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

МАТЕРИАЛЫ
Международной научно-практической конференции
«Горные науки в индустриально-инновационном
развитии страны», посвященной 70-летию
Института горного дела им. Д. А. Кунаева,
10 - 11 сентября 2015 г.

ТРУДЫ

том 87

Алматы, 2015 г.

УДК 622.3 (075)

ББК 33.1 я 7
Н34

Редакционная коллегия: Д.т.н., проф., чл.-корр. НАН РК Буктуков Н.С. – председатель
д.т.н. Шамганова Л.С. – заместитель председателя
к.х.н. Черманова 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. Абдугалиева Г.Ю., 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. Вагапов Р.В., к.т.н. Волков А.П.

Рецензенты: академик НАН РК, доктор технических наук, профессор Б.Р. Ракишев
академик НАН РК, доктор технических наук, профессор Е.И. Рогов

Научно-техническое обеспечение горного производства:
Н34 Труды Института горного дела им. Д.А. Кунаева:
/Под общей ред.: чл.-корр. НАН РК, д.т.н., проф. Н.С. Буктукова. - Алматы, 2015 г.- т. 87 – 464 с.

ISBN 978-601-7093-30-3

Сборник составлен по материалам Международной научно-практической конференции «Горные науки в индустриально-инновационном развитии страны», посвященной 70-летию Института горного дела им. Д. А. Кунаева (10 - 11 сентября 2015 г., г.Алматы).

В сборнике представлены статьи, отражающие решение актуальных проблем горного производства Республики Казахстан и стран ближнего зарубежья. Значительная часть опубликованного материала посвящена исследованиям геомеханических процессов и управлению, ресурсосберегающим и экологически безопасным технологиям, механизации, автоматизации, управлению производством, комплексному освоению минерального сырья и рациональному недропользованию, экологическим вопросам ведения горных работ, а также научно-обоснованному совершенствованию существующих и созданию инновационных технологий добычи руд, нефти, газа, угля, метана, сланцев, нерудных и строительных материалов с учетом экологических факторов.

Рассмотрены вопросы механизации, автоматизации, моделирования, компьютерного проектирования и планирования, экономики горнодобывающих предприятий, а также результаты исследований средств механизации основных и вспомогательных операций на подземных рудниках, шахтах и карьерах. В сборник вошли аналитические доклады, посвященные рассмотрению вопросов: технологического потенциала освоения минерального сырья, импортозамещения горно-транспортной техники, места малого и среднего бизнеса в экономике Казахстана в рамках ЕАЭС и др.

Сборник предназначен для научных и инженерно-технических работников, занимающихся исследованиями и проектированием горных предприятий, руководителей горнодобывающих отраслей промышленности, а также может быть полезен преподавателям, докторантам, магистрантам и студентам вузов горного профиля.

УДК 622.3 (075)
ББК 33.1 я 7

Сборник рекомендован к опубликованию решением Ученого совета
ИГД им. Д. А. Кунаева, протокол № 3 от 30 июля 2015 г.

ISBN 978-601-7093-30-3

© ИГД им. Д. А. Кунаева
филиал РГП «НЦ КПМС РК», 2015

Уважаемые сотрудники Института горного дела имени Д.А. Кунаева! Уважаемые участники Международной научно-практической конференции «Горные науки в индустриально-инновационном развитии страны»!

От имени Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан разрешите поздравить Вас со знаменательной датой - 70-летием Института горного дела имени Д. А. Кунаева и открытием юбилейной международной научно-практической конференции!

Горно-металлургический комплекс Республики Казахстан функционирует на основе одной из крупнейших в мире минерально-сырьевой базы и включает в себя добывающие, обогатительные и перерабатывающие предприятия.

Одной из важнейших и приоритетных проблем в развитии отечественного горно- металлургического комплекса является модернизация его предприятий по таким направлениям, как техника и технологии, системы маркетинга, менеджмента, информационного и кадрового обеспечения. Сегодня на предприятиях горно-металлургического комплекса довольно низкий технический уровень, моральный износ техники и технологий переделов, составляющий порядка 35-40%, является одной из причин ресурсоемкости и недостаточной конкурентоспособности продукции. В этих условиях необходимо провести эффективную модернизацию и реструктуризацию производств, изменить уровень монополизации. Необходимы массированные инвестиции на модернизацию, создание новых производств, конкурентоспособных на внешнем и внутреннем рынках продукции.

Институт за годы своего становления и развития превратился из небольшого сектора в главный центр горной науки в Казахстане. При этом, несмотря на определенные трудности перехода на новые экономические условия, Институт сохранил свой научно-технический потенциал и инфраструктуру, позволившие ему успешно решать все поставленные перед ним задачи.

Ученые Института внесли существенный вклад в развитие и совершенствование методологии, техники и технологии добычи полезных ископаемых открытым и подземным способами. Институт имеет тесные связи с производством, оказывает научную и техническую помощь в решении злободневных текущих задач горного производства. Разработанные Институтом инструкции, методические положения, рекомендации являются нормативными документами для целого ряда горнодобывающих предприятий Казахстана.

Поздравляя коллектив Института горного дела им. Д.А. Кунаева с юбилеем, желаю всем личного счастья, благополучия, больших творческих успехов в решении научно-технических проблем горного производства, дальнейшей активной подготовки высококвалифицированных кадров для горной науки.

Выражаю надежду, что проведение международной научно-практической конференции послужит дальнейшему сближению науки и производства, консолидации научно-технического потенциала страны для успешной реализации Второго этапа Государственной программы форсированного индустриально-инновационного развития Республики Казахстан.

Всем участникам конференции желаю плодотворной работы.

Вице – министр **А. Рау**

Уважаемые участники конференции!

В условиях интеграции Казахстана в мировую хозяйственную систему особое место отводится горно-металлургическому комплексу, как базовому и приоритетному комплексу экономики страны.

Горнодобывающая промышленность и освоение природных ресурсов во все времена были и остаются определяющими для многих направлений жизне-деятельности человечества. На ее базе формируется мировая экономика и решаются задачи социального характера, она играет большую роль в стратегии развития на ближайшую перспективу и в геополитике нашей страны, занимающей ведущие позиции в мире как по запасам минерально-сырьевой базы, так и объему горного производства. В этой области в Казахстане накоплен большой научно-технический и производственный потенциал, который необходимо не только поддерживать, но и всемерно развивать, соблюдая при этом один из принципов устойчивого развития, заключающийся в том, чтобы адекватно удовлетворять потребности как нынешнего, так и будущих поколений. Это требует оперативных мер по его адаптации к современным рыночным условиям и дальнейшему эффективному развитию в соответствии со спецификой отечественной минерально-сырьевой базы и внешними условиями промышленного освоения месторождений полезных ископаемых. Очевидно, что эффективность реализации необходимых мер в значительной степени зависит от совместных творческих усилий и уровня взаимодействия представителей науки и производства в данной области и учета богатейшего мирового опыта. Помимо этого, все большее значение приобретает и становится все более очевидным целесообразность принятия мер по усилению координации работы предприятий горнодобывающего комплекса страны, практически по всем аспектам их деятельности. Это позволит с государственных позиций осуществлять единую политику своевременного восполнения минерально-сырьевой базы, создавать условия для формирования общей политики устойчивого развития горно-металлургического комплекса в целом в соответствии с современными общемировыми требованиями в данном направлении.

