).Определены доминирующие факторы, усугубляющие техногенную нагрузку или наоборот способствующие её снижению и последующему восстановлению природной среды.

Ключевые слова: *экологический риск, устойчивое развитие, природно-горнотехническая система, факторы риска, компоненты биоты, устойчивость.*

Keywords: *environmental risk, sustainable development, natural and mine technical system, risk factors, biotic components resistance.*

Экологический риск – это оценка на всех уровнях (от точечного до глобального) вероятности появления негативных изменений в окружающей природной среде, вызванных антропогенным или иным воздействием. Также под экологическим риском понимают вероятную меру опасности причинения вреда природной среде в виде возможных потерь за определенное время.

В свою очередь, оценка экологического риска– это научное исследование, в котором факты и научный прогноз используются для оценки потенциально вредного воздействия на окружающую среду различных загрязняющих веществ и других агентов [1].

Как известно, наибольшая степень экологического риска связана с наземными горными выработками. Огромные территории России в настоящее время в той или степени затронуты горными разработками. Завершение последних означает, в большинстве случаев, сохранение нарушенных и разрушенных ландшафтов, которые остаются в таком состоянии сколь угодно долгое время. Одинаково эта проблема стоит и в районах шахтных разработок месторождений полезных ископаемых. Значительное количество шахт в настоящее время заброшено, глубина их достигает сотни метров, а площади шахтных полей в Кемеровской, Челябинской, Ростовской областях составляют многие сотни квадратных километров. При этом нарушается целостность определенного объема горных пород, появляются трещины, пустоты и полости, многие из

которых заполняются водой. Откачка воды из шахт создает обширные депрессионные воронки, снижается уровень водоносных горизонтов, идет постоянное загрязнение поверхностных и подземных вод [2].

Горные предприятия такжеподвержены ряду экологических рисков, способных оказать крайне негативное влияние, как на текущую операционную деятельность предприятия, так и на его ключевые экономические показатели. За последние годы влияние экологических рисков на финансовую деятельность предприятия существенно выросло, это, в первую очередь, связано с постоянно возрастающими требованиями к качеству ликвидации последствий аварий и увеличивающимися штрафами. В Российской Федерации правовые отношения по вопросам воздействия на компоненты окружающей среде опираются на закон «Об охране окружающей среды» №7-ФЗ от 10.01.2002, который определяет объекты охраны, и также методы экономического регулирования нарушений [3].

Авторами была использована и дополнена методика интегральной балльной оценки экологических рисков, разработанная в ИГД ДВО РАНСаксиным Б.Г. [4], которая позволяет учитывать разнообразные факторы возможного неблагополучия районов горного промысла. В качестве объектов были выбраны природно-горнотехнические системы, имеющие отличия в виде исходного сырья и способов его добычи и переработки.

Основополагающим этапом методики является выделение источников и факторов риска, которые возникают при функционировании горного предприятия и могут быть как природными,так и антропогенными. При этом факторы риска на действующеми закрытом предприятиях будут отличаться. Во время эксплуатации месторождения определяющими факторами являются антропогенные, обусловливающие вероятность возникновения незапланированных ситуаций, порождающих экологический и экономический ущерб. После остановки предприятия основными факторами являются естественные, например, изменение климатических условий или, к примеру, уровня подземных вод, которые могут усиливать миграцию поллютантов. Таким образом, учитываемые факторы риска классифицированы по группам и каждомуиз них, в зависимости от значимости, присваивается балл от 1 до 10. Всего разработано 34 фактора риска (объекты учета). После оценки всех показателей баллы по ним суммируются, и определяется вклад каждой группы факторов в общее воздействие на компоненты окружающей среды.

Нами рассмотрены рудные, угольные и месторождения строительных материалов.

Риск возникновения опасных процессов связан с активизацией различных физических, химических, геологических и географических

процессов в целом, при этом с географических позиций особое значение уделяется [2]:

1) усилению процессов эрозии почв и образованию оврагов;

2) активизации процессов выветривания, окисление рудных минералов и их выщелачивание, усиливаются геохимические процессы;

3) ускорению просадки почво-грунтов, оседанию земной поверхности над отработанными шахтными полями;

4) загрязнению почв тяжелыми металлами и различными химическими соединениями в местах горных разработок.

Поэтому учитывается способ отработки месторождений и тип добываемого сырья.

При карьерных разработках особое влияние испытывает верхняя поверхностная часть литосферы и рельеф местности,меняются компоненты природной среды, а также ландшафт в целом.

При оценке экологического риска предприятий эксплуатирующих месторождения строительных материалов предлагается учитывать наличие радиоактивных элементов в породе и тип карьера, так как от этого во многом зависит характер загрязнения и его распространение.

Для объективной оценки рисков и учета всех видов факторов, включен раздел о природно-экологических особенностях (наличие в непосредственной близости заповедников и заказников, а так же нерестилищ рыб, редких животных и растений, памятников охраны природы, памятников охраны природы, сельскохозяйственных земель): 0 баллов – отсутствуют; 1 балла – присутствуют вблизи горных отводов в количестве, не более 2-х; 2 балла – присутствуют вблизи горных отводов в количестве, более 2-х; 3 балла – горные работы ведутся с отторжением сельскохозяйственных земель, либо с частичным воздействием на редкие виды фауны и флоры внутри горного отвода.

Например, Корфовское месторождение гранодиоритов расположено вблизи с Большехехцирским государственным природным заповедником, поэтому в общем расчете добавляется дополнительный балл.

Бикинское месторождение, расположенное в нижней части бассейна р. Бикин и средняя часть бассейна р. Алчан (правого притока р. Бикин) попадают под действие международных конвенций «Об охране перелетных птиц, находящихся под угрозой исчезновения и среды их обитания» (СССР-Япония, 1973; СССР – КНДР, 1987). Основные объекты охраны: природный комплекс долинных лесов и марей. В районе расположения Бикинского месторождения встречается большое количество редких и исчезающих видовфлоры и фауны.

Основными природоохранными объектами рядом с Ургальским угольным месторождением являются водоохранные зоны рек, леса I категории, заказник «Дубликанский», зоны санитарной охраны водозаборов и санитарно-защитные зоны населенных пунктов. В Дубликанском лесничестве расположены ботанические памятники

природы «Сосновый бор» и «Липовая роща» и геологический памятник природы «Солонийский» - источник термальных вод, находящийся под защитой краевых природоохранных органов.

К северо-востоку от Ургальского месторождения в 90 км от его границы расположен Буреинский государственный природный заповедник - резерват уникального ландшафта, эталонного участка горной тайги зоны восточного участка БАМа. Район Верхней Бурей, включающий 411 тыс. га территории Буреинского заповедника и его охранной зоны, предложено считать ключевой орнитологической территорией общефедерального значения по таким видам, как дикуша и амурский свиристель, чьи ареалы полностью расположены на Дальнем Востоке России, причем 90% их ареалов находится на территории Хабаровского края. Перелетные птицы из заповедника и заказника могут проникать на территорию месторождения.

Основные промышленные запасы угля Ургальского месторождения лежат за пределами особо охраняемых территорий. Лишь участки Солони Южные, а также месторождение Ургал-Солони вплотную примыкают к заказнику в бассейне р. Дубликан и частично заходят на его территорию.

Классификация рассмотренных выше факторов риска приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация факторов риска

Факторы риска, влияющие на экологическую обстановку в природно-горнотехнических системах	Месторождения											
	Рудные				Угольные						Строительные материалы	
	Солнечное		Верхнее		Бикинское		Райчи-хинское		Ургальское		Корфовское	
	балл	%	балл	%	балл	%	балл	%	балл	%	балл	%
Природно-климатические	14	9,9	15	12,2	27	21,5	15	13,5	17	17,2	14	10,6
Геологические/ геохимические	48	33,8	39	31,7	38	30,6	37	33,4	35	35,3	34	25,7
Технологические	45	31,7	41	33,3	52	41,5	49	44,1	39	39,4	57	43,2
Техногенные	35	24,6	28	22,8	8	6,4	10	9	8	8,1	27	20,5
Итого:	142	100	123	100	126	100	111	100	99	100	132	100

К группе естественных факторов относятся природно-климатические (энергия водообмена, потенциал самоочищения почв, повторяемость ветров и другие) и геологические (связанные с химическим составом пород). Под антропогенными факторами мы подразумеваем технологические (т.е. связанные с технологией эксплуатации месторождения, например, способ его отработки, наличие дробильно-сортировочного участка и др.) и техногенные, связанные с ответной реакцией биоты на воздействие [5,6].

На основе предлагаемой методики проведена балльная оценка факторов экологического риска при эксплуатации месторождений юга Дальнего Востока. Результаты расчета для некоторых объектов приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Балльная оценка факторов экологического риска эксплуатации месторождений минерального сырья

Наименование месторождения	Суммарный балл
Угольные месторождения	
Бикинское	126
Райчихинское	111
Ургальское	99
Рудные месторождения	
Солнечное	142
Верхнее *	123
Месторождения строительных материалов	
Корфовское	122

Исходя из полученных данных, построена гистограмма рейтинга факторов риска (рисунок 1).

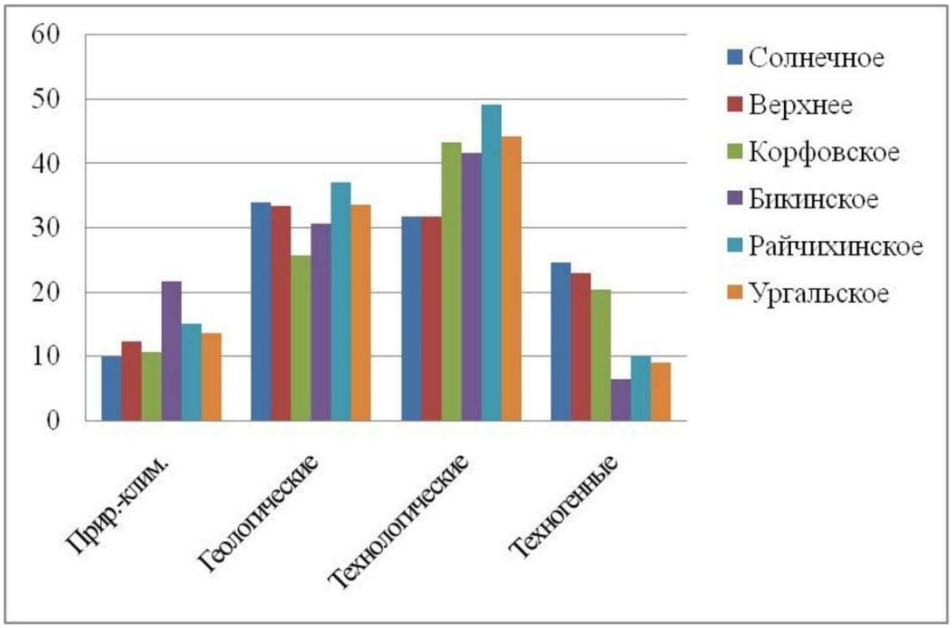


Рисунок 1 - Гистограмма рейтинга факторов экологического риска

Вклад каждой группы факторов в общее воздействие на компоненты окружающей среды определен в процентном соотношении. Выявлены доминирующие факторы, усугубляющие техногенную нагрузку или наоборот способствующие её снижению и последующему восстановлению природной среды.

Для рудных месторождений (Солнечное. Верхнее) доминирующими являются геологические факторы, определяющие геохимический спектр месторождения. А для нерудных месторождений разрабатываемых открытым способом основными являются технологические. Факторы, значение которых определяется откликом компонентов биосферы (техногенные) имеют наивысшее значение для рудных месторождений.

Из полученных предварительных данных видно, что определяющую роль в преобразовании экосистем имеют геохимические параметры месторождения. В этих случаях и факторы техногенного характера выше, чем у остальных. Построим диаграмму Парето (рисунок 2).

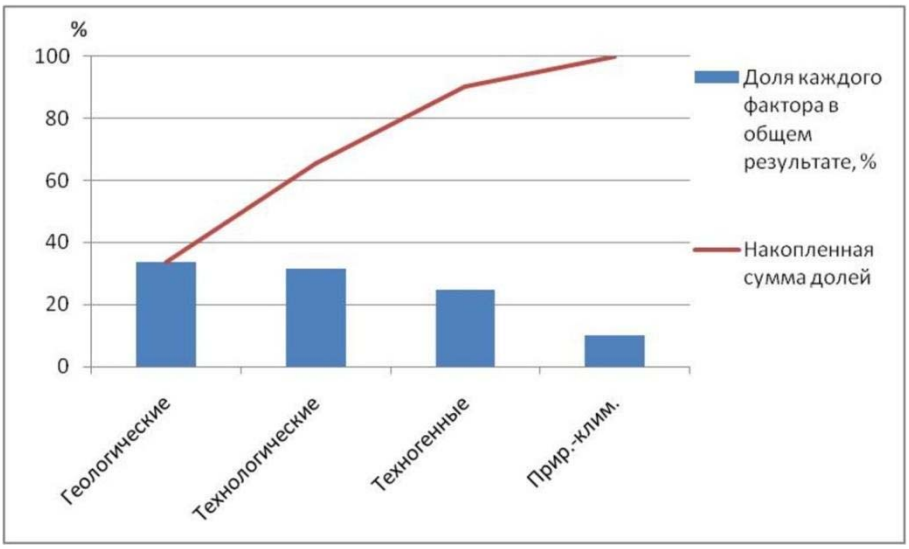


Рисунок 2 - Диаграмма Парето с ранжированием факторов экологического риска по степени значимости

Диаграмма Парето- математический инструмент позволяющий выявить и отобразить проблемы установить основные факторы причины, с которых нужно начинать действовать и распределить усилия с целью эффективного разрешения этих проблем Японский союз ученых и инженеров включил диаграмму Парето в состав семи методов контроля качества обрабатываемой информации. Диаграмма Парето используется для выявления основных проблем возникающих в ходе исследования и применима практически в любых областях деятельности |7|.

На диаграмме отчетливо видно, что около 70% экологических проблем приходится на такие факторы как «Геологические» и «Технологические», и лишь чуть более 30% - на «Техногенные» и «Природно-климатические». Причем, самая большая доля у фактора «Геологические». В связи с тем, что устранить геологические факторы не представляется возможным, снова подтверждается необходимость глубокой комплексной переработки рудного сырья для сокращения

объемов образования отходов, что в значительной степени позволит решить проблему обеспечения качества среды обитания.

Полученные данные свидетельствую о том, что категории и факторы экологического риска варьируют в зависимости от условий эксплуатации месторождений и их природных особенностей. Системный анализ причин и последствий позволяет структурировать систему выявления и оценки экологического риска. Однако его снижение возможно лишь за счет внедрения комплекса природоохранных мер, неотъемлемой частью которых должны быть рациональные схемы экологического аудита, а также финансовые гарантии по ликвидации нанесенного ущерба, предоставленные предприятием до начала освоения месторождения.

Литература

1 Гинко В.И., Тараров А.Г. Система экологического мониторинга в управлении экологическим риском // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 3.

2 Рудский В.В. Категория экологического риска в географических исследованиях // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10-14. – С. 3153-3156

3 Талтыкин В. С., Островский М. С., Малкова А. П. Управление экологическими рисками горных предприятий с учётом возможностей страхования. - С. 114-119.

4 Саксин Б.Г. Прогнозная оценка регионального геохимического воздействия на окружающую природную среду добывающих предприятий цветной металлургии в условиях Востока России. Хабаровск: ИГД ДВО РАН, 2012. —190 с.

5 Бубнова М.Б., Озарян Ю.А. Геоэкологическая оценка региональных природно-горнотехнических систем на юге Дальнего Востока // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2012. - № 5. - С. 189-196.

6 Бубнова М.Б., Озарян Ю.А. Экологический мониторинг природно-горнотехнических систем на основе данных дистанционного зондирования // Экологические системы и приборы. 2015. - № 11. - С. 15-22.

7 Кузьмин, А. М. Диаграмма Парето / А. М. Кузьмин // Методы менеджмента качества. - 2005. - N 12. - С. 29.

References

1. Ginko V.I., Tararov A.G. Sistema ekologicheskogo monitoringa v upravlenii ekologicheskim riskom // Sovremennye problemy nauki I obrazovaniya. – 2015. – № 3.

2. Rudskij V.V. Kategoriya ekologicheskogo riska v geograficheskih issledovaniyah // Fundamental'nyeissledovaniya. – 2013. – № 10-14. – S. 3153-3156.

3. Taltykin V. S., Ostrovskij M. S., Malkova A. P. Upravlenie ekologicheskimi riskami gornyh predpriyatij s uchyotom vozmozhnostej strahovaniya C. 114-119.

4. Saksin B.G. Prognoznay aocenka regional'nogo geohimicheskogo vozdejstviya na okruzhayushchuyu prirodnuyu sredu dobyvayushchih predpriyatij cvetnoj metallurgii v usloviyah Vostoka Rossii. Habarovsk: IGD DVO RAN, 2012. —190 s.

5. Bubnova M.B., Ozaryan YU.A. Geoekologicheskaya ocenka regional'nyh prirodno-gornotekhnicheskih system na yuge Dal'nego Vostoka // Fiziko-tekhnicheskie problemy razrabotki poleznyh iskopaemyh. 2012. - № 5. - S. 189-196.

6 Bubnova M.B., Ozaryan YU.A. Ekologicheskij monitoring prirodno-gornotekhnicheskih system na osnove dannyh distancionnogo zondirovaniya // EHkologicheskie sistemy I pribory. 2015. - № 11. - S. 15-22.

7. Kuz'min, A. M. Diagramma Pareto / A. M. Kuz'min // Metody menedzhmenta kachestva. - 2005. - N 12. - S. . 29.

UDC: 504.0624.36:004.4

Summary

Ozarian Y.A., Bubnova M.B.
(Federal State Institution of Science Institute of Mining of Far East Branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk)

ENVIRONMENTAL RISK FACTORS, ARISING FROM THE OPERATION OF MINING ENTERPRISES

The article deals with questions of environmental risk in the zone of influence of mining enterprises. Implemented classification of the main risk factors and calculated the contribution of each group to the overall impact on the environment components. Spend Scoping environmental risk factors of operation of some deposits (coal, ore and construction materials). Determine the dominant factors contributing to human impacts or on the contrary contribute to its reduction and subsequent restoration of the natural environment.