Проведение международной научно-практической конференции «Горные науки в индустриально-инновационном развитии страны», посвященной 70-летию Института горного дела им. Д. А. Кунаева, несомненно, является актуальным и своевременным, имеет высокое научно-практическое значение, будет способствовать успешной реализации индустриально-инновационной политики, проводимой руководством страны и Правительством Республики Казахстан. Участие в конференции научной общественности, крупных инвесторов и менеджеров горного производства вселяет надежду на формирование консолидированных инициатив, обеспечивающих безошибочный выбор верных направлений развития и решения имеющихся проблем в области горного дела.

Поздравляю руководство и коллектив филиала РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» Институт горного дела им. Д.А. Кунаева со знаменательным юбилеем -70-летием института!

Желаю успехов, плодотворной работы и дальнейшего развития потенциала в решении текущих и перспективных задач горного производства, благополучия и процветания институту!

Поддерживая проведение Международной научно-практической конференции «Горные науки в индустриально-инновационном развитии страны», посвященной 70-летию Института горного дела им. Д.А. Кунаева, прошу передать самые теплые приветствия участникам и гостям конференции, пожелать успешной и плодотворной работы.

Министр энергетики
Республики Казахстан **В. Школьник**

Уважаемые сотрудники Института горного дела им. Д. А. Кунаева, уважаемые участники конференции!

Позвольте поздравить Вас со знаменательным юбилеем – 70-летием Института и открытием международной научно-практической конференции!

Республика Казахстан располагает мощнейшей минерально-сырьевой базой и является одной из крупнейших горнодобывающих стран мира. По запасам природных ресурсов она занимает шестое место в мире, а стоимость разведанных богатств недр Казахстана оценивается в 10 триллионов долларов США. По общему объему добычи твердых полезных ископаемых

Казахстан занимает 13 место среди 70 добывающих стран мира. В Казахстане, также как в Канаде, Австралии и Бразилии, основная доля валовой добавленной стоимости приходится именно на горнодобывающую промышленность.

Созданный в тяжелые военные годы Институт горного дела внес значительный вклад в развитие методологии, техники и технологии добычи полезных ископаемых открытым и подземным способами. Глубокие фундаментальные исследования позволили ученым Института разработать целый ряд эффективных технологий, которые были по достоинству оценены в разные годы не только научным сообществом, но и руководством страны.

Институт имеет тесные связи с производством, оказывает научную и техническую помощь в решении злободневных текущих задач горного производства. Разработанные Институтом инструкции, методические положения, рекомендации являются нормативными документами для целого ряда горнодобывающих предприятий Казахстана. Научно-технические разработки Института горного дела им. Д.А. Кунаева внедрены на таких отечественных промышленных предприятиях, как АО «Костанайские минералы», АО «ТНК «КазхромТОО «Корпорация «Казахмыс», НАК «Казатомром», АО «Васильковский ГОК», АО «ССГПО», СП ТОО «NOVA-ЦИНК» и др.

В рамках юбилейной конференции необходимо широко обсудить все имеющиеся проблемы развития научно-технического потенциала горнодобывающего комплекса Казахстана, учесть имеющийся международный опыт в данной области и выработать качественные решения, которые могли бы войти в реальный план Второго этапа Государственной программы по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан. Искренне надеюсь, что проводимая конференция будет способствовать развитию взаимовыгодного сотрудничества между представителями научной и производственной сфер деятельности.

Всем участникам конференции желаю творческих успехов, перспективных проектов, удачи во всех начинаниях и плодотворной работы.

Уважаемые сотрудники Института горного дела им. Д.А. Кунаева! Примите мои искренние поздравления в связи с 70-летием Института! Желаю всему коллективу здоровья, счастья и благополучия, а Институту – стабильности и процветания.

Генеральный директор
РГП «НЦ КПМС РК»,
д-р техн. наук, профессор,
академик НАН РК,
Лауреат Государственной премии РК
Заслуженный изобретатель РК **А. Жарменов**

Уважаемые сотрудники Института горного дела им. Д. А. Кунаева, уважаемые участники конференции!

Поздравляю со знаменательным юбилеем – 70-летием Института и началом проведения международной научно-практической конферен-ции «Горные науки в индустриально-иннова-ционном развитии страны»!

Пользуясь случаем, хочу выразить наилучшие пожелания сотрудникам Института – моим коллегам ученым-горнякам. Как горного инженера меня всегда интересовала научная и практическая деятельность этого уважаемого Института, достижения которого использовались в работе многих ученых и производственников Казахстана и стран СНГ.

Выдающиеся ученые, работавшие и работающие в Институте горного дела внесли существенный вклад в развитие и совершенствование техники и технологии добычи полезных ископаемых открытым и подземным способами, среди них: академики НАН РК Ш. А. Алтаев, Ш. А.-Г. Болгожин, Е. И. Рогов, члены-корреспонденты Академии наук Казахстана А. В. Бричкин, А. Ч. Мусин, Ж. М. Канлыбаева, А. М. Мустафина, Т. М. Ермеков, Н. С. Буктуков, С. Ж. Галиев, доктора наук И. З. Лысенко, В. Ш. Шарипов, С. С. Музгин, А. М. Сиразутдинов, А. Е. Ергалиев, А. М. Ткаченко, Ю. И. Чабдарова, А. Д. Бектыбаев, Д. Г. Букейханов, Г. А. Прокушев, Т. Е. Хакимжанов, В.Н. Попов, Е. К. Едыгенов, Л. С. Шамганова, Н. Жалгасулы, Г. И. Тамбиев, кандидаты наук С. Ф. Шепелев, А. Н. Джакупбаев, В. А. Исаков, А. Н. Стаханов, К. Х. Нугманов, Ю. И. Мальченко, К. К. Тулебаев и многие другие.

Институт активно ведет подготовку научных кадров: кандидатов и докторов наук, подготовил ряд магистров, в настоящее время успешно осуществляет совместную с КазНИТУ им. К.И. Сатпаева подготовку магистрантов и PhD- докторов.

Выражаю надежду на дальнейшее взаимовыгодное сотрудничество для решения задач по укреплению интеграции образования, науки и производства.

Приветствую всех участников конференции, желаю плодотворной работы и творческих успехов!

Поздравляю коллектив Института горного дела им. Д.А. Кунаева со знаменательной датой и желаю всем счастья, благополучия, больших творческих успехов, дальнейшей активной подготовки высококвалифицированных кадров для горной науки и производства!

Уполномоченное лицо
НАО «КазНИТУ им. К. И. Сатпаева»,
д.т.н., проф., академик КазНАЕН **А. Зейнуллин**

Уважаемые участники и гости конференции!

Рад приветствовать Вас в стенах Института горного дела им. Д. А. Кунаева на Международной научно-практической конференции «Горные науки в индустриально-инновационном развитии страны», посвященной 70-летию Института.

В целях ускоренного увеличения добычи минерального сырья, перестройки горной промышленности республики на военные нужды и оказания практической помощи горнодобывающим предприятиям по инициативе члена-корреспондента АН СССР **Сатпаева Каныша Имантаевича** Постановлением Президиума Казахского филиала Академии наук СССР № 4 от 21.02.1943 г. в составе Института геологических наук КФАН СССР был создан «Сектор горного дела». В соответствии с Постановлением Совнаркома КазССР от **6 декабря 1944 г.** № 689 «Сектор горного дела» Института геологических наук КФАН СССР был преобразован в **Институт горного дела** КФАН СССР.

Создание специального научно-исследовательского Института горного профиля в Казахстане позволило успешно решать проблемы, связанные с интенсификацией горных работ при добыче полезных ископаемых открытым и подземным способами с постановкой натурных и лабораторных исследований. В СССР Институт был головным по трем научным направлениям: роботизация горного производства, использование самоходного транспорта в подземных условиях и охране окружающей среды. За эти годы Институт внес значительный вклад в совершенствование техники и технологии добычи полезных ископаемых Казахстана открытым и подземным способами, в создание безопасных и комфортных условий труда на горнорудных и угольных предприятиях, рациональное и комплексное использование минерального сырья, охрану окружающей среды и рекультивацию нарушенных горными работами земель.

В 1993 г. Институт горного дела АН Казахской ССР вошел в состав РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан». Постановлением Президента Республики Казахстан «Об увековечении памяти академика Д. А. Кунаева» от 24 февраля 1994 г. Институту присвоено имя Д. А. Кунаева, видного государственного деятеля, ученого-горняка.

Институт сотрудничает с научно-исследовательскими организациями и вузами стран СНГ, поддерживает творческие связи с учеными дальнего зарубежья, с горнодобывающими предприятиями Казахстана.

Позвольте выразить надежду, что Международная научно-практическая конференция «Горные науки в индустриально-инновационном развитии страны» пройдет с максимальной результативностью, послужит сближению науки и производства, предоставит хорошую возможность для обмена опытом работы и поиска решений, возникающих в отрасли проблем, сможет в какой-то степени консолидировать научно-технический потенциал страны для реализации Государственной программы индустриально-инновационного развития Республики Казахстан, внесет свой вклад в создание благоприятных условий развития горно-металлургического комплекса.

От всей души желаю участникам и гостям конференции плодотворной работы, интересных и полезных встреч, успехов в дальнейшей деятельности!

Директор Института горного дела им. Д.А. Кунаева,
Заслуженный изобретатель РК,
член-корреспондент НАН РК,
д-р техн. наук, профессор **Н. Буктуков**

Уважаемые сотрудники ИГД
и администрация Института!

От всей души поздравляю Вас
со знаменательной датой – 70-летним юбилеем!

Институт Горного Дела всегда был флагманом науки и многие выдающиеся ученые работали в его стенах.

И в моей научной карьере институт сыграл важную роль.

Мне особенно хочется пожелать молодому поколению ученых-горняков успехов во всех их начинаниях на благо науки. Сохраняйте и берегите традиции творческого подхода к разработке передовых технологий XXI века.

А старшему поколению я желаю здоровья, счастья, и активного долголетия.

В день замечательного юбилея я желаю Институту Горного Дела добиваться дальнейших успехов в науке и вносить достойный вклад в дело созидания и развития Казахстана!

Малик Каюпов
Академик НАН РК

От Редакции:

Каюпов Малик Арыктаевич окончил Московский Физико-Технический институт в 1979 г. Закончив очную аспирантуру Института сейсмологии Академии наук КазССР, защитил диссертацию на тему «Оптимизация формы профиля и подкрепления отверстий в анизотропном теле в условиях плоской деформации». С 1983 г. работал в ИГД АН КазССР старшим инженером, старшим, ведущим научным сотрудником лаборатории геофизических методов исследования до 1993 г., заведующим лабораторией проблем повторной разработки недр (1993-1999 гг.). Он принимает активное участие в проведении исследований в области совместного действия динамических и статических нагрузок на горные выработки при разработке глубоких горизонтов Жезказганского месторождения, принимает активное участие в проведении экспериментальных исследований на шахтах Жезказгана.

В 1988 г. удостаивается премии Ленинского Коммунистического Союза молодежи Казахстана в области науки и техники за работу «Развитие и применение метода граничных интегральных уравнений в геомеханике». В 1989 г. за работу «Разработка способов управления геомеханическими процессами при подземной разработке месторождений» ему присуждена медаль Академии наук КазССР и вручена премия. В этом же году он признан лучшим изобретателем по Отделению наук о Земле АН КазССР. В 1990 г. награжден золотой медалью для молодых ученых АН КазССР. В 1991 г. защищает докторскую диссертацию «Геомеханические основы оптимального проектирования протяженных горных выработок». За время работы в Институте им опубликовано 75 научных работ, в том числе одна монография и получено 18 авторских свидетельств.

В период работы в Институте принимал активное участие в общественной жизни Института и Ауэзовского района: являлся членом Ауэзовского районного комитета комсомола, председателем Совета молодых ученых и специалистов Ауэзовского района.

Как высококвалифицированный специалист в области решения сложных задач механики деформирования твердого тела применительно к прикладным вопросам горного дела М.А. Каюпов в июле 1993 г. по приглашению Японского общества по поддержанию науки направляется в Национальный институт природных ресурсов и окружающей среды Университета Кобе, где проходит стажировку до августа 1996 г. В июле этого года М.А. Каюпов приглашается в Институт технической механики Университета Эрлангена - Нюрнберга, где проходит стажировку за счет Фонда А. Гумбольдта по вопросам разработки прикладных программ на базе метода граничных элементов для моделирования разрушения и трещинообразования в твердых средах. В сентябре 1998 г. М.А. Каюпов вновь возвращается в Национальный институт природных ресурсов и окружающей среды Университета Кобе.

В настоящее время академик НАН РК М. А. Каюпов работает в США

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 622.7:001

Ракишев Б.Р.
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, Алматы)

РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННЫХ И ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ - МОЩНЫЙ ИМПУЛЬС ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Аннотация

В статье отмечаются место Казахстана на мировом рынке минерального сырья и важность наращивания объемов производства редкоземельных металлов в связи с необходимостью развития наукоемких отраслей экономики. Обосновывается востребованность научных изысканий, направленных на разработку и внедрение новых технологий, процессов и технических средств, обеспечивающих более полное извлечение в товарный продукт всех полезных компонентов, содержащихся в минеральном сырье.