Keywords: environmental risk, sustainable development, natural and mine technical system, risk factors, biotic components resistance.

УДК 553.981.4.001.18:550.832

Каргаполов А.А.
(Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины,
г. Днепропетровск, Украина)

ПРОГНОЗ ЗОН СКОПЛЕНИЯ МЕТАНА НА УГЛЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ГЕОЛОГО − ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Аннотация

Показано применение экспресс-методики для прогноза зон скопления свободного метана на углегазовых месторождениях геолого−геофизическими методами. Методика основывается на геологическом методе выделения локальных структур с использованием тренд–анализа и результатах геофизических исследований скважин. Прогноз зон, потенциально благоприятных для скопления метана с помощью предложенной комплексной экспресс-методики, рассмотрено на примере участка № 2 шахты «Западно-Донбасская».

Ключевые слова: угольный метан, песчаник, тренд-анализ, геофизическое исследование скважин.

Keywords: *coal methane, sandstone, trend-analysis, geophysical research of mining holes.*

В условиях острого дефицита энергетических ресурсов угольные бассейны рассматриваются как газоносные регионы, перспективные для выявления и эксплуатации месторождений углеводородов. На современном этапе освоения каменноугольных бассейнов газ - метан угольных месторождений может быть использован как самостоятельный вид углеводородного сырья.

Геодинамические процессы, сформировавшие бассейн, а также интенсивные горные работы привели к неравномерному распределению и перераспределению метана в массиве. Газонасыщенные участки, характеризующиеся определенными геологическими характеристиками (структура, литология) и физическими свойствами (плотность, пористость, удельное электрическое сопротивление, радиоактивность и др.), проявляющимися в геофизических полях, отличаются от геолого-геофизических характеристик негазонасыщенных участков, что подтверждает возможность применения комплекса геологических и геофизических методов для их прогноза.

Поэтому прогноз зон скопления метана на углегазовых месторождениях геолого-геофизическими методами является актуальной научно-практической задачей, решение которой позволит обоснованно планировать работы по дегазации и промышленному извлечению метана угленосных толщ.

Среди геофизических методов, которые прямо или косвенно отражают горно-геологические условия угольных месторождений, перспективны и доступны методы геофизических исследований скважин (ГИС), которые применяются практически на всех стадиях проведения

работ, задействуются в обязательном порядке во всех разведочных скважинах.

К настоящему времени накоплено значительное количество первичного фактического материала, полученного в результате проведения ГИС, и поэтому данные геофизических исследований скважин являются одними из наиболее массовых и доступных способов получения геологической информации.

Результатами исследований по оценке показателей выбросоопасности угольных пластов и вмещающих пород с помощью геофизических данных геологоразведочных скважин, проведенных в ИГТМ НАН Украины [1], было доказано существование связей, позволяющих вести надежный расчет газоносности по геофизическим параметрам, и показано, что наиболее перспективным направлением этих исследований является установление многомерных связей опорных значений газоносности угольных пластов и вмещающих пород с их геофизическими параметрами.

Полученные результаты послужили основой создания комплексной экспресс – методики прогноза зон скопления метана по геолого-геофизическим данным. Методика позволяет, используя геолого-геофизические данные, обосновать выбор песчаников-коллекторов, определить местоположение ловушек структурно-тектонического класса с применением метода тренд - анализа [2] и выделить участки потенциально благоприятные для скопления метана в углепородном массиве.

Для выделения зон, благоприятных для скопления метана, предложен показатель газонасыщенности – $G_{пг}$, который рассчитывается с помощью уравнения множественной регрессии в виде полинома второй степени без смешанных членов по геофизическим параметрам и в общем виде выглядит следующим образом [3]:

$$G_{пг} = a_0 + a_1x_1 + \ldots + a_nx_n + b_1(x_1)^2 + \ldots + b_n(x_n)^2, \qquad (1)$$

где: $G_{пг}$ – определяемое значение показателя газонасыщенности;

x_1, x_2 ... x_n – геофизические параметры: кажущихся сопротивлений: градиент – зонда (КС-ГЗ) – $\rho_{кгз}$, потенциал – зонда (КС-ПЗ) – $\rho_{кпз}$, естественного (ГК) – J_g и рассеянного (ГГК) гамма-излучения– J_{gg};

a_0, a_1 ... a_n, b_1 ... b_n – коэффициенты полинома уравнения регрессии.

Прогноз зон, благоприятных для скопления метана, с помощью предложенной комплексной экспресс – методики рассмотрено на примере участка № 2 шахты «Западно-Донбасская», расположенного в центральной части Павлоградско-Петропавловского геолого-промышленного района Донбасса.

В геологическом строении участка принимают участие нижнекарбоновые отложения (свиты C_1^3 и C_1^4). Литологический состав

свит характеризуется мелкой цикличностью и преобладанием в разрезе аргиллитов и алевролитов (до 75 %). Характерны невыдержанные песчаники, во многих местах замещенные аргиллитом или алевролитом. Средняя мощность их порядка 20-25 м. Для поля шахты «Западно-Донбасская» характерны малоамплитудные нарушения, нормальные и антитетические сбросы, складки облекания и приразломные складки.

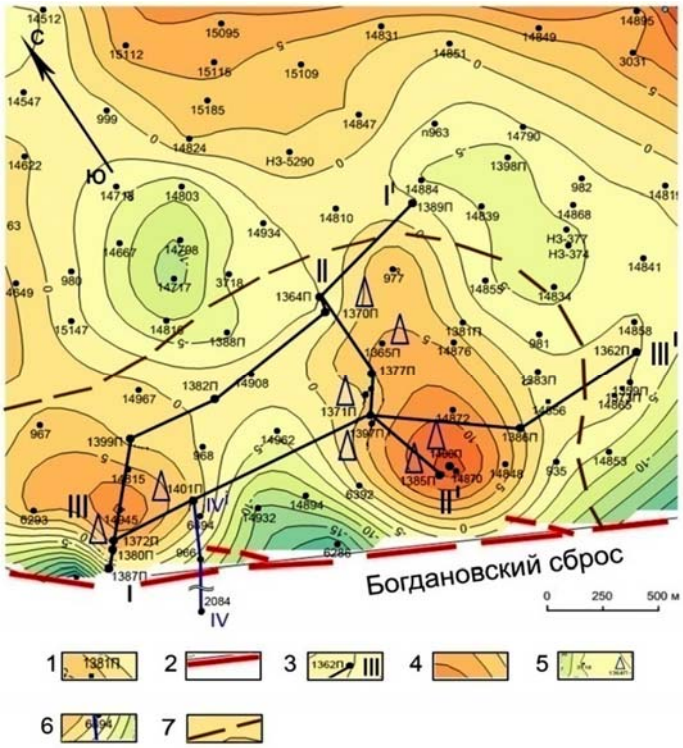
Пласты угля марки Д-Г. Природная газоносность вмещающих пород – до 2 $м^3$/т. Коэффициент абсолютной пористости песчаников составляет 15-20 %. Наибольшая величина метаноносности пород шахты в интервале глубин 300 – 500 м по данным керногазонаборников примерно составляет 1,1 $м^3$/т, максимальная – 2,4 $м^3$/т; угля – 12–15 $м^3$/т (достигает 25 $м^3$/т) [2].

Так как угольные пласты являются основным объектом изучения и по геологическим и геофизическим данным выделяются наиболее достоверно методом тренд-анализа, то по отметкам почвы угольного пласта $c_8^н$, залегающего в пределах участка № 2 шахты «Западно-Донбасская», построена карта локальных структур 2-го порядка (рисунок 1).

В области складки построены три геологических разреза по линиям $I\text{-}I^I$, $II\text{-}II^I$, $III\text{-}III^I$ (см. рисунок 1). Пример схематического геологического разреза по линии $I\text{-}I^I$ представлен на рисунке 2. На геологическом разрезе представлен интервал c_5–$c_8^в$ с основными угольными пластами c_5, $c_6^н$, $c_6^в$, $c_8^в$, $c_8^н$.

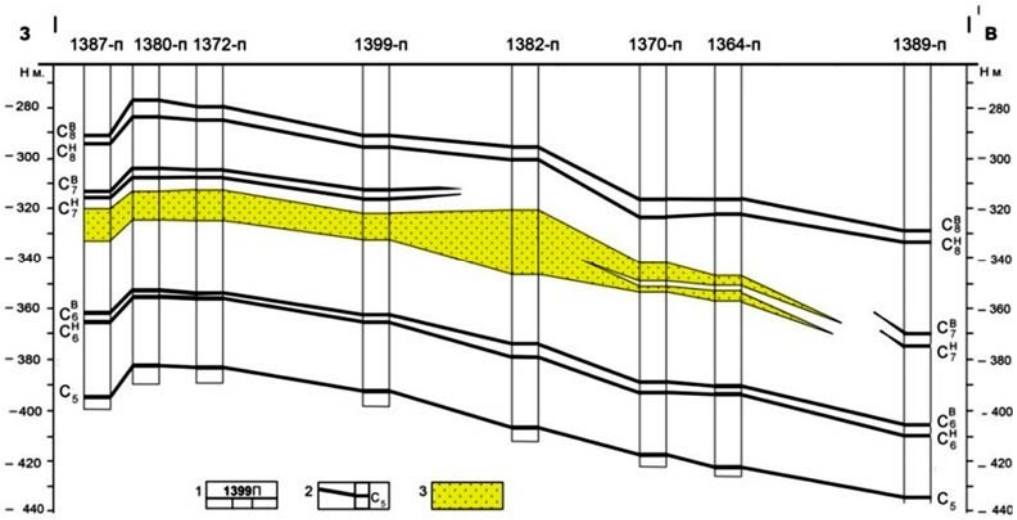
Для исследования выбран аллювиальный песчаник $c_6^вSc_8^н$, который является наиболее мощным и выдержанным, а, следовательно, и наиболее перспективным из всех песчаников участка. Пласт песчаника $c_6^вSc_8^н$ приурочен к средней части разреза. Максимальная мощность песчаника достигает 27 м. В южной части песчаник вытянут с юго-запада на северо-восток, в северной части — с юга на север. На западе, юго-западе и северо-востоке распространение песчаника совпадает с границами шахтного поля. В остальных направлениях он замещается аргиллитом или алевролитом.

Для расчета коэффициентов уравнения регрессии отобраны каротажные диаграммы в поисковом масштабе 1:200 для 15 скважин. Стандартный комплекс ГИС этих скважин включал следующие методы: кажущихся сопротивлений градиент – зондом (КС-ГЗ), потенциал – зондом (КС-ПЗ), естественного и рассеянного гамма-излучения (ГК и ГГК). Максимальная глубина геофизических исследований составляла 724 м (скв. 1307П), минимальная глубина – 322 м (скв. 1371П). Для определения коэффициентов уравнения выбраны «эталонные» скважины, в которых не наблюдалось притоков газа: скв. №№ 1382П, 1377П, 1362П, 1388П, 1373П. Для песчаника $c_6^вSc_8^н$, по каротажным диаграммам этих скважин, определены средние значения геофизических параметров: $\rho_{кпз}$, $\rho_{кгз}$, J_g, J_{gg}.



1 – скважина и её номер; 2 – тектоническое нарушение; 3 – линия геологического разреза; 4 – изолинии локальных структур; 5 – скважины с газовыделением; 6 – сейсмический профиль; 7 – контур распространения песчаника $c_6^{в}Sc_8^{н}$

Рисунок 1 – Карта локальных структур 2-го порядка угольного пласта $c_8^{н}$ и схема расположения скважин и профилей на участке № 2 шахты «Западно-Донбасская»



1 – скважина и ее номер; 2 – угольный пласт и его индекс; 3 – песчаник $c_6^{в}Sc_8^{н}$

Рисунок 2 – Схематический геологический разрез по линии I-I^{I} на участке № 2 шахты «Западно-Донбасская»

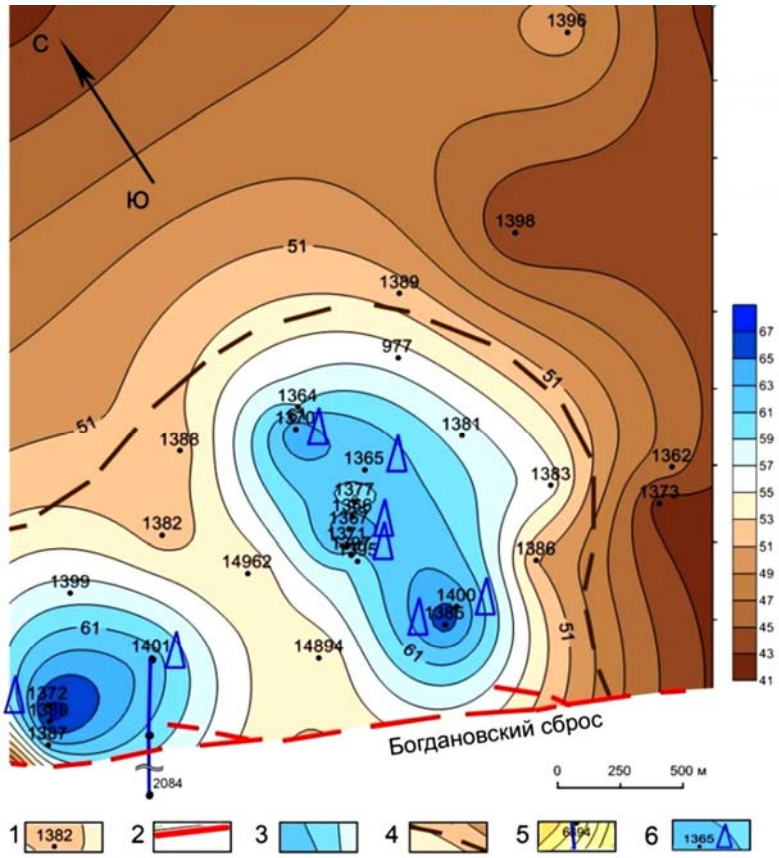
Для «эталонных» скважин принято критериальное значение показателя газонасыщенности $G_{пг}$ = 50,0 % (равновесное состояние

системы «вода-газ» в массиве) [4]. Если показатель газонасыщенности $G_{пг}$ < 50%, то участок характеризуется неблагоприятными условиями для скопления метана, а если – $G_{пг}$ > 50%, то – благоприятными.

В результате расчетов коэффициентов получено уравнение множественной регрессии в виде:

$$G_{пг} = 50{,}0 = 0{,}58 + 0{,}124 \cdot p_к^{гз} + 0{,}031 \cdot p_к^{пз} - 0{,}247 \cdot I_\gamma - 0{,}124 \cdot I_{\gamma\gamma} + 0{,}12 \cdot (p_к^{гз})^2 - 0{,}111 \cdot (p_к^{пз})^2 + 0{,}241 \cdot (I_\gamma)^2 + 0{,}211 \cdot (I_{\gamma\gamma})^2 \quad (2)$$

По полученному уравнению рассчитаны значения показателя газонасыщенности $G_{пг}$ для всех пластопересечений песчаника $c_6^{в}Sc_8^{н}$, по которым построена карта газонасыщенности песчаника (рисунок 3).



1 – скважина и её номер; 2 – тектонические нарушения; 3 – изолинии показателя $G_{пг}$; 4 – контур песчаника $c_6^{в}Sc_8^{н}$; 5 – сейсмический профиль; 6 – скважины с газовыделением

Рисунок 3 – Карта газонасыщенности $G_{пг}$ для песчаника $c_6^{в}Sc_8^{н}$ на участке № 2 «Западно-Донбасская»

Анализ карты газонасыщенности $G_{пг}$ показал:

- область повышенных значений показателя газонасыщенности $G_{пг}$ имеет вытянутую форму, расположена в центральной части рассматриваемого участка и совпадает с областью сводовой части

выделенной положительной локальной структуры с наибольшими отклонениями от аппроксимирующей поверхности.

- максимальное значение $G_{пг}$ составляет 65 %, минимальное – 43 %;

- в область повышенных значений $G_{пг}$ попадает ряд скважин, в которых в процессе бурения имело место выделение газа или самоизлив промывочной жидкости – скважины № 1380П, 1385П, 1370П, 1371П, 1364П;

- для «безгазовых» скважин, которые не использовались в расчете коэффициентов уравнения, значения рассчитанного показателя газонасыщенности $G_{пг}$ лежат в пределах 43-53 %. Это свидетельствует о правомерности применения предложенной методики для выделения перспективных зон скопления метана в одиночном пласте песчаника, которым является $c_6^{в}Sc_8^{н}$.

Для подтверждения полученных результатов были использованы материалы Приднепровской ГРЭ 3D сейсморазведки на участке № 2 шахты „Западно – Донбасская” [5]. Проведенные сейсморазведочные работы подтвердили, что наиболее перспективным является участок, расположенный в своде положительной локальной структуры, к которому приурочена зона трещиноватости, значительно повышающая проницаемость исследуемого песчаника.

Таким образом, на участке № 2 шахты «Западно-Донбасская» с помощью предлагаемой методики выделена область, благоприятная для скопления метана, которая располагается в пределах положительной локальной структуры, а наиболее перспективным коллектором является трещиноватый песчаник $c_6^{в}Sc_8^{н}$, в кровле которого залегает мощный известняк D_3, выполняющий роль экрана. Достоверность выделения перспективных зон скопления метана в одиночном пласте песчаника $c_6^{в}Sc_8^{н}$ на участке №2 шахты «Западно-Донбасская» подтверждается наличием «безгазовых» скважин в неблагоприятных зонах и сейсморазведочными данными Приднепровской ГРЭ по 3D сейсморазведке.

Использование первичного материала – каротажных диаграмм, полученных ранее на стадии разведки, и анализа малоамплитудной складчатости, позволяет снизить себестоимость работ, направленных на поиск перспективных зон скопления метана и оптимизировать точки заложения скважин для добычи метана при подготовке участков к промышленному освоению.