Ключевые слова: *минеральное сырье, полное и комплексное использование, редкоземельные металлы, наукоемкие отрасли, новые технологии, процессы.*

Түйінді сөздер: *минералды шикізат, толық және кешенді пайдалану, сирек металлдар, ғылым сиымдылығы көп салалар, жаңа технологиялар, процесстер.*

Keywords: *mineral rawmaterials, full and complex use, rareearthmetals, high-techbranches, new technologies, processes.*

Высокие технологии (англ. hightechnology, hightech, hi-tech*)* — наиболее новые и прогрессивные технологии современности. Переход к использованию высоких технологий и соответствующей им техники является важнейшим звеном научно-технической революции на современном этапе. К высоким технологиям обычно относят самые наукоёмкие отрасли промышленности. Это – электроника, робототехника, самолётостроение, ракетостроение, космическая техника, программное обеспечение, нанотехнологии, атомная, солнечная и водородная энергетика, биотехнологии, генная инженерия и экологически чистые технологии во всех отраслях экономики.

Все высокие технологии, основаны на использовании цветных, благородных, редких металлов и редкоземельных элементов. В мире инновационных и высоких технологий нашли широкое применение следующие дорогостоящие РЗЭ: индий, скандий, платина, рений, палладий , осмий, селен, теллур, кобальт, кадмий и др [1].

Все эти элементы, как правило, являются сопутствующими базовых металлов и в определенном количествесодержатся в рудах месторождений твердых полезных ископаемых Казахстана. В рудах среднестатистического эксплуатируемого месторождения цветных металлов Казахстана присутствуют 16-20 полезных компонентов со следующим содержанием: золото - 1,0 г/т, серебро - 15 г/т, висмут - 0,05%, платина - 0,05%, палладий - 0,05%, кобальт - 0,05%, селен - 2,8 г/т, теллур - 0,26 г/т, кадмий - 0,04 г/т, рений - 0,25 г/т, индий - 20 г/т, осмий - 0,02 г/т, таллий -0,01%. Однако их промышленное производство должным образом не наложено на предприятиях горно-металлургического комплекса (ГМК) Казахстана[3].

На важность наращивания объемов производства редкоземельных металлов, учитывая их значимость для наукоёмких отраслей экономики – электроники, лазерной техники, атомной, водороднойэнергетики, коммуникационного и медицинского оборудования особое внимание обращено в Послании Президента РК Н.А. Назарбаева 2014 года [2].

В этой связи следует заметить, что ученые Казахского национального технического университета им. К.И. Сатпаева имеют достаточный опыт в области рационального освоения недр и комплексного использования полезных ископаемых. Так, академики АН Каз ССР А.С. Попов, О.А. Байконуров, А.В. Бричкин, И.И. Бок, Е.Д. Шлыгин, В.Д. Пономарев, А.Л. Цефт, Х.А. Аветесян и другие еще в середине XX века под руководством выдающегося ученого мирового масштаба академика АН СССР К.И. Сатпаева создали научные основы и пионерные технологии получения различных металлов из комплексного минерального сырья.

Благодаря усилиям их учеников и производственников Казахстан в настоящее время является крупнейшим производителем рения (второе – третье места), бериллия (первое – четвертое места), хромовой руды, феррохрома, титановой губки (второе место), марганцевой руды, ферросплавов, тантала, асбеста, ниобия, галлия, технического таллия, мышьяка (третье место), урана (первое место), ванадия (пятое место), висмута (шестое место), рафинированной меди, цинка, кадмия, бора, серы (шестое-седьмое места), железной руды (двенадцатое место), угля (одиннадцатое место), нефти и газа (семнадцатое место) [3].

За последние три года в республике в год среднем добывается 110 млн.т. угля, 25 млн.т. железной руды, 8,0 млн.т. окатышей, 32 млн.т. медной руды (410 тыс.т. медного концентрата), 6,3 млн.т. свинцово-цинковой руды (36 тыс.т. свинцового, 400 тыс.т. цинкового концентрата), 4,8 млн.т. хромовых руд, 22,0 тыс.т. урана, 3,0 млн.т. марганцевых руд, 250 т. молибдена, 30 т. рудничного золота, 650 т. рудничного серебра, 5,3 млн.т. бокситовых руд, 2,0 млн.т. асбеста и т.д.

Вместе с тем на большинстве горно-металлургических предприятий Казахстана сопутствующие профильным металлам драгоценные полезные компоненты (платина,индий, скандий, палладий, рений, осмий, таллий, ниобий и др.) не извлекаются из сырья, уходят в отходы обогатительного и металлургического производств. Это связано с тем, что при утверждении запасов месторождений попутные полезные компоненты часто не оценивались и не ставились на баланс. Перед недропользователями не ставились жесткие требования по извлечению редких металлов, выявленных в рудах в процессе эксплуатации месторождения. В то же время стоимость единицы массы (т, кг) этих редких элементов более 1000 раз, а осмия более миллиона раз превышает стоимость основных металлов, например меди. На тех предприятиях, где извлекаются названные попутные редкие элементы очень низок их коэффициент извлечения из рудного сырья (около 0,4) [4, 5].

В связи с этим чрезвычайно острым становится вопрос об ускорении работ, направленных на разработку и внедрение новых технологий, процессов и технических средств, обеспечивающих более полное извлечение в товарный продукт всех компонентов, содержащихся в руде.

Решение указанной важной проблемы может базироваться на учете особенностей перехода вещества природы из одного состояния в другое соответственно при геолого-разведочных и горнодобычных работах, обогащении и металлургическом переделе. Выбранные технологии и технические средства переработки должны обеспечить максимальный выход полезных продуктов на каждом из указанных этапов. Такие результаты достигаются при полном соответствии технологий переработки руды ее природным свойствам и технологическим характеристикам [5].

Управление количеством и качеством при этом осуществляется на основе математических моделей состояния минерального сырья (МС) на каждом из этапов переработки, представленных в виде [5,6]:

$$M_{б} = \sum_{i=1}^{n} m_i ; \quad M_{р} = \varepsilon_{р} \sum_{i=1}^{n} m_i ; \quad M_{кп} = \varepsilon_{р} \sum_{i=1}^{r} \varepsilon_{yi} m_i ; \; M_{к} = \varepsilon_{р} \sum_{i=1}^{p} \varepsilon_{ki} m_i ;$$

$$M_{х} = \varepsilon_{р} \sum_{i=1}^{s} \varepsilon_{xi} m_i ; \; M_{м} = \sum_{i=1}^{q} M_{mi} = \varepsilon_{р} \sum_{i=1}^{q} \varepsilon_{ki} \varepsilon_{mi} m_i ; \quad M_{ом} = \varepsilon_{р} \sum_{i=1}^{l} \varepsilon_{oi} m_i . \qquad (1)$$

где $M_{б}$ – масса руды в контуре балансовых запасов; $M_{р}$ – масса руды, извлеченной из