Данная методика прогноза зон скопления метана геолого-геофизическими методами рекомендуется для применения не только в условиях Донбасса, но и на углегазовых месторождениях Казахстана, России и других государств.

Литература

1 Булат А.Ф. Геологические основы и методы прогноза выбросоопасности угля, пород и газа / А.Ф. Булат, В.В. Лукинов, Л.И. Пимоненко [и др.]. – Днепропетровск: Монолит, 2012. – 336 с.

2 Лукинов В.В. Тектоника метаноугольных месторождений Донбасса / В.В. Лукинов, Л.И. Пимоненко. – К.: Наукова думка, 2008. – 352 с.

3 Гончаренко В.А. Разработка математических моделей для оценки показателей горно-геологических условий углепородного массива / В.А. Гончаренко // Науковий вісник національного гірничого університету. – 2007. – № 4. – С. 73–76.

4 Булат А.Ф. Система вода-газ в массиве горных пород Донбасса / А.Ф.Булат, К.А. Безручко. – К.: Наукова думка, 2015. – 189 с.

5 Использование 3D сейсморазведки с целью поисков ловушек угольного метана в условиях Донбасса / Н.Н. Постникова, Г.Б. Сергий // Материалы международной конференции «Сейсмо-2010» (Курортное 16-22 сентября 2010 г.). – Курортное: УкрГГРИ, 2010. – С. 93–99.

References

1 Bulat A.F. Geologicheskie osnovy i metody prognoza vybrosoopasnosti uglya, porod i gaza / A.F. Bulat, V.V. Lukinov, L.I. Pimonenko [i dr.]. – Dnepropetrovsk: Monolit, 2012. – 336 s.

2 Lukinov V.V. Tektonika metanougol'nyh mestorozhdenij Donbassa / V.V. Lukinov, L.I. Pimonenko. – K.: Naukova dumka, 2008. – 352 s.

3 Goncharenko V.A. Razrabotka matematicheskih modelej dlya ocenki pokazatelej gorno-geologicheskih uslovij ugleporodnogo massiva / V.A. Goncharenko // Naukovij visnik nacional'nogo girnichogo universitetu. – 2007. – № 4. – S. 73–76.

4 Bulat A.F. Sistema voda-gaz v massive gornyh porod Donbassa / A.F.Bulat, K.A. Bezruchko. – K.: Naukova dumka, 2015. – 189 s.

5 Ispol'zovanie 3D sejsmorazvedki s cel'yu poiskov lovushek ugol'nogo metana v usloviyah Donbassa / N.N. Postnikova, G.B. Sergij // Materialy mezhdunarodnoj konferencii «Sejsmo-2010» (Kurortnoe 16-22 sentyabrya 2010 g.). – Kurortnoe: UkrGGRI, 2010. – S. 93–99.

UDK 553.981.4.001.18:550.832

Summary

Каргаполов А.А.
(Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины, г. Днепропетровск, Украина)

PROGNOSIS FOR AREAS ACCUMULATION OF METHANE COAL AND GAS DEPOSITS DONBASU GEOLOGICAL - GEOPHYSICAL METHODS

The article shows the application of the express - method for predicting the methane accumulation zone at the Donbass Coal and Gas fields by geological - geophysical methods. The technique is based on the geological method selection of local structures (trend - analysis) and the results of well logging. Prediction zones favorable for the accumulation of methane using the proposed integrated express - technique, considered with use example plot number 2 mine "West Donbass".

Keywords: methane, sandstone, trend-analysis, geophysical research of mining holes.

УДК 622. 862.3: 004.42

Шевченко В.Г.[1], Слащёв А.И.[1], Яланский Алекс.А.[2]
([1]ИГТМ НАН Украины, [2]Государственное ВУЗ «НГУ», г. Днепропетровск)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В ЗАДАЧАХ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Аннотация

Представлены результаты исследований по разработке интеллектуальных алгоритмов нечеткой логики для системы обеспечения безопасности горных работ. Для предупреждения аварийных ситуаций, вызванных потерей равновесия геотехнической системы в обстановке неопределенности поведения породного массива, разработан фаззи-контроллер. Обоснованы методы фаззификации, инференции и дефаззификации данных. Моделирование разработанных алгоритмов и лингвистических правил в Matlab показало их работоспособность и статическую устойчивость. Выходной сигнал фаззи-контроллера может быть использован как информационный для оценки степени опасности геотехнической системы и предупреждения возможных аварийных ситуаций.

Ключевые слова: *геотехническая система, безопасность труда, информационные технологии, интеллектуальные алгоритмы, нечеткая логика.*

Keywords*: geotechnical system, job safety, information technology, intelligent algorithms, fuzzy logic.*

Возможность технической реализации систем управления, воплощающих интеллектуальные методы и алгоритмы, появилась в связи с интенсивным развитием вычислительной техники и микропроцессорных средств. В частности, быстро развиваются и внедряются системы управления, основанные на методах нечеткой логики [1, 2], которые являются одними из самых результативных для практического применения. Такие системы фаззи-управления (fuzzy – англ. нечеткий, размытый) особенно полезны тогда, когда процессы в управляемой (или контролируемой) системе слишком сложны для анализа с помощью традиционных количественных методов, или когда поступающие информативные параметры не могут быть интерпретированы точно по причине неопределенности поведения исследуемой системы. К таким системам, безусловно, относятся и геотехнические системы, контроль которых, в целях безопасности ведения горных работ, проводится в обстановке частичной неопределенности поведения породного массива под нагрузкой, неравномерности и хаотичности распределения в пространстве свойств и структурных особенностей горных пород, многообразности работы средств крепления выработок и других плохо предсказуемых факторов. Поэтому построение в дополнение к уже существующим системам безопасности новых интеллектуальных систем актуальна и востребована на производстве [3].

В ИГТМ НАНУ ведутся работы по разработке системы обеспечения безопасности горных работ по геомеханическому фактору [4, 5] в которой реализуются интеллектуальные алгоритмы анализа критериев оценки состояния породного массива и горных выработок с привлечением геомеханических моделей и методов оценки сценариев развития ситуаций. Для анализа поступающих данных состояния горных пород и выработок, а также формирования своевременной реакции на изменения параметров геотехнической системы «крепь-массив» применены методы нечеткой логики.

Поддержание равновесного состояния объекта управления предусматривает контроль величин отклонения параметров системы от точки равновесия и скорости изменения этого отклонения. На базе этих данных вырабатываются управляющие воздействия и сигналы предупреждения персонала. При поступлении сигнала на пульт диспетчера или на вход автоматизированной системы управления объектом вырабатывается рекомендация к применению технических и технологических мероприятий, способствующих нормализации работы системы.

Для двухкоординатного фаззи-контроллера предложено использовать входные параметры «Отклонение» (Del) и «Производная отклонения» (dDel/dt) (рисунок 1). Для получения значения производной в структуру фаззи-контроллера введено дифференцирующее звено. На выходе контроллера («Output») формируется управляющий сигнал, который является одним из совокупности критериев контроля в системе обеспечения оценки состояния геологической среды, включающей горные выработки и средства их поддержания. Он также может быть использован как корректирующий к управляющим сигналам, генерируемым классическими системами управления. Например, сигнал фаззи-контроллера может быть применен для непосредственной коррекции величины задания скорости проходки для горного комбайна с целью предупреждения вывалов горных пород и других опасных проявлений горного давления.

В процессе функционирования фаззи-контроллера выполняются фаззификация (перевод точных значений входных сигналов в значение логико-лингвистических переменных), инференция (формирование экспертами правил и их преобразование в закон управления) и дефаззификация (преобразование нечеткого множества в четкое число). Закон управления может быть реализован программно-техническими средствами, если система настроена на выработку и передачу сигналов опасности, а также инициализацию создания руководящих инструкций, регламентирующих выполнение технических мероприятий.

Во время фаззификации определяются значения всех функций принадлежности для текущих входных значений аргументов отклонения и производной отклонения. Для принятого распределения интервалов

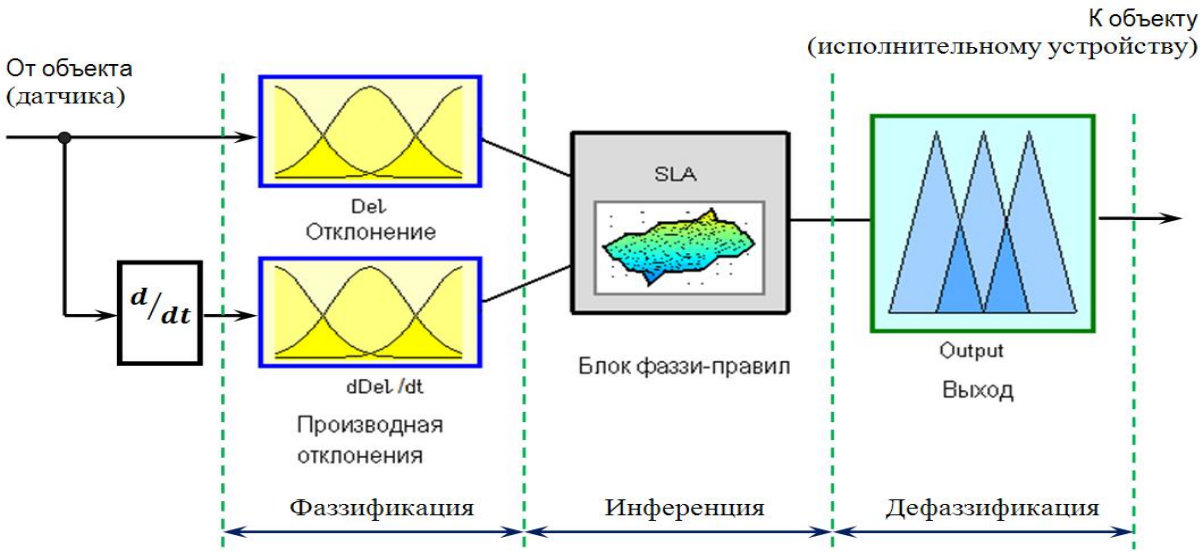


Рисунок 1 – Схема обработки сигнала в фаззи-контроллере

и треугольных функций принадлежности в любой момент времени в операционной зоне только лишь для двух функций их значения будут отличаться от нуля и единицы (рисунок 2). В общем случае интегральное значение всех функций принадлежности по одной входной переменной, независимо от текущего значения аргумента, равно единице, что является одним из преимуществ и, в данном случае, обусловило применение именно треугольных функций активации.

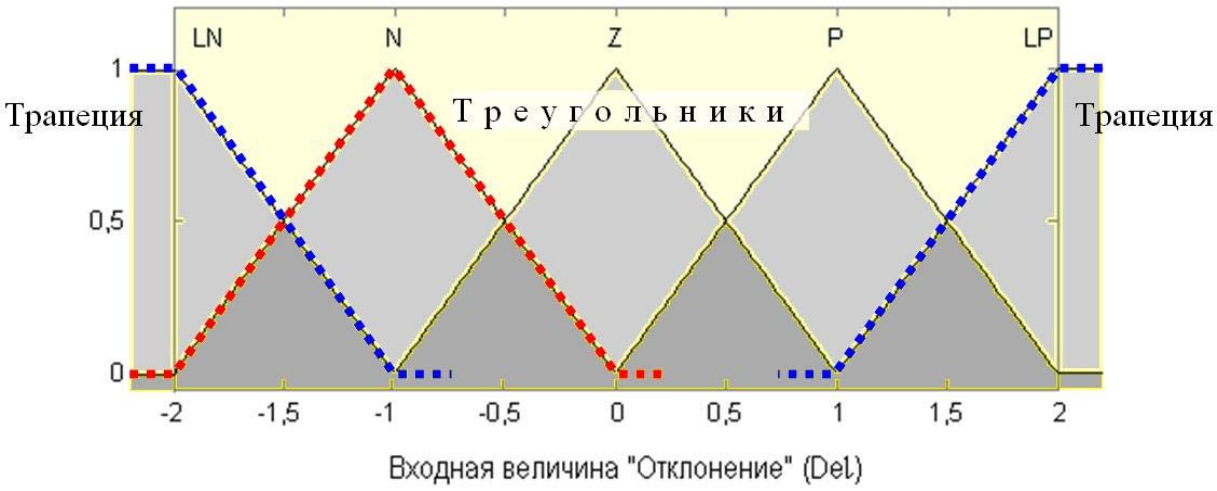


Рисунок 2 – Функции принадлежности для входных величин

Для каждой из входных переменных ось абсцисс в пределах операционной зоны разбита на пять интервалов, условно обозначенных согласно устоявшейся терминологии: «LN» или «Large Negative» – большое отрицательное значение аргумента, «N» или «Negative» – отрицательное значение аргумента, «Z» или «Zero» – нулевое значение аргумента, «P» или «Positive» – положительное значение, «LP» или «Large Positive» – большое положительное значение аргумента. В

результате фаззификации имеем, в общем случае, четыре ненулевых значения функций принадлежности (по два значения по каждой из двух входных осей), которые должны быть обработаны с использованием математического аппарата нечеткой логики.

В блоке инференции разработанного фаззи-контроллера для предупреждения аварийных ситуаций, вызванных потерей равновесия геотехнической системы, реализованы следующие методы обработки входных сигналов:

- метод логического умножения (пересечение нечётких-множеств)

$$\mu_{A_1 \cap A_2}(x) = \min\{\mu_{A_1}(x), \mu_{A_2}(x)\}, \quad (1)$$

где A, A_1, A_2 – нечеткие множества, $\mu_A(x)$ – степень принадлежности величины x нечеткому множеству A;

- метод логического сложения (объединение нечётких-множеств)

$$\mu_{A_1 \cup A_2}(x) = \max\{\mu_{A_1}(x), \mu_{A_2}(x)\}; \quad (2)$$

- метод агрегации (объединение по принадлежности правилу)

$$\{E_{k,i}(x_k)\}¿, \text{ при } i \subset \{1, \dots, n\}, \quad (3)$$

где $E_i(x)$ – степень принадлежности, с которой элементарное выражение «*Если*» - части каждого активного фаззи-правила является истинным, причем $i \in \{1, \dots, n\}$ – порядковый номер фаззи-правила, общим числом n, а m – общее количество элементарных выражений для одного правила;

- метод импликации

$$\mu_{B_i^*}(c) = \min\{E_i(x), \mu_{B_i}(c)\} \quad (4)$$

где B_i – определяемое при импликации фаззи-множество для каждого i-го правила, в зависимости от степени принадлежности $E_i(x)$, с которой оно выполняется;

- метод дефаззификации (гравитационный)

$$X_S = \frac{\int c \cdot \mu(c) dc}{\int \mu(c) dc}, \quad (5)$$

где X_S – проекция центра масс функции принадлежности выходной величины на ось абсцисс.

Лингвистические правила функционирования контроллера формулируются экспертом на основе его знаний и навыков управления

объектом. Для фаззи-контроллера предупреждения аварийных ситуаций, вызванных потерей равновесного состояния геотехнической системы «крепь-породный массив», предложены следующие правила генерации компенсирующего воздействия:

- если «Отклонение» быстро увеличивается

$$If\ (Del\ is\ LP)\ and\ ((dDel/dt)\ is\ LP)\ then\ (Output\ \ is\ LN); \quad (6)$$

- если «Отклонение» большое отрицательное, и оно увеличивается

$$If\ (Del\ is\ LN)\ and\ ((dDel/dt)\ is\ LN)\ then\ (Output\ \ is\ LP); \quad (7)$$

- если «Отклонение» большое положительное, а «Производная отклонения» большая отрицательная

$$If\ (Del\ is\ LP)\ and\ ((dDel/dt)\ is\ LN)\ then\ (Output\ \ is\ Z); \quad (8)$$

- если «Отклонение» положительное и «Производная отклонения» также положительная

$$If\ (Del\ is\ P)\ and\ ((dDel/dt)\ is\ P)\ then\ (Output\ \ is\ N); \quad (9)$$

- если «Отклонение» отрицательное и «Производная отклонения» также отрицательная

$$If\ (Del\ is\ N)\ and\ ((dDel/dt)\ is\ N)\ then\ (Output\ \ is\ P). \quad (10)$$

При некоторых условиях предлагается использовать по два правила, исполняющихся с весовыми коэффициентами 0,5. Так, если величина «Отклонение» является большой положительной (LP), а скорость является положительной (P), т.е. отклонение увеличивается, хотя и не слишком быстро, выходной сигнал контроллера вычисляется как результат композиции двух правил, формирующих большое отрицательное (LN) и отрицательное (N) значения корректирующего воздействия:

$$\begin{gathered} If\ (Del\ is\ LP)\ and\ ((dDel/dt)\ is\ P)\ then\ (Output\ is\ LN),\ k=0{,}5; \\ If\ (Del\ is\ LP)\ and\ ((dDel/dt)\ is\ P)\ then\ (Output\ is\ N),\ k=0{,}5 \end{gathered}, \quad (11)$$

где *k* – весовой коэффициент для правила (сумма весовых коэффициентов для всех правил в пределах одной ячейки таблицы сформулированных нами правил составляет единицу, таблица 1).

Для отсева ложных значений из числа многих входных параметров контролируемой системы имеет смысл поочередно выявлять

взаимозависимые и наиболее изменяющиеся параметры путем автоматизированной статистической обработки последовательно по два массива контролируемых параметра. Для этого рационально использовать способ [6], основанный на сравнении величины изменения исследуемого параметра x за время шага выборки Δt с максимальным значением модуля темпа изменения параметра V_{max}. Значение x_i параметра считается истинным, если выполняются условия

$$\begin{cases} x_{\min} \le x_1 \le x_{\max} \\ \left|\dfrac{x_i - x_{i-1}}{\Delta t}\right| \le \left|\dfrac{dx}{dt}\right| = V_{\max} \end{cases}, \qquad (12)$$

где x_{min} и x_{max} - минимально и максимально возможные значения параметра; x_i - значение параметра x в момент времени t_i , $i=1\ldots n$; n - объем выборки.