недр; $M_{ро}$ – масса руды, поступившей на обогатительную фабрику; $M_{кп}$ – масса кусковой породы, удаленной из рудной массы (КП); $M_к$ – масса всего концентрата (концентратов); $M_х$ – масса хвостов обогащения (ХО); M_{mi} – масса *i*-й конечной продукции (металла); $M_м$ – масса всей конечной продукции (всех металлов); $M_{ом}$ – масса отходов металлургического предела (МП); m_i – масса *i*-го компонента в балансовых запасах; $\varepsilon_р$ – коэффициент извлечения из недр полезного ископаемого; $\varepsilon_{уi}$ – коэффициент удаления из рудной массы *i*-ой кусковой породы; $\varepsilon_{кi}$ – коэффициент извлечения *i*-го компонента из руд в концентрат; $\varepsilon_{хi}$ – коэффициент извлечения *i*-го компонента из руд в хвосты; ε_{mi} – коэффициент извлечения *i*-го компонента из концентрата металл; $\varepsilon_{оi}$ – коэффициент извлечения *i*-го компонента в отходы металлургического передела; n – число всех компонентов в объеме запасов, включая пустые породы; r – число компонентов удаленных из рудной массы; p – число полезных компонентов, извлекаемых из руд в концентрат; s – число компонентов, извлекаемых в хвосты; q – число полезных компонентов, извлекаемых из концентрата в металл; *l* – число компонентов в отходах металлургического передела.

При распространенных технологиях добычи и переработки руд $n>p>q$, $\varepsilon_р=0,5\div0,97$ (нижний предел при подземной, верхний – при открытой разработке месторождений), $\varepsilon_{уi}=0,15\div0,4$, $\varepsilon_{кi}=0,4\div0,98$, $\varepsilon_{хi}=0,02\div0,5$, $\varepsilon_{mi}=0,85\div0,98$, $\varepsilon_{оi}=0,02\div0,15$.

Для рационального освоения недр, полного и комплексного использования МС на каждом из этапов ее переработки необходимо выполнить определенный объем изыскательских и измерительных работ, а также предусматривать возможность применения прогрессивных и эффективных технологий переработки.

Например, на этапе геологоразведочных работ с использованием современной высокоточной аппаратуры повышать полноту и достоверность геологического изучения отдельных блоков месторождения, более досконально определять вещественный состав как основных, так и совместно с ними залегающих полезных компонентов, полнее изучать технологические свойства руд, четко ограничивать объемы балансовых запасов. По каждому месторождению утвердить перечень подлежащих извлечению всех полезных компонентов с указанием минимального значения коэффициентов извлечения в концентрат и металл.

На этапе горнодобычных работ нужно систематично уточнять минералогические, технологические параметры полезных компонентов, обеспечить наиболее полное извлечение из недр всех балансовых запасов, предусматривать привлечение к добыче части забалансовых запасов.

На этапе обогащения сооружать и использовать несколько технологических схем переработки руд, коллективный концентрат, резко повышающие коэффициенты извлечения каждого полезного компонента.

В цикле металлургического передела создавать дополнительные производства, нестандартные технологии, обеспечивающие максимальное извлечение всех полезных компонентов, использовать неоднократную последовательную переработку концентратов.

Анализ математических моделей состояния рудной продукции (1) на каждом из этапов переработки показывает, что все технологии геолого-разведочного, горнодобычного, обогатительного и химико-металлургического производств, предусматривающие улучшение качества, повышение полноты и комплексности извлечения основных и сопутствующих компонентов полезных ископаемых, состоят в увеличении числа n, устремлении чисел p и q к n, повышении значений коэффициентов извлечения $\varepsilon_р$, $\varepsilon_{уi}$, $\varepsilon_{кi}$, ε_{mi} и понижении значений коэффициентов извлечения $\varepsilon_{хi}$, $\varepsilon_{оi}$. Такой вывод отражает суть технических, технологических и организационных решений по повышению полноты и уровня комплексности использования рудного сырья [4-6].

Для оценки полноты и комплексности использования рудной продукции могут быть использованы технологические критерии, базирующиеся на учете степени трансформации количества и качества полезных ископаемых (ПИ) в процессе переработки. Такое состояние ПИ объективно характеризует коэффициент полезного использования (КПИ) рудной продукции, подобный общепринятому коэффициенту полезного действия в физике и технике,

представляющий собой отношение полезно используемый части РП, на рассматриваемом этапе переработки к ее полной массе перед переработкой [2].

Коэффициенты полезного использования рудной продукции – технологические показатели комплексного использования при добыче, обогащении, металлургическом переделе и в целом по горно-металлургическому комплексу (итоговый КПИ) определяются из выражений:

$$\eta_{тд} = \frac{\varepsilon_р \sum_{i=1}^{n} m_i + \varepsilon_р \sum_{j=1}^{r} \pi_j \varepsilon_{yi} m_j}{\sum_{i=1}^{n} m_i}, \quad \eta_{то} = \frac{\varepsilon_р \sum_{i=1}^{p} \varepsilon_{кi} m_i + \varepsilon_р \sum_{\varphi=1}^{f} \pi_\varphi \varepsilon_{xi} m_\varphi}{\varepsilon_р \sum_{i=1}^{n} m_i},$$

$$\eta_{тм} = \frac{\varepsilon_р \sum_{i=1}^{q} \varepsilon_{кi} \varepsilon_{mi} m_i + \varepsilon_р \sum_{\mu=1}^{t} \pi_\mu \varepsilon_{oi} m_\mu}{\varepsilon_р \sum_{i=1}^{p} \varepsilon_{кi} m_i}, \quad \eta_{ти} = \frac{G_1 + G_2 + G_3 + G_4}{\varepsilon_р \sum_{i=1}^{n} m_i}, \tag{2}$$

где $G_1 = \varepsilon_р \sum_{i=1}^{q} \varepsilon_{кi} \varepsilon_{mi} m_i$; $G_2 = \varepsilon_р \sum_{j=1}^{r} \pi_j \varepsilon_{yi} m_j$; $G_3 = \varepsilon_р \sum_{\varphi=1}^{f} \pi_\varphi \varepsilon_{xi} m_\varphi$; $G_4 = \varepsilon_р \sum_{\mu=1}^{t} \pi_\mu \varepsilon_{oi} m_\mu$; r – число используемых видов кусковой породы (КП); π_j – коэффициент использования j-го вида КП; m_φ - масса φ-го вида отходов обогащения (ОО); f – число используемых видов ОО; π_φ - коэффициент использования φ-го вида ОО; m_μ – масса μ-го вида отходов металлургического передела (МП); t – число используемых видов отходов МП; π_μ - коэффициент использования μ-го вида отходов МП.

Как видно, зависимости (2) включают в свой состав интегральные характеристики процессов добычи, обогащения и металлургического передела РП и взаимоувязывают исходные параметры различных производств с их конечными результатами.