Таблица 1 – Лингвистические правила предложенного контроллера

Входные координаты и диапазоны разбиения		Входная величина «Отклонение» (Del)				
		L	**N**	**Z**	**P**	**LP**
Входная величина «Производная отклонения» (dDel/dt)	**LN**	LP	0,5 LP 0,5 P	P	0,5 P 0,5 Z	Z
	N	0,5 LP 0,5 P	P	0,5 P 0,5 Z	Z	0,5 Z 0,5 N
	Z	P	0,5 P 0,5 Z	Z	0,5 Z 0,5 N	N
	P	0,5 P 0,5 Z	Z	0,5 Z 0,5 N	N	0,5 N 0,5 LN
	LP	Z	0,5 Z 0,5 N	N	0,5 N 0,5 LN	LN

Ложные значения параметра не удовлетворяющие условию (11) заменяются аппроксимирующим значением

$$x_i = x_{i-1} \pm V_{\max} \cdot \Delta t \ . \qquad (12)$$

После отсева информативные параметры используются в дальнейшем для критериальной оценки устойчивости системы или объекта.

Для проверки эффективности использованных решений в программной оболочке Simulink матричной лаборатории Matlab разработана программная модель предложенной системы и выполнено моделирование ее работы с решением задачи Коши методом Рунге-Кутта 4-го порядка (рисунок 3). Объект управления был представлен апериодическим и колебательным звеньями с различными значениями

коэффициентов пропорциональной части и постоянных времени в слагаемых, содержащих в качестве множителя оператор Лапласа. Установлено, что во всех случаях применение фаззи-контроллера улучшило качество управления: в частности, уменьшилось перерегулирование при запуске системы и при ударном наброске нагрузки, улучшилась статическая устойчивость системы, что, в свою очередь, уменьшает вероятность аварии, вызванной внезапной потерей устойчивости объекта управления.

Сравнение максимальных амплитуд показало низкую величину перерегулирования, что в геотехнических системах можно оценить положительно, так как потеря устойчивости в результате роста динамических нагрузок может привести не только к поломкам и разрушению самой системы, но и к человеческим жертвам. Время запаздывания реакции управляющей системы на внешние воздействия и изменения нагрузки уменьшается. Это стало возможным благодаря учету не просто уровня отклонения выходной величины от заданной, а контролю скорости изменения этого отклонения, в том числе и тогда, когда абсолютная величина самого отклонения по модулю незначительна или равна нулю, то есть не является признаком предаварийной ситуации или признаком начала процесса потери устойчивости геотехнической системы.

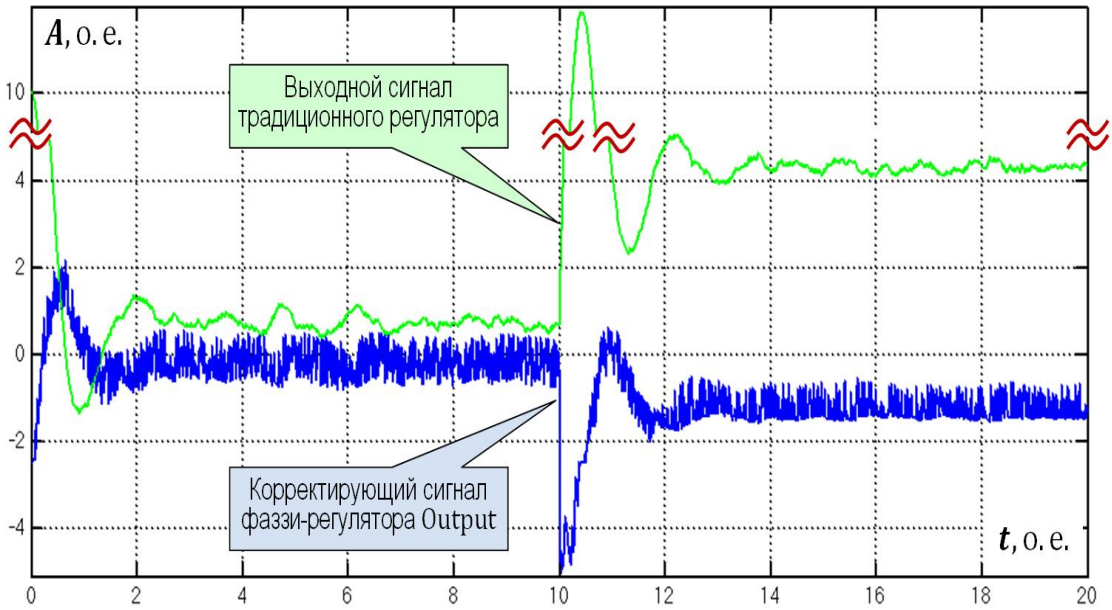


Рисунок 3 – Моделирование работы фаззи-контроллера

Выходной сигнал разработанного фаззи-контроллера используется как информационный для критериальной оценки степени опасности геотехнической системы и предупреждения возможных аварийных ситуаций, что обеспечит повышение безопасности и производительности труда шахтеров.

Литература

1 Zadeh L.A. et al. (1996), *Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, Fuzzy Systems*, World Scientific Press, ISBN 9810224214.

2 Robert V. Demicco (ed.) and George, J.Klir (ed.) (2003), Fuzzy Logic in Geology 1st Edition, Academic Press, ISBN 9780080521893.

3 Шевченко В.Г. Моделирование подсистем управления процессом добычи угля в условиях нечеткой информации / В.Г. Шевченко // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр./ ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск. – 2009. - Вып. 82. - С. 130-144.

4 Шевченко В.Г. Разработка схем и алгоритма функционирования информационного комплекса управления персоналом на урановых шахтах / В.Г. Шевченко, А.И. Слащев // Геотехническая механика. – Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 2014. – Вып. 117. – С. 128-140.

5 Слащёв А.И. Разработка мобильной технологии управления персоналом на предприятиях горного профиля / А.И. Слащёв // Геотехническая механика. – Днепропетровск, 2011. – Вып. 95. – С. 142-149.

6 Яланский А.А. Методы и средства автоматического контроля системы “крепь–породный массив” при проведении горных выработок: дис…. канд. техн. наук: 05.13.07 / А.А. Яланский. – Днепропетровск: НГУ, 2002. – 285 с.

References

1 Zadeh L.A. et al. (1996), *Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, Fuzzy Systems*, World Scientific Press, ISBN 9810224214.

2 Robert V.Demicco (ed.) and George, J.Klir (ed.) (2003), Fuzzy Logic in Geology 1st Edition, Academic Press, ISBN 9780080521893.

3 Shevchenko V.G. (2009), “Simulation of control subsystems by coal minings process in conditions of the indistinct information”, *Geotekhnicheskaya Mekhanika* [Geo-Technical Mechanics], no. 82. - P. 130-144, UA.

4 Shevchenko, V.G. and Slashchov, A.I. (2014), “Development of schemes and algorithms of functioning information complex personnel management for uranium mines”, *Geotekhnicheskaya Mekhanika* [Geo-Technical Mechanics], no. 117, pp. 128-140, UA.

5 Slashchov, A.I. (2011), “Development of mobile technology for personnel management at enterprises in the mining”, *Geotekhnicheskaya Mekhanika* [Geo-Technical Mechanics], no. 95. - P. 142-149, UA.

6 Yalansky, A.A. (2002), Methods and Means of the System “Support-Rock Massif” Automation Control under the Conditions of Mining, Abstract of Ph.D. dissertation, Technological Processes Automation, National Mining University, Dnepropetrovsk, UA.

UDC: 622.862.3:004.42

Sammary

Shevchenko VG , Slashchov A.I ., Yalansky Aleks.A.
(IGTM NAS Ukraine, State "NSU" university, Dnepropetrovsk)

APPLICATION OF FUZZY LOGIC IN PROBLEMS RISK ASSESSMENT OF GEOTECHNICAL SYSTEMS

The article presents results of study of intelligent fuzzy logic algorithms developed for ensuring safety of the mining operations. In order to prevent emergency situations caused

by the lost geotechnical system stability due to the uncertain behavior of the rock mass, a new fuzzy controller was designed.

Methods of fuzziness, inference and de-fuzziness were validate for the data processing. Modeling of algorithms and linguistic rules designed by the Matlab has proved their operability and static stability.

Output signal of the fuzzy controller can be used as information for estimating risk for the geotechnical systems and preventing possible emergency situations.

Keywords: geotechnical system, job safety, information technology, intelligent algorithms, fuzzy logic.

УДК 622.271.621.879.22

Букейханов Д.Г., Букейханова С.С., Куандыков А.А.
(Институт горного дела им. Д. А. Кунаева, г. Алматы)

ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЛОЖНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В САПР ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ

Аннотация

В статье рассмотрены принципы создания программного обеспечения (САПР) сложной динамической системы при разработке глубоких карьеров с помощью итеративно-инкрементный подхода.

***Ключевые слова**: ТЭО кондиций, ТЗ, промышленная разработка, проектирование, итерация, граф, отвалообразование,моделирование, вскрыша.*

***Түйін сөздер:** ТЭН кондициясы, ТТ, өнеркәсіпті өңдеу, жобалау, итерациясы, граф, үйінділеу, модельдеу, аршу.*

***Keywords:** Conditions feasibility study, technical task, industrial development, design, iteration, graph, dumping, modeling, overburden.*

В последней четверти XX-века получили интенсивное развитие математические методы исследования операций. В этот период были созданы оптимизационные экономико-математические методы линейного, целочисленного, стохастического, сепарабельного, квадратичного и динамического программирования, а также градиентные метод и т.п., а также целый ряд интегрированных горно-геологических систем, таких как Datamine, Lynx, MineScape, Gemcom, Surpac, Geostat, GDM, Micromine, Galena, Vulcan, MineSight, Ventsim, VnetPS, RungeMining, Geoblock и других. Разработанные системы и методы внесли огромный вклад в теорию и практику математического моделирования, и алгоритмизацию вычислительных процессов в области недропользования. Вместе с тем, они оказались не пригодными для решения проблем больших и сложных динамических систем, к которым относятся системы автоматизированного проектирования карьеров, рудников и шахт [1-7].

Язык графического моделирования – UnifiedModelingLanguage(UML), удовлетворяющий промышленным стандартам США, объединил лучшие современные технические приемы разработки программных средств больших и сложных динамических систем. Эта стандартная методология вместе с другими разработками, в том числе:Object Modeling Technique (OMT),Object Oriented Software Engineering(OOSE), Unified Process(UP) и Rational Unified Process(RUP), а также Computer – Aided Software Engineering (CASE),открыли новые возможности для постановки и комплексного решения проблем создания системы автоматизированного проектирования горных предприятий [7,10-14].

Проблема создания системы автоматизированного проектирования глубоких карьеров как целостной и целенаправленной организационно технической системы обеспечивающей переработку исходной информации в выходные проектные документы, которые необходимы и достаточны для строительства спроектированного карьера и его эффективной эксплуатации находится в центре внимания современных ученых и проектировщиков. Создание программного обеспечения сложной динамической системы формируется путем построения потоков и процессов жизненного цикла (lifecycle) разработки программного обеспечения, которые представляют собой упорядоченный набор видов деятельности, осуществляемых и управляемых в рамках точно определенной хронологической последовательности действий.

Итеративно-инкрементный подход состоит в том, что проект разбивается на несколько последовательных итерационных мини-каскадных частей, каждая из которых представляет собой полный мини-каскадный цикл. При этом каждая итерация имеет свою конкретную цель и создает базовую версию системы, которая включает все элементы разработки, и рассмотрения наборов утвержденных артефактов, сгенерированных на данной итерации. Конечным результатом итерации должна быть работающая система, которую можно запускать, тестировать и отлаживать. Таким образом, каждая итерация представляет собой частично завершенную версию целевой системы и документацию проекта. Каждая базовая версия итерации: представляет базу для дальнейшего рассмотрения и разработки и может изменяться только через формальные процедуры управления конфигурацией и изменениями [7-13].

Процесс продолжается до тех пор, пока не будет создана окончательная и полная версия системы. Разница между двумя смежными версиям, получаемыми при итерационном процессе, называется итеративным инкрементом. Итеративный процесс соотносится (коррелируются) со стадиями моделирования и его фазами «исследование», «уточнение плана», «построение» и «развертывание» и включают в себя от одной до нескольких итераций. В каждой итерации в UP (RUP) на жизненном цикле разработки программного обеспечении выполняются шесть рабочих потоков: моделирование производственных и бизнес процессов; сбор, анализ, структурирование и управление требованиями и их реализация в архитектуре системы; анализ и проектирование системы; построения программного обеспечения, их тестирование и реализация, а также распространение. Существует несколько подходов при описании итеративно - поступательного процесса описанных в работе [9,12]. Это спиральная модель, унифицированный процесс, архитектура, управляемая моделями (MDA), ускоренный процесс разработки и аспектно-ориентированная разработка программного обеспечения.

Широкое распространение на практике получил итеративно-поступательный (incremental) подход, когда итеративный (iterative) процесс включает управление потоком исполняемых версий системы, а пошаговый процесс – непрерывную интеграцию системной архитектуры в целях выпуска версий, когда каждая последующая усовершенствована по сравнению с предыдущей. При этом новые детали добавляются в проект после каждой итерации. Процесс, являющейся итеративным и пошаговым, называется процессом с управляемым риском (risk-driven), поскольку при выпуске каждой новой версии (релиза) серьезное внимание уделяется выявлению факторов, представляющих наибольший риск для проекта в целом, и сведение их к минимуму. Итеративно пошаговый процесс можно описать посредством разных методов и моделей, к которым можно отнести: спиральные модели, модели унифицированного процесса, архитектуры управляемые моделями, модели ускоренной разработки и аспектно-ориентированных разработок. Спиральная модель (spiral model) включает все элементы обычного проекта по разработке проекта большой и сложной динамической системы, которые начинаются с планирования и далее анализа и проектирования, построения, интеграции, разработки программного является базовой моделью для всех итеративных процессов создания, программных продуктов, тестирования и подготовки базовой версии. В целом, такой итеративно-инкрементный процесс приводит к желаемому результату – создания программного обеспечения больших и сложных динамических систем [13-16].

Этот процесс определяет деятельность, направленную на разработку программных продуктов системы, которая включает процессы определения функциональных и общесистемных требований (сбор, обработку и формирование), а также уточнение и структурирование требований и их реализации в программном обеспечении с учетом анализа рисков и их оценки с принятием решений заказчиком и другими заинтересованными субъектами (экторами). Хотя в каждой итерации могут присутствовать все рабочие потоки жизненного цикла, в зависимости от местоположения итерации в жизненном цикле проекта внимание может быть акцентировано на каком-либо одном рабочем потоке. Кроме того, допускается, что в рабочем потоке могут присутствовать и другие потоки такие, как например, планирование и разработка календарного плана, всевозможные оценки осуществимости проекта с учетом всех требований и рисков и т.п. Еще одной важной особенностью итерационных технологий является возможность отдельные итерации расположить параллельно, что позволяет достичь полного понимания характера зависимостей между артефактами каждой итерации основанных на архитектуре и моделировании при более и тщательного подхода к разработке программного обеспечения (рисунок 1).

При выполнении «Проектов промышленной разработки месторождений твердых полезных ископаемых » план итерации может иметь следующий вид.

Предварительная итерация. Изучение ТЗ, Геологического отчета с протоколом об утверждении запасов, Гидрогеологический и Инженерно-геологический отчеты, функциональные и обще-системные требования к системе, цели и подцели, а также решения представленные в ТЭО кондиций, в ТЭО инвестиций и ТЭО промышленной разработки месторождения, а также в Регламенте на проектирование данной системы и Целевых НИР с комплектами соответствующих графических материалов и основных результатов содержащихся в них; осуществимости поставленных целей и задач, сроков их выполнения с учетом запланированных на разработку ресурсов; оценка возможных рисков.

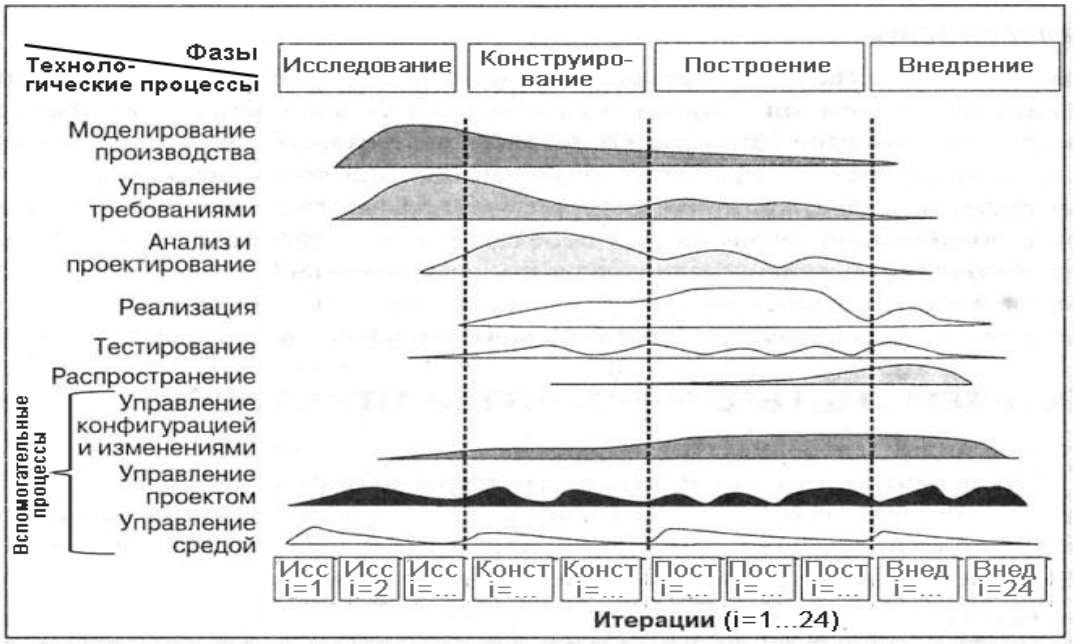


Рисунок 1 – Жизненный цикл создания программного продукта сложной динамической системы

1-я итерация: Разработка (адаптация) и уточнение работоспособности математический модели месторождения и карьера при горно-геометрическом анализе данного месторождения и обеспечения автоматизированных расчетов и моделирования технологий горно-геологической и графической информацией, построения элементов отдельных горных выработок, промежуточных положений и границ карьерных полей, автоматизированного подсчета объемов горной массыотдельных видов и сортов руд в карьер, в рабочих блоках и их технологических зонах. Моделирования параметров технологических комплексов в технологических потоках при анализе и проектировании глубоких железорудных карьеров. Оценка требований к

точности и надежности подсчета объемов руд и их качественных характеристик, а также моделей процессов горных работ при открытой разработке железорудных месторождений.