Для проверки правомерности выражений (2) рассмотрено изменение коэффициентов полезного использования РП в зависимости от показателей переработки минерального сырья. В качестве объекта принято модельное полиметаллическое месторождение, близкое по составу руд к реальным медно-молибденовым месторождениям Актогай, Бозщаколь, Шатырколь. Массы полезных компонентов (с содержанием) на один миллион тонн руды при коэффициенте $\varepsilon_р = 0{,}95$ составляют: медь (0,7%) – 6650т, молибден (0,15%) –1425т, золото (1,0 г/т) – 0,95т, серебро (20 г/т) – 19т, платина (0,05%) – 475т, палладий (0,05%) – 475т, рений (0,3 г/т) – 0,285т, индий (20 г/т) – 19т, осмий (0,02 г/т) – 0,019т. Масса всех полезных компонентов (ПК) – 9064,254т, пустых пород (ПП) – 940935,746т, всех компонентов (ВК), т.е. $M_р$ = 950000т, $M_{кп}$= 188187,15 т (ε_y=0,2), $M_{ро}$= 761812,85 т.

Значения масс конкретных полезных компонентов в концентрате, в металле при различных величинах коэффициентов извлечения компонентов из руд в концентрат, из концентрата в металл приведены в таблице 1. В первом варианте (верхняя половина таблицы 1) для основных металлов $\varepsilon_к$ изменяется в пределах 0,75-0,8, ε_m – в пределах 0,7-0,85, для сопутствующих компонентов $\varepsilon_к$ = 0,5, ε_m = 0,6-0,7. Во втором варианте (нижняя половина таблицы) для основных металлов $\varepsilon_к$=0,8-0,90, ε_m=0,85-0,90, для сопутствующих компонентов $\varepsilon_к$ = 0,6, ε_m= 0,7-0,8.

Из данных таблицы 1 следует, что при увеличении $\varepsilon_к$ с 0,8 до 0,9 масса меди в концентрате увеличивается с 5320 до 5985 т (на миллион тонн руды), т.е. на 12,5%. При увеличении ε_m с 0,6 до 0,75 масса платины увеличивается со 142,5т до 213,75 т, т.е. на 50%. При изменении $\varepsilon_к$ с 0,6 до 0,7 масса золота в концентрате растет с 0,57 до 0,655 т, то есть на 16,6%, а при изменении ε_m с 0,7 до 0,85 масса золота (металл) растет с 0,399 до 0,5652 т, т.е. на 41,65% и т.д.

Таблица 1. Масса отдельного компонента в концентрате, хвостах обогащения, в металле и отходах в зависимости от показателей переработки

	ε_k	m_{ki}, т	ε_{xi}	m_{xi}, т	ε_{mi_1}	m_{mi_1},т	ε_{mi2}	m_{mi2},т	ε_{oi1}	m_{oi_1},т	ε_{oi2}	m_{oi2},т
Cu	0,8	5320	0,2	1330	0,8	4256	0,85	4522	0,2	1064	0,15	798
Mn	0,7	997,5	0,3	427,5	0,7	698,25	0,75	748,125	0,3	299,25	0,25	249,375
Au	0,6	0,57	0,4	0,38	0,7	0,399	0,75	0,4275	0,3	0,171	0,25	0,1425
Ag	0,6	11,4	0,4	7,6	0,7	7,98	0,7	7,98	0,3	3,42	0,3	3,42
Pt	0,5	237,5	0,5	237,5	0,6	142,5	0,7	166,25	0,4	95	0,3	71,25
Pd	0,5	237,5	0,5	237,5	0,6	142,5	0,7	166,25	0,4	95	0,3	71,25
In	0,5	9,5	0,5	9,5	0,6	5,7	0,7	6,65	0,4	3,8	0,3	2,85
ПК		6813,97		2249,98		5253,33		5617,77		1560,42		1192,29
ПП	0,07	52692,4	0,93	700056,2	0	0	0	0	1,0	52692,4	1,0	52692,4
ВК		59506,37		702306,18		5253,33		5617,77		54252,82		53884,69
Cu	0,9	5985	0,1	665	0,9	5386,5	0,93	5566,05	0,1	598,5	0,07	418,95
Mn	0,8	1140	0,2	285	0,8	912	0,85	969	0,2	228	0,15	171
Au	0,7	0,665	0,3	0,285	0,8	0,532	0,85	0,56525	0,2	0,133	0,15	0,09975
Ag	0,7	13,3	0,3	5,7	0,8	10,64	0,85	11,305	0,2	2,66	0,15	1,995
Pt	0,6	285	0,4	190	0,75	213,75	0,8	228	0,25	71,25	0,2	57
Pd	0,6	285	0,4	190	0,75	213,75	0,8	228	0,25	71,25	0,2	57
In	0,6	11,4	0,4	7,6	0,75	8,55	0,8	9,12	0,25	2,85	0,2	2,28
ПК		7220,36		1343,59		6745,72		7012,05		974,65		708,32
ПП	0,07	52692,4	0,93	700056,2	0	0	0	0	1,0	52692,4	1,0	52692,4
ВК		**59912,76**		**701399,79**		**6745,72**		**7012,05**		**53667,05**		**53400,72**

Коэффициенты полезного использования РП при обогащении и металлургическом переделе для рассмотренных вариантов соответственно составляют $\eta_{ТО}$ = 6,26%, $\eta_{ТМ_1}$ = 8,83%, $\eta_{ТМ_2}$ = 9,44%, $\eta_{ТИ_1}$ = 0,55%, $\eta_{ТИ_2}$ = 0,59% (первый вариант); $\eta_{ТО}$ = 6,30%, $\eta_{ТМ_1}$ = 11,26%, $\eta_{ТМ_2}$ = 11,70%, $\eta_{ТИ_1}$ = 0,71%, $\eta_{ТИ_2}$ = 0,74% (второй вариант).

Как видно, повышенные коэффициенты полезного использования РП достигаются при более совершенных технологиях обогащения и переработки, обеспечивающих больший коэффициент извлечения и большее число извлекаемых полезных компонентов. КПИ РП существенно повышается с увеличением используемой части отходов горно-металлургического производства (см. формулу (2)).

Особого внимания заслуживают экономические последствия более полного использования МС. Для их определения значения $M_р$, $M_к$ и $M_м$ из формулы (1) помножены на стоимость 1т *i*-той конечной продукции. Выполненные расчеты при ценах на металлы за последние годы показывают, что при первом варианте переработки руды (см. табл.1, столбец со значением m_{mi2}) стоимость полученной меди составляет 34.367.200, молибдена –

35.910.000, золота – 11.970.000, серебра – 3.351.600, платины – $5.486{,}25 \cdot 10^6$, палладия – $1.113{,}88 \cdot 10^6$, рения (0.09975т) – 698.250, осмия (0.00665т) – $66{,}5 \cdot 10^6$, индия – 4.778.000, общей конечной продукции $6.757.705{,}05 \cdot 10^3$ долларов США. Совокупные доходы от реализации сопутствующих благородных и редких металлов превышают доходы от профильных металлов (меди, молибдена) в 95,16 раза. Выручка от возможной реализации платины в 78,07 раза превышает суммарную выручку от профильных металлов. Аналогичная картина характерна и для второго варианта. Вот, где резервы повышения экономической эффективности переработки рудной продукции и стабильного обеспечения инновационных и новых технологий необходимым объемом дорогостоящих благородных и редких металлов.

Рассмотренный пример также показывает что, нынешний размер доходов от реализации продукции ГМК при комплексном использовании руд можно обеспечить при их объеме по крайне мере в 40-50 раз меньше, чем в настоящее время.

Пример повышения комплексности использования минерального сырья, как и в советское время, показывает ТОО «КазЦИНК», где число извлекаемых полезных компонентов из руды достигло 20. Этот результат достигнут за счет получения коллективного концентрата, его неоднократный последовательной переработка, а также строительства дополнительных производств для извлечения из концентрата сопутствующих дорогостоящих элементов.

Для масштабного внедрения мероприятий по повышению комплексности использования минерального сырья на законодательном, государственном уровне нужно решить вопрос о необходимости извлечения всех сопутствующих, особенно высокоценных полезных компонентов из рудного сырья. Это естественно требует строительства дополнительных цехов, производств, ощутимых капиталовложений, на что неохотно идут инвесторы. Однако интересы государства требуют решительных действий. Тем более реализация указанных мероприятий с лихвой может покрыть вложенные инвестиции и обеспечить получение больших доходов за счет увеличения номенклатуры получаемых металлов и элементов. Причем это достигается при гораздо меньшем объеме первичного сырья, что позволит перейти к масштабному рачительному использованию богатств недр и уменьшить негативную нагрузку на окружающую среду.

Внедрение научных разработок ученых геологов, горняков и металлургов Казахстана по полному и комплексному использованию минерального сырья (в этом число нефти, урана, угля) в практику существенно улучшит эффективность работы минерально-сырьевого сектора и экономики страны в целом. Одновременно оно вносит неоценимый вклад в развитие наукоемких отраслей промышленности и быстрейшее вхождение Казахстана в число 30 наиболее развитых стран мира.

Заключение.1. Повышение полноты и комплексности использования минерального сырья на основе выбора наилучших технических средств и технологий переработки, соответствующих его природным свойствам и технологическим характеристикам, является приоритетной задачей ГМК.

2. Разработанная методика оценки комплексности использования минерального сырья, удачно взаимоувязывающая конечные результаты его переработки с уровнем применяемых технологии, дает надежный инструмент для управления процессом повышении комплексного использования минерального сырья.

3. За счет повышения комплексности использования рудного сырья можно до 40-50 раз сократить объем добываемой руды, сохранив при этом, а то и приумножив объем поступления средств в бюджет от реализации попутной продукции, рыночная цена которой в тысячи раз превышает стоимость профильных металлов, стабильно обеспечить потребности отраслей, применяющих высокие технологии, в благородных и редких металлах.

Литература

1 Каблов Е.Н., Оспенникова О.Г., Вершков А.В. Редкие металлы и редкоземельные элементы – материалы современных и высоких технологий будущего. М., Труды ВИАМ, №2, 2013. С. 3-8

2 Послание Президента Республики Казахстан Н.Назарбаева народу Казахстана. Казахстанская правда. 17 января 2014 г.

3 B.R. Rakishev Mineral production of Kazakhstan at the world Market//Eurasian Minning. – Moscow, №2.2008 P. 3-7.

4 Ракишев Б.Р.Геотехнологическое управление качеством минерального сырья. Монография. Алматы, КазНТУ, 2009.-319стр.

5 Ракишев Б.Р.Оценка соответствия технология переработки природным свойствам минерального сырья. Вестник НАН РК, №1, 2010, С.27-32.

6 Ракишев Б.Р.Комплексное использование минерального сырья на предприятиях цветной металлургии Казахстана. Горный журнал. №7, 2013, С.67-69.

References

1 Kablov E.H., Ospennikova O.G., Vershkov A.B. Redkiemetally I redkozemelnye element –materially sovremennyh I vysokih tehnologii budushego. M., Trudy VIAM, №2, 2013.S.3-8

2 PoslaniePrezidentaRespublikiKazahstanN.NazarbaevanoroduKazahstana. Kazahstanskaya Pravda. 17 yanvarya 2014 g.

3 B.R. Rakishev Mineral production of Kazakhstan at the world Market//Eurasian Minning. – Moscow, №2.2008 P. 3-7.

4 RakishevB.R. Geotehnologicheskoeupravleniekachestvommineralnogosyrya. Monografiya. Almaty, KazNTU, 2009.-319 str.

5 RakishevB.R. Ocenka sootvetstviya tehnologiya pererabotki prirodnym svoistvam mineralnogo syrya. Vestnik NAN RK, №1, 2010, S.27-32.

6 Rakishev B.R. Complex use of ore at the Kazakhstan enterprises of non-ferrous metallurgy. –Moscow: Mining journal №7. 2013 P. 67-69

ӘОЖ 622.7:001

Резюме

Рақышев Б.Р.

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қ.)

ИННОВАЦИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ДАМЫТУ- МИНЕРАЛДЫҚ ШИКІЗАТТЫ КЕШЕНДІ ПАЙДАЛАНУДЫҢ ҚУАТТЫ КҮШІ

Мақалада минералды шикізаттың әлем нарығындағы Қазақстанның орны, экономиканың ғылыми сиымдылығы көп салаларын дамыту қажеттігімен байланысты сирек металлдарды өндіру көлемін арттыру маңыздылығы қарастырылған. Минералды шикізат құрамындағы барлық пайдалы компоненттерді тауарлы өнімге толық бөліп алуға мүмкіндік беретін жаңа технологиялар, процесстер мен техникалық құралдарды жасау және ендіруге бағытталған ғылыми ізденістердің қажеттігі негізделген.

Түйін сөздер:минералды шикізат, толық және кешенді пайдалану, сирек металлдар, ғылым сиымдылығы көп салалар, жаңа технологиялар, процесстер.

UDC 622.7:001

Summary

Rakishev B.R.
(Kazakh National Technical ResearchUniversity named after K.I. Satpayev, Almaty.)

THE DEVELOPMENT OF INNOVATIVE AND HIGH TECHNOLOGIES- POWERFUL PULSES FOR THE INTEGRATED USE OF MINERAL RAW MATERIALS

The paper illuminates notes the place of Kazakhstan at the world market of mineral shows the importance of increasing the production volume of rare earth metals due to the necessity of developing the high-tech branches of economy. Relevance of scientific research, aimed at the development and introduction of new technologies, processes and technical equipment, providing more complete extraction in the commodity product of all useful components contained in the mineral raw materials, is substantiated.

Keywords: mineral raw materials, full and complex use, rare earth metals, high-tech branches, new technologies, processes.