2-я итерация: Обосновывается методика расчета граничного коэффициента вскрыши и определяется его значение, которое сравнивается со средним, контурным, первоначальным плюс текущим либо усредненным эксплуатационным коэффициентами вскрыши. Далее с учетом выбранных принципов выполняется горно-геометрический анализ месторождения и устанавливается варианты границ карьерного поля, из числа которых выбираются альтернативные варианты для дальнейшего рассмотрения. Определяются главные параметры выбранных вариантов карьерных полей и формируется базовая версия второй итерации.

3-я итерация: В каждом рассматриваемом альтернативном варианте границ карьерного поля с учетом гидрогеологических и инженерно-геологических данных, а также геологических материалов с литологией, стратиграфией, тектоникой и т.п. и другими материалами пред проектных работ выбираются принципы и методы расчета устойчивости откосов уступов и бортов карьера. Для принятых для дальнейшего рассмотрения альтернативных вариантов карьерных полей ставятся и решаются задачи выбора карьерных грузопотоков и системы вскрытия карьерного поля. Определяются (уточняются) главные параметры карьерного поля, а также технико-экономических показателей разработки по рассматриваемым альтернативным вариантам и формирование базовой версии третей итерации.

4-я итерация: Для выделенных альтернативных вариантов границ карьерных полей выбирается система вскрытия карьерного поля, которая предусматривает проведение горных выработок (траншей и дорог) с дневной поверхности (от места ввода или нескольких мест ввода) до конечной глубины карьерного поля (дна карьера) и расположения в них системы транспортных коммуникаций. Рациональная система вскрытия карьерного поля может быть с внешними, внутренними или внешними и внутренними траншеями. При этом строится ориентированный граф многовариантности граф G(N,L) (L - множество дуг, N - множество вершин). Вершины графа являются образами реальных пунктов или перекрестков, являющихся границей двух и более смежных участков транспортной сети. В качестве таковых могут быть забой и вскрывающие выработки, перегрузочные пункты, отвалы, склады, обогатительные фабрики, место ввода трасс в карьер.

Для такой транспортной сети все пункты сосредоточения и рассредоточения грузов и транспортных средств могут помещаться только в вершинах транспортной сети, а перемощения грузов и движение транспортных средств возможно только по дугам в соответствии с их направлением. Для каждой дуги сети заданы функции, выражающие затраты на единицу потока горной массы. Если данный

груз не может перевозиться по какой-либо дуге, то стоимость его перевозки полагается равной достаточно большому положительному числу. Тогда задача оптимизации грузопотоков и схемы вскрытия состоит в поиске такой транспортной сети карьера из всех возможных вариантов, которая при минимуме затрат обеспечила бы плановые перевозки горной массы. При этом, данная задача является динамической многопродуктовой транспортной задачей на сети.

Решение находится в результате итеративного процесса путем расчета статистических сечений эвристическими методами в сочетании со всевозможными эвристическими приемами, декомпозиции и итеративного программирования. В результате решения данной задачи для каждого рассматриваемого альтернативного варианта определяется система вскрытия карьерного поля. При этом не конкурентоспособные варианты из дальнейшего рассмотрения исключаются. Для каждого оставленного для дальнейшего рассмотрения альтернативного варианта определяются главные параметры, технико-экономические показатели с системой вскрытия карьерного поля, которые формируют базовую версию.

5-я итерация. В соответствии с информацией из ТЗ и предпроектных работ по выбранным для рассмотрения альтернативным вариантам карьерных полей и с учетом рассмотренного на 4-й итерации системы их вскрытия, а также проработок выполненных на предпроектных стадиях по установлению направления, режим и календарных планов, а также технологии и комплексной механизации основных и вспомогательных процессов и учитывая конфигурацию карьерного поля и глубину горных работ выбирается и моделируется как предварительный вариант система разработки карьерного поля. При этом, учитывается конфигурация и форма всех рассматриваемых альтернативных вариантов карьерного поля уточняется принятая предварительно выбранной высоты уступов устанавливается система разработки и её параметры, а также уточняются схемы подготовки новых горизонтов. Для каждого оставленного для дальнейшего рассмотрения альтернативного варианта в процессе 5-ой итерации определяются главные параметры, технико-экономические показатели с системой вскрытия карьерного поля и системой разработки, которые формируют базовую версию пятой итерации.

6-я итерация. В соответствии с решениями принятыми в ТЗ, при выполнении предпроектных работ на предварительных стадиях и учитывая то, что технология и технологические схемы рассматривались как при выполнении геологоразведочных работах, так и в выполненных ТЭО и регламенте на проектирование, а также тот факт, что в 4-ой и 5-ой итерациях были решены на предварительном уровне вопросы вскрытия и системы разработки карьерного поля, то в данной итерации необходимо определиться с технологией и комплексной механизации горных работ. Она включает структуру комплексной механизации

(комплект взаимоувязанных машин и механизмов, обеспечивающих полный цикл производственных процессов), а также технологию подготовки горных пород для выполнения последующих процессов выемки и погрузки руды и отгрузки продукции потребителям, вскрыши, транспорта горной массы, её различные перегрузки и отвалообразования. Карьерные грузопотоки и карьерный транспорт как наиболее трудоемкий и дорогостоящий процесс оказывает существенное влияние на всю технологию и её надежность, производительность карьера, формирование технико–экономических показателей и определяет общую эффективность, так и эффективность как по добыче полезного ископаемого, так и по вскрыше. При выборе технологии и структуры комплексной механизации добычных и вскрышных работ учитывают природные факторы, к которым относятся форма, размеры крепость руд и вскрышных пород и условия их залегания, рельеф поверхности, а также технология первичной и последующих стадий переработки сырья. К техническим и технологическим факторам относятся: проектная мощность предприятия. Наличие и возможность приобретения основных видов горного и транспортного оборудования, источники энерго, водо и теплоснабжения и т.п., а также возможность привлечения высококвалифицированных кадров. Особую важность представляют экономические факторы: капитальные вложения, себестоимость продукции, прибыль, производительность труда и т.п. Рассчитываются параметры технологии и комплексной механизации основных и вспомогательных процессов, технико-экономические показатели и формируется базовая версия десятой итерации

7-я итерация. В выделенных альтернативных вариантах границ карьерных полей с использованием математической модели месторождения и карьера выполняется горно-геометрический анализ карьерного поля и осуществляется выбор направления и скорости развития горных работ в карьере по раз- резам и (или) погоризонтным планам (объемная задача). Устанавливается режим и календарный план горных работ. При этом для каждого рассматриваемого варианта разработки формируется динамика развития фронта горных работ, как в глубину, так и по простиранию, процесс наращивания числа вскрытых и действующих уступов. Определяется число действующих забоев по полезному ископаемому и вскрышным породам в соответствии с принятым направлением развития, режимом и календарным планом горных работ и проектом строительства карьера. Определяются главные параметры карьерного поля, технико-экономические показатели и формируются базовая версии системы седьмой итерации

8-я итерация. В соответствии с установленным режимом горных работ и календарным планом, уточняется производительность карьера по руде и вскрышным работам, а также с учетом анализа активного фронта уступов и принятым направлением развития горных работ и

выбранными технологиями и комплексной механизации горных работ определяется панели и их рабочие блоки для подготовки, обуривания и рыхления взрывом горных пород. При этом устанавливаются требования к производству буровзрывных работ и ограничения, накладываемые на этот процесс; уточняются технология и механизация процессов и параметры производства буровых и взрывных работ. Определяются тип, модели и необходимое количество буровых станков, их потребность в долотах и ином вспомогательном оборудовании, а также в ВВ и средств взрывания и их транспортное обеспечение. Рассчитываются технико-экономические показатели и формируется базовая версия пятой итерации.

9-я итерация. На выбор типа выемочно-погрузочных машины (экскаватора) решающее влияние оказывают: геологические условия залегания месторождения. вид и тип разрабатываемой горной массы, характеристика разрабатываемых руд и пород и в т.ч. их крепость, масштабы горных работ, глубина карьера, высота уступов, а также используемый вид и тип карьерного транспорта, технологические параметры которого должны быть увязаны по производительности с производительностью принятых экскаваторов. На открытых работах при разработке глубоких железорудных карьеров широкое применение получили одноковшовые экскаваторы (прямые лопаты), которые в зависимости от глубины эффективно работают при небольших глуби-нах с автомобильным и автомобильно-железно-дорожным транспортом, а на больших глубинах работа одноковшовых экскаваторов в забое в комплексе дробилкой - забойный конвейер – подъемный конвейер - консольный отвалообразователь для породного комплекса и железнодорожный транспорт для транспортировки руды на перерабатывающий комплекс. В связи с этим определяются конкретные технологии и производительность одноковшовых экскаваторов в различных горнотехнических условиях по глубине зонах карьерного пространства в составе различных экскаваторно – транспортно-отвальных комплексах как на добыче , так и на вскрышных работах. В соответствии с календарным графиком и принятым режимом горных работ рассчитывается необходимый парк экскаваторов в сочетании с типом и количеством транспортных средств.

Рассматриваемые технологии сравниваются по требуемой производительности и по расчетным технико-экономическим показателям с данными карьеров аналогов и принимается решение. Рассчитываются технико-экономические показатели и формируется базовая версия шестой итерации[4].

10-я итерация. Карьерных грузопотоки, вид, тип карьерного транспорта определяют систему и схемы вскрытия, подготовку рабочих горизонтов и параметры вскрывающих выработок. Карьерный транспорт предопределяет: направление развития, режим и календарный график горных работ и оказывает существенное влияние на ширину рабочих

площадок, конструкцию и угол наклона рабочих и нерабочих бортов картера, скорости углубки и горизонтальную скорость продвигания рабочих уступов, длину рабочего блока и ориентацию экскаваторных заходок, а также оказывает прямое влияние на прядок выполнения добычных работ и управление качеством руд.

Для оптимизации транспортной схемы и вскрытия за весь срок или этапа отработки карьера предлога следующая математическая модель

$$\min F(x(t)) = \min \sum_{t=1}^{T} \sum_{(i.j)\in L_T} \left[c_{ij} x_{ij}(t) l^{-E_{Hn^t}} + P_{ij} l^{-E_{Hn^t}} \sin x_{ij}(t) \right] \quad (1)$$

при ограничениях

$$\sum_{k\in K} x_{ij}^{k}(t) \le r_{ij}(t), t \in [O,T], (i,j) \in L_T \quad (2)$$

$$\sum_{(i,j)\in L_T} x_{ij}^{k}(t) - \sum_{(j,m)\in L_T} x_{ij}^{k}(t) = \begin{cases} x^{k}(t), если, j \in N_T^A \\ 0, если, j \in N_T^I \\ -x^{k}(t) если, j \in N_T^B \end{cases} \quad (3)$$

$$V(t) = \sum_{k\in K} x^{k}(t); \quad t \in [O,T] \quad (4)$$

где N_t^A, N_t^B, N_t^I - соответственно множество пунктов производства; промежуточных пунктов потребления и транспортных связей динамической сети; G(N_T, L_T); C_{ij}; $x_{ij}(t)$; $r_{ij}(x)$ - соответственно, стоимость перемещения единицы потока грузов, поток горной массы и пропускная способность в момент времени t из пункта i в j; V(t) - производственная мощность карьере в момент времени t; E_{Hn} - параметр дисконтирования.

Функция (5) представляет собой дисконтированный объем производственных и транспортных затрат за период времени $[O,T]$,

где $e^{-E_{Hn^t}}$ дисконтирующий множитель.

$$\lim_{t\to\infty} e^{-E_{Hn^t}} = \lim_{t\to\infty} \left(\frac{1}{1+E_{Hn}}\right)^{t} = 0$$

Неравенство (2) означает, что в каждом моменте времени поток на каждой дуге не должен превышать пропускной способности. Из (3) и (4) следует, что в каждом узле сети сумма вытекающих потоков равна сумме поступающих потоков, и все календарные объемы горной массы должны быть вывезены.

В выражении (1) второе слагаемое представляет затраты на реконструкцию карьера. Задача (1)-(4) является динамической

многопродуктовой транспортной задачей. Рассчитываются технико-экономические показатели и формируется базовая версия 10 итерации.

11-я итерация. Отвалообразование является составной частью технологии и комплексной механизации открытой разработки и в железорудной промышлености достигают 15% от себестоимости добытой руды. Оно теснейшим образом связанно с основными звеньями отрытой разработки месторождений и в первую очередь с карьерным технологическим транс-портом и схемами вскрытия. При этом наиболее важными задачами являются определение: схемы размещения отвалов в карьере и на дневной поверхности с тщательным исследованием (гидрогеологических и инженерно-геологических условий) и несущей способности оснований отвалов и рельефа местности; физико-механических свойств отсыпаемых и складируемых пород; технологии и комплексной механизации отвальных работ с количеством формируемых и развиваемых уступов с рациональными параметрами отвалообразования; необходимости выполнения специальных мероприятий, обеспечивающих устойчивости и безопасность отвальных работ, а также условий и технической возможности последующей рекультивации отвалов. Рассчитываются технико-экономические показатели и формируется базовая версия восьмой итерации.[17,18].

12-я итерация: Уточнение главных параметров, производительности карьера по полезному ископаемому и вскрыше и расчет технико-экономических показателей открытой разработки глубоких железорудных карьеров, а также генплана и поверхностных зданий и сооружений и карьерных коммуникаций и в том числе дорог и условий примыкания к существующим сетям. Установление границ горного и земельного отводов. Расчет затрат по объектам поверхности и благоустройства и построение базовой версии.

13-я итерация: Выбор и расчет системы осушения карьерного поля, энерго, водо и теплообеспечения промышленных и вспомогательных объектов, канализации и отвода промышленных и бытовых отходов и построение базовой версии.

14-я итерация: Группа мероприятий по обеспечению комфортных и безопасных условий труда, техники безопасности, пожаробезопасности, разработка декларации промышленной безопасности построение базовой версии.

15-я итерация: Предусматривает разработку раздела проекта «Охрана окружающей среды, ООи С» построение базовой версии.

16-я итерация: Расчет эффективности вариантов разработки месторождения и выбор рекомендуемого варианта промышленной разработки месторождения и построение сводной базовой версии.

Таким образом, при разработке программного обеспечения сложной динамической системы основная цель заключается в создании хорошо структурированной объектно-ориентированной архитектуры системы

отражающей динамические процессы создания программного обеспечения, что достигается использованием спиральной модели, что позволяет осуществлять управление изменениями и регулярный сбор показателей, и анализ рисков. Спиральная модель - это база итеративно-поступательного процесса, обеспечивающая рациональную возможность описания большой и сложной динамической системы автоматизированного проектирования глубоких карьеров. Кроме того, организация итеративно-инкрементного цикла технологии разработки позволяет выявить технические риски и их смягчение в процессе разработки на каждой итерации. Спиральная модель - это база итеративно-поступательного процесса, обеспечивающая рациональную возможность описания большой и сложной динамической системы автоматизированного проектирования глубоких карьеров. Анализ рисков (risk analysis) призван выявить источники потенциальных трудностей при реализации проекта, идентифицировать требования, как и их основной источник, назначить приоритеты (prioritization) и предоставить возможность менеджерам управлять ими.

Литература

1 Трубецкой К.Н., Галченко Ю.П. Основы горного дела. – М.: Академический Проект, 2010. - 231 с.

2 Трубецкой К.Н., Краснянский Г.Л., Хронин В.В. Проектирование карьеров. 2001. - Т1. - 519 с. Т2 –

3 Ржевский В,В., Новожилов М.Г., Юматов Б.П. и др. Научные основы проектирования карьеров. –М.: Недра, 1971. - 600 с.

4 Хохряков В.С. Проектирование картеров М.: - Недра, 1980. – 336 с.

5 Bukeikhanov D.G. Modeling Principles at Development of Computer – Aided in Ore Mine. Proceedings of the 22nd MPES Conference, Dresden Germany, 14th October 2013. - P.879-889.

6 Букейханов Д.Г. Разработка методов принятия оптимальных решений при автоматизированном проектировании карьеров, - М.: Диссер. д.т.н. 1992.

7 Мацяшек Л.А. Анализ и проектирование информационных систем с помощью UML 2.0. – М.: Вильямс, 2008. -816 с.

8 Booch, G., J. Rumbaugh and I. Jacobson. The unified modeling language reference manual. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1999. - 550 p.

9 Arlow, J. and I. Neustadt. UML 2 and the unified process : practical object-oriented analysis and design. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley, 2005. - 592 p.

10 Graham, I. Object-oriented methods: principles & practice. Harlow, England; New York: Addison-Wesley, 2001. - 832 p.

11 Gomaa, H. Designing concurrent, distributed, and real-time: applications with UML. Boston: Addison-Wesley, 2001. - 785 p.

References

1 Trubeckoj K.N., GalchenkoJu.P. Osnovy gornogo dela. – M.: Akademicheski jProekt, 2010. -231 s.

2 Trubeckoj K.N., Krasnjanskij G.L., Hronin V.V. Proektirovanie kar'erov. 2001. T1.- 519 s. T2 –

3 Rzhevskij V.V., Novozhilov M.G., Jumatov B.P. i dr. Nauchnye osnovy proektirovanija kar'erov. –M.: Nedra, 1971. - 600 s.
4 Hohrjakov V.S. Proektirovanie karterov M.: - Nedra, 1980. – 336 s.
5 Bukeikhanov D.G. Modeling Principles at Development of Computer – Aided in Ore Mine. Proceedings of the 22nd MPES Conference, Dresden Germany, 14th October 2013. - P.879-889.
6 Bukejhanov D.G. Razrabotka metodov prinjatija optimal'nyh reshenij pri avtomatizirovannom proektirovanii kar'erov, -M.: Disser. d.t.n. 1992.
7 Macjashek L.A. Analiz I proektirovanie informacionnyh sistem s pomoshh'ju UML 2.0. – M.: Vil'jams, 2008. - 816 s.
8 Booch, G., J. Rumbaugh and I. Jacobson. The unified modeling language reference manual. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1999. - 550 p
9 Arlow, J. and I. Neustadt. UML 2 and the unified process : practical object-oriented analysis and design. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley, 2005. - 592 p.
10 Graham, I. Object-oriented methods: principles & practice. Harlow, England; New York: Addison-Wesley, 2001. - 832 p.
11 Gomaa, H. Designing concurrent, distributed, and real-time: applications with UML. Boston: Addison-Wesley, 2001. - 785 p.

ӘОЖ: 622.271.621.879.22

Резюме

Букейханов Д.Г., Букейханова С.С., Куандыков А.А.
(Институт горного дела им. Д. А. Кунаева, г. Алматы)

ТЕРЕҢ КАРЬЕРЛЕРДІҢ САПР ЖҮЙЕСІНДЕ КҮРДЕЛІ ДИНАМИКАЛЫҚ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДІҢ ЖАСАЛУ ҚАҒИДАСЫ

Бұл мақалада итеративті-инкрементті жақын өндірістегі терең карьерлердің көмегімен күрделі динамикалық жүйесін (САПР) бағдарламасын жасалу қағидасының қарастырылуы.
Түйін сөздер: ТЭН кондициясы, ТТ, өнеркәсіпті өңдеу, жобалау, итерациясы, граф, үйінділеу, модельдеу, аршу.

UDC: 622.271.621.879.22

Summary

Bukeikhanov D.G., Bukeikhanova S.S. , Kuandykov A.A.
(Mining institute after D.A. Kunayeva, Almaty)

PRINCIPLES OF CREATION OF SOFTWARE OF COMPLEX DYNAMIC SYSTEMS IN CAD OF DEEP QUARRIES

The article describes the principles of creating software (CAD) of complex dynamic system for the deep pits development with an iterative-incremental approach.
Keywords: Conditions feasibility study, technical task, industrial development, design, iteration, graph, dumping, modeling, overburden.

УДК: 622.271.621.879.22

Букейханов Д.Г.[1], Рамазанов Б.М.[2], Лысенко С.Б.[1]
([1]Институт горного дела им. Д. А. Кунаева, [2]АО «ШалкияЦинк ЛТД», г. Алматы)

РАЗВИТИЕ ПРИНЦИПОВ И ТЕХНОЛОГИЙ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация

В статье изложены принципы создания систем автоматизированного проектирования рудных карьеров (САПР карьеров). Отмечены основные недостатки, допущенные при разработке САПР, и обоснованы пути решения проблемы на основе использования объектно-ориентированного подхода.

Ключевые слова: *САПР, геоинформатика, недропользование, месторождение, система, карьер, главные параметры, программные продукты.*

Түйін сөздер: *АЖЖ(САПР), геоақпарат, жерқойнауынпайдалану, кенорны, жүйе, карьер, бастыпараметрлер, программалықөнімдер.*

Keywords: *CAD, geoinformatics, subsurface use, open pit, main parameters, software.*

Проблема создания целостной, полнофункциональной системы автоматизированного проектирования рудников, шахт и карьеров для разработки глубоких рудных месторождений стоит на повестке дня более 60 лет и не нашла своего решения до настоящего времени. Вместе с тем, следует отметить, что за последнее время значительно возросла сложность самих технологических процессов и операций в проектируемых системах, и в том числе в недропользовании, их размерность и функциональность.

Рост сложности систем выражается в увеличении и усложнении, как числа формируемых характеристик продукции, так и числа нормируемых свойств самих технологических операций, которые характеризуют их устойчивость, производительность, ресурсоемкость и эффективность, а также степень технической, экологической и пожарной безопасности и т.д. Одновременно возрастает продолжительность, трудоемкость и стоимость самого процесса проектирования, затрат на подготовку исходных данных и поддержание информационных потоков в системах, на формирование баз данных, платы за ошибочные решения.

Становление и развитие информатики и геоинформатики, как новых методологических подходов решения проблем моделирования геосистем и геопроцессов, взаимодействия их с геологическими, горно-техническими, технологическими, металлургическими, машиностроительными, экономическими, экологическими и социальными средами, явилось импульсом для создания инновационной объектно-ориентированной методологии решения проблем больших таких как: автоматизированное проектирование

поисковых и поисково-оценочных работ в геологии, автоматизированного проектирования шахт, рудников и карьеров в горном деле.

Это в свою очередь вызвало необходимость разработки надежных и высокопроизводительных методологий создания сложных интегрированных автоматизированных технико-технологических систем и их программного обеспечения. Большие и сложные динамические системы имеют следующие характерные особенности:

- компоненты систем могут иметь различные природные и физические принципы действия;
- между элементами системы, а также компонентами внешней среды существует множество многоканальных, многофункциональных, разновременных и разнонаправленных информационных, технических и физических связей;
- системы имеют иерархическую многоуровневую структуру;
- системы и их отдельные компоненты (подсистемы, агрегаты могут функционировать в различных режимах действий, отображаемых диахроническими и синхроническими отношениями между организуемыми и реализуемыми процессами;
- существует значительная неопределенность в поведении объектов, агрегатов и подсистем системы и внешней среды;
- процессы управления действиями и реализацией в системе осуществляются как непрерывно, так и неравномерно;
- в связи с развитием микроэлектроники в системах при решении отдельных задач проектирования и реализации прецедентов часто ориентируются на встроенные ЭВМ и микропроцессоры;
- состав, структура и архитектура системы могут изменяться в процессе создания системы и (или) в процессе её устойчивого функционирования.

Изменившиеся к 90-м годам XX века технико-экономические и организационные условия производства при проектировании сложных динамических систем выдвинули на первый план проблему моделирования и оптимизации всего набора комплексов взаимосвязанных сочетаний параметров и показателей всех взаимосвязанных задач системы на основе их совместного моделирования. При этом оценке и анализу подвергаются не отдельные параметры и показатели функционирования отдельно взятых подсистем, агрегатов и объектов, а именно комплекс взаимосвязанных наиболее важных параметров и показателей всей системы. При этом могут последовательно моделироваться и рассматриваться практически все совместимые сочетания разработанных квазиоптимальных вариантов их различных наборов и комбинаций [1,2].

Для решения проблемы сложных и динамических систем возникла острая необходимость создания научных принципов и современных конкурентоспособных технологий разработки программно-функциональных комплексов сложных динамических систем и их документации и в том числе в сфере недропользования и комплексного использования минерального сырья обеспечивающих мировой уровень автоматизированного производства программного обеспечения[3].

Язык UML (UnifiedModelingLanguage)предусматривает установление основных требований к системе на базе его трех основных положений: строительных блоков языка, правил, устанавливающих сочетания строительных блоков, и общих для языка механизмов, посредством которых компоненты системы могут сотрудничать друг с другом и реализовывать свое поведение, соответствующее требованиям к разрабатываемой системе.

МетодологиюUML уже применяют многие компании в различных прикладных областях, в больших и малых проектах, что доказывает ее универсальность и широкую применимость: это известные всему миру компании работающие в области телекоммуникаций (Ericsson, Alcatel, MCI); транспорта (Xerox, Volvo, Intel); авиационно-космической отрасли (Lockheed-Martin, BritishAerospace); в гражданской промышленности и в области финансов (Visa, MerrillLynch, Schwab), а также интеграторы систем и аудиторские компании (Ernst&Young, Oracle, Deloitte&Touche). Что касается сферы недропользования, то здесь методология UML еще не нашла своего применения, хотя необходимость этого не вызывает сомнений.

Объектно-ориентированный подход (object-orientedapproach) базируется на декомпозиции сложной системы на компоненты с различной степенью детализации, в основе которой лежат классы объектов.

Класс (class) - это абстракция, описывающая множество объектов, имеющих общие атрибуты(attribute), операции (operation) и семантические ограничения[6]. Классы представляют группу сущностей, обладающих общим состоянием и поведением, которые определяют основу любой информационной системы. Это своего рода абстрактное описание множества однородных объектов предметной области, имеющих общие характеристики, одинаковые атрибуты, операции и отношения с объектами других классов и служат для описания статической структуры модели сложной системы и типовых взаимосвязей между классами в виде диаграмм классов.

К фундаментальным понятиям классов относятся такие понятия, как абстракция, наследование, инкапсуляция и полиморфизм. При этом под абстракцией (abstraction) понимается характеристика сущности, которая отличает её от других сущностей. При этом под наследованием (inheritance) понимается отношение, когда общие знания о более высокой (родительской) категории, разрешает применять любой

наследуемый от него класс (потомок) содержащий такой же набор свойств и поведение, т.е. когда класс потомок наследует свойства и поведение класса предка.

Под инкапсуляцией (encapsulation) понимается сокрытие отдельных деталей внутреннего устройства классов или компонентов от внешних по отношению к нему объектов или пользователей, а под полиморфизмом (polymorphism) понимается свойство одноименных методов или операций выполнять различные действия или обладать различным поведением в зависимости от того, к какому из классов они относятся. Конкретный класс (concreteclass) – это класс, на основе которого могут быть непосредственно созданы экземпляры или объекты. От этих классов следует отличать абстрактные классы. Абстрактный класс (abstractclass) - класс, который не имеет экземпляров или объектов.

В метамодели языкаUML2.0 различают два вида характеристик: структурные характеристики, которые применительно к классам называют свойствами или атрибутами, и характеристики поведения, которые применительно к классам называют операциями. Структурная характеристика (structuralfeature) является типизированной характеристикой классификатора, которая специфицирует структуру его экземпляра.

Кроме всего сказанного в UML2.0 существуют классы, определяющие объекты графического пользовательского интерфейса, которые называются классами представления границ или вида, классами управляющих программной логикой и обработкой событий, генерируемых пользователем, а также классы ответственные за связь с внешними источниками и классы ресурсов и классы-посредники. В терминологии UML класс является разновидностью классификатора.

Классификатор (classifier) – специальное понятие, предназначенное для классификации экземпляров, которые имеют общие характеристики, и является абстрактным метаклассом и как тип может иметь собственное обобщение с другими классификаторами и не имеет нотации. В общем случае статическая модель структуры достаточно сложной системы может быть представлена в виде нескольких диаграмм классов. Для этого диаграммы могут быть вложены в пакеты, которые соответствуют отдельным подсистемам. Это приводит к иерархическому представлению общей логической модели в форме вложенных диаграмм классов и пакетов. Диаграмма может включать интерфейсы, пакеты, отношения и даже отдельные экземпляры классификаторов, таких как объекты и связи. Класс (class) – элемент модели, который описывает множество объектов, имеющих одинаковые спецификации характеристик ограничений и семантики.

Диаграмма – это основная логическая модель системы, а её графическое представление осуществляется в виде набора элементов, изображенного в виде связного графа вершин (сущностей) и путей

(связей). Диаграммы рисуются для визуализации системы с различных точек зрения, поэтому отдельная диаграмма – это проекция системы.

Атрибут - это содержательная характеристика класса, описывающая множество значений, которые могут принять отдельные объекты этого класса. Атрибут класса служит для представления отдельного свойства или признака, который является общим для всех объектов данного класса. Операция (operation) – это сервис, представляемый каждым экземпляром или объектом класса по требованию своих клиентов, в качествепоследних могут выступать другие объекты, в том числе и экземпляры данного класса. Совокупность операций определяет функциональный аспект поведения всех объектов данного класса. Запись операций класса в UML стандартизирована и подчиняется определенным синтаксическим правилам. В контексте языкеUML выделен специальный класс интерфейсов, у которого имеются операции, но отсутствуют атрибуты.

Интерфейс (interface) – именованное множество операций, которые характеризуют поведение отдельного элемента модели. Интерфейсы на диаграмме служат для спецификации таких элементов модели, которые видимы извне, но их внутренняя структура остается скрытой от клиентов. На рисунке 2 приведена классификация основных канонических диаграмм языка UML 2.0 [7,8].

В языке UML совокупность допустимых типов отношений строго фиксирована и определяется самой семантикой этих отношений. Изображаемые на диаграммах классов базовые отношения включают: ассоциации (associationrelationship); обобщения (generalizationrelationship); агрегации (aggregationrelationship) и композиции (compositionrelationship).

Диаграммы классов системы автоматизированного проектирования глубоких железорудных карьеров должны включать следующие основные диаграммы (рисунок 1):

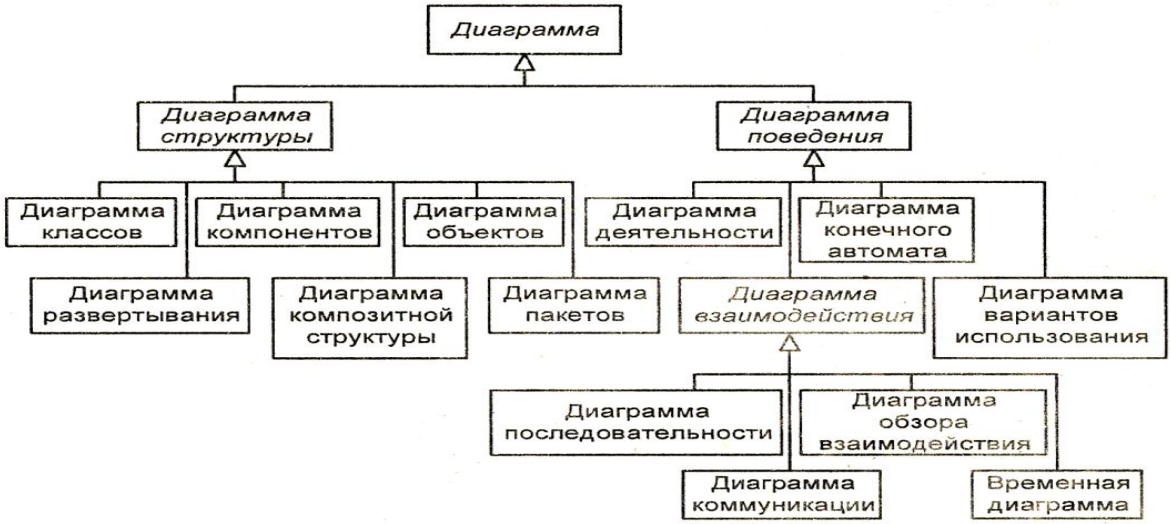


Рисунок 1 - Классификация канонических диаграмм языка UML 2.0

В языке UML совокупность допустимых типов отношений строго фиксирована и определяется самой семантикой этих отношений. Изображаемые на диаграммах классов базовые отношения включают: ассоциации (associationrelationship); обобщения (generalizationrelationship); агрегации (aggregationrelationship) и композиции (compositionrelationship).

Для создания системы автоматизированного проектирования целесообразно с учетом диаграммы вариантов использования иметь шесть пакетов диаграмм, первый из которых предусматривает на основе результатов всех стадий геологоразведочных работ и разработанных в соответствии с ними математической модели месторождения и карьера и предпроектных материалов по:

- способам разработки месторождения, границам выбранных карьерных полей, устойчивости бортов карьера и главных параметров карьеров, технологии и комплексной мехазации горных работ;
- способам и технологиям переработки и металлургическим процессам получения товарной продукции;
- влияния данного производства на состояние окружающей среды недр, почв, вод, атмосферы и т.д.;
- технико-экономические показатели будущих производств и их эффективности, которые представлены в разработанных ТЭР, ТЭД, ТЭО кондиций и ТЭО инвестиций, ОВОС, а также регламенте, техническом задании и контракте на проектирование горного предприятия.

Во втором пакете приводятся диаграммы классов и объектов системы, выбора технологии и структуры комплексной механизации горных работ, включающие диаграммы: выбора систем разработки и их параметров; выбора системы и схем вскрытия карьерных полей и подготовки рабочих горизонтов: выбора направления развития, режима и календарных планов горно-транспортных работ; установления протяженности активного фронта уступов, определения положений рабочих блоков и порядка их подготовки и отработки; определения производительности карьера по горной массе, полезному ископаемому и вскрышным породам.

В третьем пакете приводятся диаграммы сконцентрированные на технологий выполнения процессов горного производства. Это диаграммы буровзрывных, выемочно-погрузочных, транспортных и отвально-складских работ.

В четвертый пакет вложены диаграммы уточняющие главные параметры карьера и в том числе производительность карьера по полезному ископаемому и вскрышным породам и определения технико-экономических показателей и параметров основного производственного назначения, определение эффективности горного производства.

Пятый пакет включает итерационно – инкрементный процесс с формированием базовых версий после каждой итерации до полного решения проблемы создания программных продуктов системы автоматизированного проектирования границ глубоких железорудных карьеров. В шестой пакет вложены диаграммы установления границ горного и земельного отводов, системы и схемы осушения карьерного поля и внешних отвалов, проектирования ген-плана, зданий и сооружений энерго-,водо- и теплоснабжения, канализации, отвода и утилизации промышленных и бытовых отходов, внутренних и внешних коммуникаций, а также диаграммы мероприятий обеспечения промышленной и пожарной безопасности и комфортных условий труда персонала. Кроме того, впакет включаются капитальные и эксплуатационные затраты на эти мероприятия [1,4].

Одной из наиболее важной диаграммой системы автоматизированного проектирования является диаграмма вариантов использования, которая должнадля выявления оптимальных взаимосвязанных организационно-технических решений по строительству (реконструкции) горного предприятия и его эксплуатации, реализация которых обеспечит максимальный эффект от разработки месторождения (рисунок 2).

Семантика построения диаграммы вариантов использования должна определяться следующими особенностями рассмотренных выше элементов модели. Отдельный экземпляр варианта использования по своему содержанию является выполнением последовательности действий, которая инициализируется посредством экземпляра сообщения от экземпляра эктера. В качестве отклика или ответной реакции на сообщение эктера выполняется последовательность действий, установленная для данного варианта использования. При этом экторы могут генерировать новые сообщения для инициирования вариантов использования.

Вариант использования (usecase) – это ключ ко всему дальнейшему моделированию, определяющему функциональность системы, то есть то, что должна делать система [5,9]. Он представляет множество сценариев объединенных и описывающих последовательности производимых системой действий, доставляющих значимый для действующего вне системы лица (эктора) значимый результат. В каждом варианте использования могут участвовать одно или несколько лиц и система. Вариант использования объединяет все поведение, имеющее отношение к элементу функциональности системы: нормальное поведение, исключительные ситуации, сбойные ситуации и отмены запросов.

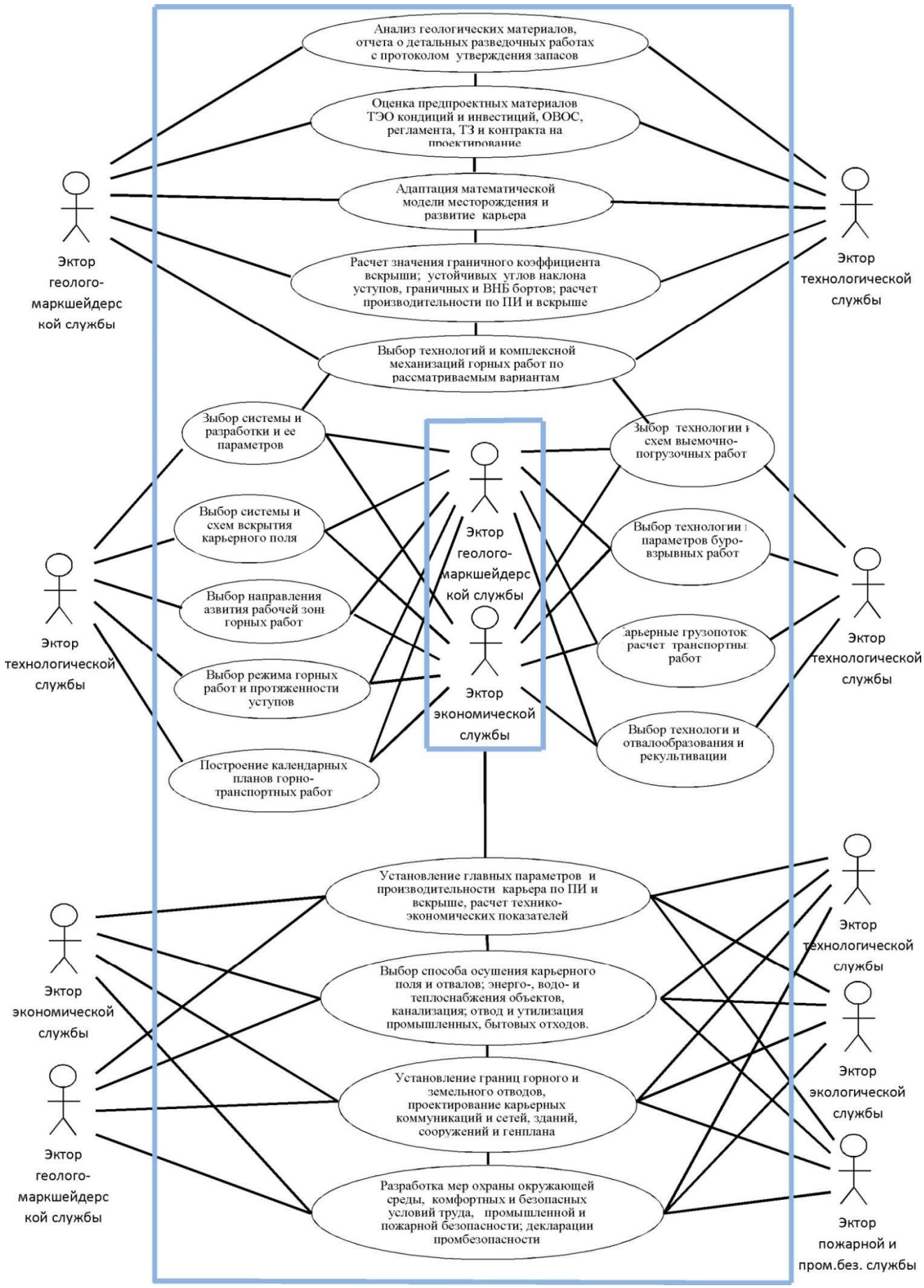


Рисунок 2 - Диаграмма вариантов использования

Литература

1 Букейханов Д.Г. Принципы моделирования сложных динамических систем недропользования. – Усть–Камен.: ВКГТУ, 2012. - С.25–32.

2 Букейханов Д.Г. Автоматизированное проектирование карьеров.// Промышленность Казахстана , №6, 2012. - С 18-22.

3 Турдахунов М.М., Букейханов Д.Г., Галиев С.Ж. Принципы создания систем автоматизированного проектирования железорудных карьеров с применением объектно-ориентированной методологии. // Горный журнал. 2014. - №.6. - С.83-89.

4 Жарменов А.А., Букейханов Д.Г., Турдахунов М.М., Бекмурзаев Б.Ж., Съедин В.Ф. Геоинформационные объектно-ориентированные технологии разработки системы автоматизированного проектирования карьеров. – Алматы: АО «НЦНТИ», 2011. - 222 с.

5 Арлоу Дж., Нейштадт И. UML 2 И Унифицированный процесс. – Бостон: Эддисон-Уэсли, 2008. - 621 с.

6 Буч Г., Рамбо Дж., Якобсон И. Унифицированный язык моделирования.Рук-во пользователя. – Бостон: Эддисон-Уэсли, 2007. - 496 с.

7 Крачтен Ф.,Кролл П. Унифицированный процесс - легко: Рук-во практикующего УП. – Бостон: Эддисон-Уэсли, 2003. - 416 с.

8 Гома Х. Проектирование параллельных, распределенных и в режиме реального времени: приложения с помощью UML. – Бостон: Эддисон-Уэсли, 2001. - 785 с.

9 Грэхем И. Объектно-ориентированные методы:принципы и практика. – Нью-йорк: Эддисон-Уэсли, 2001. - 832 с.

References

1 Bukejhanov D.G. Printsipy modelirovanija slozhnyh dinamicheskih system nedropolzovanija. – Ust–Kamen.: VKGTU, 2012. - S. 25–32. (in Russ.)

2 Bukejhanov D.G. Automatizirovannoe proektirovanie kar’erov// Promyshlennost Kazakhstana , №6, 2012. - S. 18-22.

3 Turdahunov M.M., Bukejhanov D.G., GalievS.Zh. Principy sozdania system avtomatizirovannogo proektirovania zhelezorudnyh kar’erov s primeneniem obyektno-orientirovannoi metodologii. // Gornyizhurnal. 2014. - №.6. - S.83-89. (in Russ.)

4 Zharmenov A.A., Bukejhanov D.G., Turdahunov M.M., Bekmurzaev B.Zh., Syedin V.F. Geoinformacionnye obyektno-orientirovannye tehnologii razrabotki sistemy avtomatizirovannogo proektirovania kar'erov. – Almaty: AO «NCNTI», 2011. - c. 222. (in Russ.)

5 Arlou Dzh., Neishtadt I. UML 2 I Unificirovannyi process. – Boston: Yeddison-Uyesli, 2008. - 621 s.

6 Buch G., Rambo Dzh.,Jakobson I. Unificirovannyi jazyk modelirovanija.Ruk-vo pol'zovatelja. – Boston: Yeddison-Uyesli, 2007. - 496 s.

7 Krachten F., Kroll P. Unificirovannyi process - legko: Ruk-vo praktikuyushego UP. – Boston: Yeddison-Uyesli, 2003. - 416 s.

8 Goma H. Proektirovanie parallel'nyh, raspredelennyhi v rezhime real'nogo vremeni: prilozhenija s pomosh'yu UML. – Boston: Yeddison-Uyesli, 2001. - 785 s.

9 GryehemI.Ob"ektno-orientirovannye metody:principy I praktika. – N'yu-iork: Yeddison-Uyesli, 2001. - 832 s.

ӘОЖ: 622.271.621.879.22

Резюме

Букейханов Д.Г., Рамазанов Б.М., Лысенко С.Б.
(Д.А. Қонаев атындағы Кен істері институты, АҚ «ШалкияЦинк ЛТД», Алматық.)

ТАУ-КЕН КӘСІПОРЫНДАРЫНЫҢ ЖОБАСЫН АВТОМАТТАНДЫРУ ЖҮЙЕСІН ЖАСАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ ДАМУ ҚАҒИДАСЫ

Мақалада кен карьерін автоматтандыру мәселесі жазылған. Бастапқы кемшілігі САПР құру кезінде жіберілген және мәселені нысанды – бағытталған тәсілін ғана қолдану арқылы шешу жолдарына негізделген.

Түйін сөздер: АЖЖ (САПР), геоақпарат, жер қойнауын пайдалану, кен орыны, жүйе, карьер, басты параметрлер, программалық өнімдер.

UDC: 622.271.621.879.22

Summary

Bukeikhanov D.G., Ramazanov A.A., Lysenko S.B

([1]Mining institute after D.A. Kunayev, «ShalkiyaTsinkLTD» JSC, Almaty)

DEVELOPMENT OF THE PRINCIPLES AND TECHNOLOGY OF CREATION THE CAD SYSTEMS OF MINING ENTERPRISES

The article presents theproblem of creating acomputer-aided designoforepits(quarries CAD). Here marked the majorshortcomingswhichadmitted in the development ofCADandprovedsolutions of the problemthrough the use ofobject-oriented approach.

Keywords: CAD, geoinformatics, subsurface use, open pit, main parameters, software.

К 85-летнему юбилею

ТЕМИРХАН ЕДРИСОВИЧ ХАКИМЖАНОВ

- видный ученый в области управления метано-выделением при разработке угольных месторождений, горный инженер, профессор, доктор технических наук, родился 1 января 1936 г. в с. Тас-Бекет Аксуйского района, Талды-Курганской области.

1 января 2016 г. исполнилось 80 лет

После окончания КазГМИ в течение 5 лет работал на шахте № 31 Карагандинского бассейна горным мастером, начальником смены, начальником участка. В 1965-1968 гг. обучался в очной аспирантуре при КазПТИ им. В. И. Ленина, после ее окончания продолжал трудиться преподавателем, старшим преподавателем, доцентом.

В декабре 1976 г. Т. Е. Хакимжанов перешел на работу в Институт горного дела АН КазССР, где более 20 лет руководил лабораториями «Управление газовым режимом на угольных шахтах» и «Рудничной газодинамики и техники безопасности», в 1979-1987 гг. работал заместителем директора по научной работе Института.

Всю свою научную деятельность Т. Е. Хакимжанов посвятил изучению закономерностей метановыделения в горные выработки, разработке научно-обоснованных способов управления газовыделением, изысканию способов устранения негативных последствий поступления метана в горные выработки, исследованию влияния различных производственных факторов при добыче полезных ископаемых на уровень травматизма и создания комфортных и безопасных условий труда горнорабочих при разработке угольных месторождений Карагандинского бассейна подземным способом.

Под его руководством были созданы кинофильмы «Безопасные методы ведения горных работ» и «Безопасные методы взрывных работ на рудниках», которые получили высокую оценку производственников и научной горной общественности.

В 1971 г. он защищает кандидатскую диссертацию на тему «Исследование основных параметров и схем предварительной дегазации угольных пластов $К_{10}$ и $К_{12}$ скважинами (на примере шахты №22 им. 50-летия Октябрьской Революции Карагандинского бассейна)», а в 1991 г. - докторскую на тему «Методы управления метановыделением на сверхкатегорийных шахтах с использованием закономерностей взаимодействия системы уголь - рабочая жидкость – газ», в 1992 г. ему присваивается звание профессора.

Им подготовлено 8 кандидатов наук и один доктор наук. Опубликовано 180 научных трудов, в том числе 4 монографии, 2 учебных пособия и 12 авторских свидетельств.

Плодотворная научная и педагогическая деятельность Т. Е. Хакимжанова высоко оценена правительством и научной

общественностью: он награжден медалью «Ветеран труда», серебряной медалью ВДНХ, знаком «Изобретатель СССР». В 2006 г. он избран иностранным членом Американского общества по безопасности и иностранным членом Горной академии Российской Федерации.

Учитывая заслуги в развитии горной науки и развитии Института Ученый совет Института (протокол № 5 от 16.06.2009 г.) принял решение присвоить д.т.н., проф. Хакимжанову Т. Е. звание «Почетный научный сотрудник Института горного дела им. Д. А. Кунаева».

К 85-летнему юбилею

КАБДЕН ХАМЗИНОВИЧ НУГМАНОВ

20 ноября 2016 г. исполняется 85 лет ведущему научному сотруднику лаборатории Горного давления, кандидату технических наук Нугманову Кабдену Хамзиновичу.

К. Х. Нугманов родился в 1931 году в Кокчетавской области.

В 1954 году закончил Казахский горно-металлургический институт по специальности горный инженер - разработка месторожденипoлезных ископаемых.

После окончания КазГМИ трудовая деятельность Нугманова К. Х. начиналась в качестве начальника смены и участка, а затем инспектора районной горнотехнической инспекции на Джезказганском горнометаллургическом комбинате. Пройдя путь от аспиранта ИГД АН Каз ССР до заведующего лабораторией, он является одним из немногих сохранивших преданность и постоянство выбранному месту и направлению своей научной деятельности, продолжая плодотворно сотрудничать и оказывать неоценимую помощь Жезказганскому комбинату, а ныне «Казахмысу».

Под руководством Нугманова К. Х. и непосредственном участии проведены исследования и выданы рекомендации по наиболее сложным вопросам безопасности труда на горном производстве, создания эффективных технологий, разработке мероприятий и научных решений по обеспечении прочности и надежности подземных сооружений. Проведенные исследования нашли широкое применение на производстве, большинство из них оформлено в качестве нормативных документов-методик, инструкций, указаний.

Наряду с научно-организационной деятельностью, Кабден Хамзинович, всегда участвовал и участвует в общественной жизни. В свое время возглавлял партийную организацию института, неоднократно был членом Ученого Совета Института по защите диссертаций, в настоящее время является членом Ученого Совета Института и заместителем председателя технологической секции.

Активная научная и общественная работа неоднократно отмечалась и поощрялась руководством Института, за свой труд Нугманов К. Х. награжден медалями и Почетными грамотами, а за особые заслуги в развитии горной науки ему присвоено звание «Почетный научный сотрудник Института горного дела им. Д. А. Кунаева». Кабден Хамзинович Первый лауреат премии имени К. И. Сатпаева, полный кавалер знаков «Кенші даңқы» 3-х степеней.

Кандидат технических наук Нугманов К. Х. является одним из опытных научных сотрудников института. О знании дела и технической грамотности его свидетельствуют количество опубликованных работ за последние десятилетия, в том числе монографии. В период своей работы Нугманов К. Х. являлся ответственным исполнителем тем по ПФИ, руководителем темы по НИОКР и хоздоговорных тем с ТОО корпорация «Казахмыс». В соавторстве разработал и утвердил в установленном порядке 5 нормативно-методических документов, которые в настоящее время введены в действие на всех подземных Жезказганских рудниках.

Кабден Хамзинович наряду с НИР и организационными работами принимал совместное участие в составлении русско-казахского терминологических словарей по горному делу, он соавтор двух выпущенных словарей. Кроме того, он принимал активное участие в общественной жизни института, являясь членом Ученого совета, заместителем председателя технологической секции, заместителем председателя экспертной комиссии по печати, председатель комиссии о присуждении стипендии молодым ученым имени члена-корреспондента АН КазССР Ж. М. Канлыбаевой и член комиссии по аттестации инженерно-технических работников. В настоящее время является председателем совета ветеранов.

Нугманов К. Х. завоевал репутацию талантливого, профессионального управленца, энергичного и ответственного человека, всегда настроенного на поиск оригинального, свежего решения. Дирекция и коллектив Института горного дела им. Д. А. Кунаева выражает самые теплые поздравления с Днем рождения Кабден Хамзиновича, жизненный путь которого заслуживает искреннего уважения и желает ему отличного настроения, неиссякаемого оптимизма и крепкого здоровья.

К 80-летнему юбилею

ГЕННАДИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ КОРАБЛЕВ

29 января 1936 г. исполнилось 80 лет со дня рождения известному ученому в области создания горного оборудования с электромагнитным приводом, кандидату технических наук, ведущему научному сотруднику лаборатории разрушения и доставки горных пород Кораблеву Геннадию Александровичу.

Г.А.Кораблев родился 29 января 1936 года в селе Украинка Таврического района Восточно-Казахстанской области.

По окончанию в 1958 году физико-математического факультета КазГУ им. С.М.Кирова он поступил младшим научным сотрудником в филиал ИГД АН КазССР (г. Текели). С 1963 г. по 1968 г. работает старшим инженером-исследователем горно-исследовательской лаборатории Текелийского свинцово-цинкового комбината.

В 1968 г. переведен в г.Алма-Ата в ИГД АН КазССР на должность младшего научного сотрудника лаборатории гидравлических импульсных систем. Обобщив результаты исследований и поиска эффективных систем разработки для нижних горизонтов рудника Текели, Г.А.Кораблев в 1969 г успешно защитил кандидатскую диссертацию.

В 70 годы прошлого столетия в лаборатории начало развиваться новое научное направление электромагнитные силовые импульсные системы применительно к горному оборудованию. К.т.н. Г.А.Кораблев в составе исследовательской группы по разработке и созданию электромагнитного перфоратора (ЭМП) в 1983 г. провел успешные испытания экспериментального образца ЭМП на Лениногорском руднике.

Обладая хорошими теоретическими знаниями и большим опытом исследовательской работы, Г.А.Кораблев решил одну из сложных задач – обеспечение комфортного теплового режима электромагнитных катушек.

Свои научные исследования Кораблев Г.А. ведет в рамках фундаментальных и прикладных научно-технических программ МОН РК и РГП «НЦ КПМС РК» и инновационных грантов АО «Фонд науки» и АО «Национальное агентство по технологическому развитию». При выполнении задания по гранату АО «Национальный инновационный фонд» совместно с АО «Машзавод им. С.М.Кирова» был разработан и изготовлен опытный образец электромагнитного перфоратора (ЭМП) на энергию удара до 150 Дж. Опытный образец ЭМП прошел в 2007 г. успешные испытания на Риддер-Сокольном руднике, показав скорость бурения по породам крепостью с коэффициентом 18-20 по шкале проф.

Протодьяконова в 1,5 раза выше, чем у пневмоперфоратора ПК-75 аналогичного класса. Производственные испытания показали пути совершенствования ЭМП и по гранту АО «Фонд науки» был разработан и изготовлен опытно-промышленный образец, у которого по результатам полигонных испытаний энергия единичного удара составила 180 Дж.

Результаты своих исследований Г.А.Кораблев опубликовал в более чем 50 научных статьях, им было получено 11 авторских исследований СССР на изобретения и 3 патента РК.

Заслуги к.т.н Г.А.Кораблева перед горной наукой неоднократно отмечались Почетными грамотами РГП «НЦ КПМС РК», Института, он награжден медалью «Ветеран труда» и отмечен Министерством по инвестициям и развитию Республики Казахстан» нагрудным знаком «Қеңші Данқы» 3 степени.

К 65-летнему юбилею

МУЗГИНА ВЕРА СЕРГЕЕВНА

21 марта 2016 г. исполнилось 65 лет старшему научному сотруднику лаборатории спецметодов разработки недр, доктору технических наук Музгине Вере Сергеевне.

В.С. Музгина родилась в г. Москве, где ее отец – Музгин Сергей Спиридонович учился в аспирантуре.

В 1968 году окончила среднюю школу № 113 г. Алматы с серебряной медалью.

В сентябре 1969 года поступила, а декабре 1974 года окончила с отличием горный факультет Казахского политехнического института им. В.И. Ленина по специальности: «Экономика, организация и планирование горной промышленности». Во время учебы проявляла интерес к научной работе, участвовала в студенческих конференциях. Ее доклад по политической экономии был отмечен поощрительной премией. Она также принимала активное участие в общественной работе: избиралась комсоргом группы, членом комсомольского бюро горного факультета, работала в студенческом строительном отряде и в подшефном пионерском лагере. Ученый совет горного факультета рекомендовал В.С. Музгину для поступления в аспирантуру.

С февраля 1975 года В.С. Музгина работала в институте горного дела АН КазССР в лаборатории проблем закладки, пройдя путь от старшего инженера до старшего научного сотрудника.

Являлась ответсвенным исполнителем фундаментальных, прикладных и хоздоговарных работ по разработке технологий закладочных работ; составов закладочных смесей; технико-экономической оценкой эффективности утилизации отходов производственных процессов для закладки и снижения вредного воздействия горного производства на окружающую среду; оценке воздействия породных отвалов и хвостохранилищ на окружающую среду; эксперементальному определению удельной сдуваемости пыли и расчету экологического ущерба от пыления породных отвалов. Является автором технологических инструкций по производству закладочных работ на шахтах НПО «Жезказганцветмет»

Она постоянно повышала свою квалификацию: прошла переподготовку в Ленинградском горном институте по направлению: «Экология и рациональное использование природных ресурсов», закончила экономическое отделение вечернего Университета марксизма-ленинизма, заочную аспирантуру при ИГД АН КазССР.

В.С. Музгина продолжала активно участвовать в общественной жизни. В 1975-1980 годах избиралась членом комитета комсомола ИГД АН КазССР, в 1981-1984 годах – членом бюро Ауэзовской районной комсомольской организации, являлась председателем Совета молодых

ученых и специалистов Ауэзовского района г. Алматы. В 1981 году вступила в ряды КПСС. Избиралась членом партийного бюро ИГД и членом ревизионной комиссии Ауэзовской районной парторганизации. За высокие производственные показатели, активную работу по коммунистическому воспитанию молодежи и в связи с 60-летим Ленинского Коммунистического Союза Молодежи Казахстана награждена Почетной Грамотой Верховного Совета Казахской ССР.

В 1989 году защитила кандидатскую диссертацию на тему: «Обоснование эффективных составов и способов возведения искусственных массивов с использованием склонных к самовозгоранию шахтных пород» по специальности 05.15.02 «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых».

В 1999 году В.С. Музгина перешла на работу в ТОО «Горное бюро» на должность заместителя директора, где занималась проектами, связонными с разработкой месторождений полезных ископаемых, в частности Сатпаевского месторождения ильменитовых песков; переработкой минерального сырья; участвовала в работе по гранту «Эколинкс» (США) по проблеме очистки сточных вод автомоек г. Алматы.

С сентября 2001 года по май 2007 года работала в РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» в должности Главного ученого секретаря.

Занималась подготовкой годовых отчетов по научно-техническим программам, выполняемым РГП «НЦ КПМС РК»; организацией работы Научно-технического и Ученого совета Национального центра; организацией послевузовского профессионального образования (аспирантура) и работы диссертационного совета Национального центра; подготовкой и организацией научных конференций, семинаров, совещаний; подготовкой и выпуском сборников научных трудов и материалов конференций; подготовкой в печать очередных номеров журнала «Промышленность Казахстана». С 2006 года по настоящее время она является членом редакционного совета этого журнала.

В.С. Музгина успешно налаживает международные научные связи – с 1998 года по настоящее время является членом Международного оргкомитета ежегодного Международного Симпозиума по планированию горных работ и выбору оборудования.

В 2004 году защитила докторскую диссертацию на тему: «Оптимизация составов многокомпонентных смесей для комбинированной закладки в малоотходных технологиях добычи-переработки руды» по специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

С 2008 по 2010 год являлась членом диссертационного совета Д 53.03.07 при ИГД им. Д.А. Кунаева.

С июня 2007 года по настоящее время работает менеджером по научно-техническому развитию ТОО «Горное бюро». В сферу ее

обязанностей входит подготовка научно-аналитических отчетов, научных публикаций по результатам работы компании, а также повышение квалификации кадров.

Она имеет опыт преподавательской работы. В 2005-2006 учебном году в КазНТУ им. К.И. Сатпаева вела курс лекций для студентов-горняков, разработала учебно-методический комплекс «Технология подземных горных работ» для специальности 050707 «Горное дело». В 2011-2012 учебном году вела курсы лекций: «Процессы, инструментарий и методы управления интеграцией и содержанием проекта» и «Процессы, инструменты и методы управления стоимостью, сроками, и качеством проекта» для магистрантов по специальности 6М051800 «Управление проектами», а также курс лекций по дисциплине «Информатика» для студентов первого курса по специальности: 5В070800 – заочная дистанционная форма обучения.

В ТОО «Горное бюро» руководит ежегодной практикой студентов и магистрантов КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, осуществляемой на основе заключенного между сторонами договора, а также является официальным рецензентом магистерских диссертаций по дисциплине «Управление проектами».

В июне 2016 года утверждена членом диссертационного совета по защите докторских диссертаций доктора по профилю (PhD) КазНИТУ им. К.И. Сатапаев по специальностям: 6D070700 – Горное дело, 6D071100 – Геодезия.

Имеет свыше 200 научных трудов, в том числе 1 патент Республики Казахстан и два авторских свидетельства, 44 работы опубликованы на английском языке в странах дальнего зарубежья.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Абаева Г. М.	Магистрант 1 курс, КазНИТУ им. К.И.Сатпаева
Абдыкаримова Г.Б.	Магистр, зав. сектором НИОКР ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Абдижаппар Н. А.	Магистрант Каф. РНиГМ КазНИТУ им. К.И. Сатпаева.
Адилова К. Ж.	Старший преподаватель кафедры ЭиОМНГ, КазНИТУ им.К.И.Сатпаева.
Алтаева А.А.	Инженер лаб. горного давления ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Алишева Ж. Н.	Докторант ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Байтов Ж.К.	Директор по производству ТОО «Prodrill Exploration L.L.P.»
Балтиева А.А.	Зав. лаб. горного давления ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Байботаева С. Е.	Докторант 2 года обучения кафедры «Разработка нефтяных и газовых месторождений» КазНИТУ им. К.И. Сатпаева.
Бекбергенов Д. К.	К. т. н. Зав. лаборатории «Комплексного освоения недр ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Бектур Б. К.	Магистр, PhD докторант, инженер лаборатории Комплексное освоение недр ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Бердинова Н.О.	Инженер лаб. горного давления ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Битимбаев М.Ж.	Д.т.н., профессор, академик НИА РК, ГНС Национальной инженерной академии РК, г. Алматы.
Бубнова М. Б.	К. т. н., с.н.с. Федерального государственного бюджетного учреждение науки ИГД ДВО РАН.
Букейханова С. С.	Вед. инженер лаборатории проектирования и освоения недр ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Букейханов Д.Г.	Д. т. н., профессор, академик Академии минеральных ресурсов РК, Международной академии минеральных ресурсов, Академии горных наук Российской Федерации. Начальник отдела «Геотехнологии, горнойсистемологии и недроведения» ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Буктуков Н.С.	Д. т. н., профессор, академик Казахстанской национальной академии естественных наук, директор ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Васин К.А.	Инженер лаб. физико-технических проблем разработки месторождений ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Васин М.К.	Инженер лаб. физико-технических проблем разработки месторождений ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.

Волков А.П.	К.т.н., зав. отделом технологии подземной разработки рудных месторождений ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Даукей С.Ж.	Академик НАН РК, эксперт Казахмыс.
Джангулова Г. К.	К. т. н., СНС лаборатории горного давления ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Ефанов С.Л.	Инженер лаб. физико-технических проблем разработки месторождений ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Жалгасулы Н.	Д.т.н., проф., зав.отд. ЭБГР, ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Жолмагамбетова С. Ж.	Магистрант 1 курс, КазНИТУ им. К.И.Сатпаева.
Жумабек А. Ж.	Магистрант 1 курс, КазНИТУ им. К.И.Сатпаева
Исмаилова А.А.	М.н.с. лаб. ФХСПМС ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Кадыкенова Н. Е.	Магистрант ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Камбаков Т. У.	К. т. н., и.о. доцент кафедры РНГМ, КазНИТУ им. К.И.Сатпаева.
Когут А.В.	К.т.н., зав.лаб. ЭРОН ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Куандыков А. А.	Д.т.н., профессор**.** Главный научный сотрудник лаборатории геоинформатики ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Лысенко С.Б.	Вед. инженер лаборатории открытой разработки недр ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Липина Л.Н.	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Дальневосточного отделения науки.
Малгаждар Б. О.	Магистрант. каф. РНиГМ КазНИТУ им. К.И. Сатпаева.
Метакса Г.П.	Д.т.н., зав. лаб. физико-технических проблем разработки месторождений ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Молдабаева Г. Ж.	Д.т.н., профессор кафедры Разработка нефтяных и газовых месторождений КазНИТУ им. К.И. Сатпаева.
Мусаев С. Т.	Магистрант 1 курс, КазНИТУ им. К.И.Сатпаева.
Нурбекова К. С.	К.т.н., старший преподаватель кафедры РНГМ, КазНИТУ им.К.И.Сатпаева.
Нурлыбаев Р. О.	К.т.н., в.н.с. лаборатории взрывных работ ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Озарян Ю. А.	К. т. н., н.с., Федерального государственного бюджетного учреждение науки ИГД ДВО РАН.
Орынгожин Е. С.	Д.т.н., доцент, зав. лаб. СМРН ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Петрович С. И.	Пенсионер, доктор технических наук.
Помашев О. П.	К.т.н., доцент кафедры разработки и обслуживания нефтегазовых месторождений КазНИТУ им. К.И. Сатпаева.
Рамазанов Б. М.	К. т.н. Председатель Правления АО «Шалкия Цинк ЛТД».

Рогов Е. И.	Д. т. н., профессор, академик НАН РК, зав. лабораторией Основ теории технологии добычи полезных ископаемых ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Рыспанов Н. Н.	Президент Консорциум «Казпром-Неруд».
Слащев А. И.	Магистр, аспирант Института геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАНУ), Украина, г. Днепропетровск.
Стукалова Н. Г.	К.т.н., с.н.с. ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Съедина С.А.	Инженер лаб. горного давления ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Токтаров А.А.	Магистр, инженер лаборатории Комплексное освоение недр ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Усиков В.И.	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Дальневосточного отделения науки.
Файзулин М. А.	К.т.н., в.н.с., ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Шакиримов А. Б.	Научно-исследовательский институт «Казтехпроект», директор.
Шамганова Л.С.	Д.т.н., зам. директор по научной работе ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы.
Шевченко В. Г.	Д.т.н., ученый секретарь института Института геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАНУ), Украина, г. Днепропетровск.
Шукманова А. А.	Докторант, ст. преп. Каф. РНиГМ КазНИТУ им. К.И. Сатпаева.
Яланский А. А.	К.т.н., доцент кафедры электропривода Государственного высшего учебного заведения «Национальный горный университет» (ГВУЗ «НГУ»), Украина, г. Днепропетровск.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Буктуков Н.С., Шамганова Л.С., Бояндинова А.А.
Вклад Института горного дела им. Д.А. Кунаева в развитие горно-металлургической отрасли за годы Независимости Казахстана……5

2. Абаева Г.М. , Камбаков Т.У.
Анализ методов повышения нефтеотдачи пластов на последней стадии разработки……..20

3. Петрович С.И., Файзулин М.А., Стукалова Н.Г.
Разработка мероприятий по достоверному учету количества и качества добываемого минерального сырья……29

4. Рыспанов Н.Н., Шакиримов А.Н.
Определение статистических зависимостей на примере ОПВ-2 (Акдала) для площади и запасов урана в участках в функции от борта.....37

5. Метакса Г.П. , Васин К.А. , Ефанов С.Л. , Васин М.К. , Абдыкаримова Г.Б.
Поверхностные явления на контакте разнородных металлов.....43

6. Молдабаева Г.Ж., Байботаева С.Е.
Научные основы применения деэмульгаторов при добыче нефти……50

7. Нурлыбаев Р.О., Помашев О.П.
Разработка способа и технологии добычи одиночных мощных нефтяных пластов...56

8. Рогов Е.И., Шакиримов А.Н., Рыспанов Н.Н.
Влияние извлечения рения и других попутных металлов на бортовое содержание урана при ПСВ.....63

9. Орынгожин Е.С., Шукманова А.А., Алишева Ж.Н., Малгаждар Б.О.
Гидродинамический метод нефтеотдачи и гидравлический разрыв пласта……73

10. Буктуков Н.С. , Волков А.П., Баитов Ж. К.
Исследование шахтных селевых водо-каменных потоков на физической модели.....79

11. Нұрбекова К.С., Жолмагамбетова С.Ж., Мусаев С.Т.
Қабатты гидравликалық жару технологиясы……..87

12. Рыспанов Н.Н., Шакиримов А.Н.
Обоснование принципа близкодействия откачных и закачных скважин при гидродинамических расчетах для добычи металлов способом подземного скважинного выщелачивания.....93

13. Аділова К.Ж., Нұрбекова К.С., Абаева Г.М., Жұмабек А.
Мұнайбергіштікті арттыратын жылу әдісі – қабат ішіндегі жану……....99

14. Орынгожин Е.С., Шукманова А.А., Абдижаппар Н.А., Кадыкенова Н.Е.
Построение геолого-статической модели поиска и оценка залежей для разработки нефтяных месторождений.....106

15. Волков А.П., Шамганова Л.С., Баитов Ж.К.
Анализ моделей образования и движения искусственных селевых водо-каменных потоков, используемых в горном деле для доставки отбитой руды……..111

16. Шамганова Л.С., Балтиева А.А., Лысенко С.Б., Алтаева А.А.
К вопросу создания геомеханической модели подземного рудника……120

17. Даукей С.Ж., Битимбаев М.Ж., Шамганова Л.С. , Бердинова Н.О., Съедина С.А.
Вопросы оценки геомеханического состояния выработанного пространства и целиков различного назначения……125

18. Помашев О.П., Нурлыбаев Р.О., Сарыбаев М.А.
Оценка величины горного давления впереди очистного забоя по натурным замерам деформаций и смещений кровли……132

19. Дырда В.И., Логинова А.А., Шевченко В.Г.
Определение реологических характеристик и параметров резиновых элементов горных
машин…….....140

20. Бекбергенов Д.К., Джангулова Г.К., Бектур Б.К. , Токтаров А.А.
Систематизация оставленных природно-техногенных запасов при повторной подземной разработке обрушенного района Жезказганского месторождения……..148

21. Липина Л.Н., Усиков В.И.
Создание картографической базы данных географических информационных сетей для оценки экологической обстановки территории, на примере нижне-амурского горнопромышленного района……..155

22. Жалгасулы Н., Когут А.В., Исмаилова А.А.
К вопросу мониторинга окружающей среды при освоении техногенных минеральных образований……163

23. Озарян Ю.А., Бубнова М.Б.
Факторы экологического риска, выявленные при оценке вредного воздействия на окружающую среду горнодобывающих предприятий……171

24. Каргаполов А.А.
Прогноз зон скопления метана на углегазовых месторождениях геолого-геофизическими методами……...179

25. Шевченко В.Г., Слащёв А.И., Яланский А.А.
Применение методов нечеткой логики в задачах оценки степени опасности геотехнических систем……..186

26. Букейханов Д.Г., Букейханова С.С., Куандыков А.А.
Принципы создания программного обеспечения сложных динамических систем в САПР глубоких карьерах……..195

27. Букейханов Д.Г., Рамазанов Б.М., Лысенко С.Б.

Развитие принципов и технологий создания систем автоматизированного проектирования горных предприятий……207

К 85-летнему юбилею
Хакимжанова Темирхана Едрисовича …….……217

К 85-летнему юбилею
Нугманова Кабдена Хамзиновича…..……219

К 80-летнему юбилею
Кораблева Геннадия Александровича……..220

К 65-летнему юбилею
Музгины Веры Сергеевны ……223

Сведения об авторах……226

Содержание……..229

Подписанно в печать 26.12.2016 г.
Формат 84х62 1/16. Усл. печ. л. 13,5
Гарнитура "Arial". Бумага офсетная
Тираж 100 экз.
Отпечатано в типографии ТОО "Pantera print"
г. Алматы, ул. Казыбек би -105,
Тел./ факс: +77272798156
e-mail: pantera.print@mail.ru