УДК 334.7

Клишин В.И., Никитенко С.М., Гоосен Е.В.
(Институт угля Сибирского отделения Российской академии наук, Россия, г. Кемерово)

КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ НЕДР НА ПРИНЦИПАХ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА

Статья подготовлена в рамках проекта «Эффективные организационно-экономические механизмы комплексного освоения недр на принципах государственно-частного партнерства» (Соглашение № 15-18-20035 от 08.07.2015 года между Российским научным фондом и Институтом угля СО РАН)

Аннотация

Государственно-частное партнерство (ГЧП) является важнейшим условием нормального развития регионов на основе комплексного освоения недр (КОН), которые предполагают не только разовые инфраструктурные проекты и застройки, но и долгосрочные механизмы взаимодействия.

Ключевые слова: *освоение недр, социально-экономическое развитие, стабильность, уголь.*

Түйінді сөздер: *жер қойнауын кешенді игеру, социальды-экономикалық даму, тұрақтылық, көмір.*

Keywords*: development of mineral resources, the socio-economic development, stability, coal*

Введение

Кризисные явления, возникшие в последнее время в экономике России, определяют необходимость выработки нового подхода к ресурсодобывающим регионам, который предполагает осуществление взаимосвязанных действий между государством и бизнесом по комплексному освоению недр (КОН) на территории определённого региона. В этом случае государственно-частное партнерство может и готово стать механизмом реализации поставленных задач. Во многих регионах сформировался опыт сотрудничества между властью и бизнесом в реализации проектов по комплексному освоению недр, изучение и модификация которого позволит применять его на всей территории России.

Проекты ГЧП, обеспечивающие социально-экономическое развитие регионов, занимают одну из лидирующих позиций в системе инструментов региональной политики косвенного финансирования в развитых зарубежных странах. Целью данной статьи является изучение опыта реализации проектов ГЧП в угольной отрасли и проекция на создание «единого» механизма ГЧП, пригодного для формирования проектов развития территорий на основе комплексного освоения недр.

В России проекты ГЧП начали реализоваться с 2000-х годов. На сегодняшний день, по данным федерального портала «ГЧП-инфо», в России реализуется 317 проектов [7]. Однако, если внимательно посмотреть на структуру проектов, можно увидеть, что не все они могут быть отнесены к ГЧП. Большая часть проектов – это инфраструктурные проекты, полностью финансируемые за счет федерального и регионального бюджета. Более детальный анализ проектов показывает, что доля ГЧП проектов еще ниже. Это связано с тем, что администрации регионов часто к ГЧП проектам относят инфраструктурные проекты, реализуемые на основе государственного заказа в рамках социально-экономических

соглашений, федеральные и целевые программы. Одни и те же проекты могут учитываться и как отдельный проект, и как проект ГЧП в рамках программ развития инновационных кластеров, особых экономических зон и т.д. Для того, чтобы четко выделить ГЧП проекты среди множества других, введем признаки государственно-частного партнерства:

- долгосрочный проект с четко определенными сроками;
- добровольный взаимовыгодный характер сотрудничества;
- формальный характер сотрудничества на основе контрактов и соглашений с четкой структурой взаимодействия и распределением рисков и выгод;
- совместное участие бизнеса и власти в финансировании и управлении и/или реализации проектом;
- производство общественных или квазиобщественных благ, направленное на решение

важнейших социально-экономических проблем [2].

Проекты, которые не отвечают всем перечисленным признакам, но выполняют те же функции, что и ГЧП проекты, мы будем относить к квази-ГЧП («почти» ГЧП). К ним можно отнести следующие формы сотрудничества бизнеса и власти: инвестиционные проекты; государственные заказы и госконтракты; совместные предприятия; соглашения о социально-экономическом сотрудничестве (ССС), заключаемые бизнес-структурами и органами государственной и муниципальной власти; федеральные и региональные целевые программы; программы создания свободных экономических зон и др.[3]. Сравнение ГЧП и квази-ГЧП проектов приведено в таблице 1.

Таблица 1 - Признаки ГЧП и квази-ГЧП проектов

ГЧП	Квази-ГЧП
Производство общественных и квазиобщественных благ, решение важнейших социально-экономических проблем	
Совместное финансирование, управление и реализация проекта	Финансирование, управление или реализация проекта выполняется одной из сторон
Срочный проект (долгосрочные инвестиции)	Бессрочный проект (краткосрочные текущие инвестиции)
Формальный характер в виде системы контрактов	Может быть неформальный характер
Соглашения о концессии, проекты строительства автодорог, аэропортов и т.д.	Государственный контракт, соглашения о социально-экономическом сотрудничестве, федеральные и региональные целевые программы

Источник: составлено авторами.

По данным портала «ГЧП-Инфо» Кемеровская область является одним из лидеров в сфере реализации квази-ГЧП проектов (см. таблицу 2).

Таблица 2 - Количество ГЧП и квази-ГЧП в РФ (конец 2013 г.)

Округ/регион	Всего проектов	ГЧП	Квази-ГЧП	Доля квази-ГЧП (%)
Российская Федерация всего	311	194	117	38
Центральный федеральный округ	59	43	16	27
Северо-западный федеральный округ	46	36	10	21
Поволжский федеральный округ	36	25	11	30,5
Уральский федеральный округ	25	19	6	24

Дальневосточный федеральный округ	19	13	6	31,5
Южный федеральный округ	14	10	4	29
Северокавказский федеральный округ	9	7	2	22
Сибирский федеральный округ	103	41	62	60
Алтайский край / СФО	14	9	5	36
Забайкальский край / СФО	5	5	0	0
Иркутская область / СФО	17	3	14	82
Кемеровская область / СФО	**29**	**1**	**28**	**96,5**
Красноярский край / СФО	4	4	0	0
Новосибирская область / СФО	4	2	2	50
Омская область / СФО	11	2	9	82
Республика Алтай / СФО	8	7	1	12,5
Республика Бурятия / СФО	4	3	1	25
Республика Тыва / СФО	2	2	0	0
Республика Хакасия / СФО	0	0	0	-
Томская область / СФО	5	3	2	40

Источник: составлено авторами [3].

Угольная отрасль является «локомотивом» экономики Кузбасса. В Кемеровской области добывается 57% угля, добываемого в России [4], поэтому не удивительно, что именно в этой отрасли действуют самые социально-ориентированные компании и реализуется самое большое количество ССС.

Таблица 3 - Рейтинг самых «социальных» компаний Кузбасса (по версии RESFO.ru)

№	Название компании	2013		2012	
		Место в рейтинге	КСО (%)*	Место в рейтинге	КСО (%)*
1	ОАО «СУЭК»	1	0,32	1	0,61
2	ОАО «Кузбасская топливная компания»	2	0,14	5	0,09
3	ЗАО «Стройсервис»	3	н/д	2	0,24
4	ОАО «УК «Кузбассразрезуголь»	4	н/д	3	0,22
5	ЗАО ХК «Сибирский деловой союз»	5	0,04	4	0,11

*КСО – коэффициент социальной ответственности, рассчитываемый как отношение социальных расходов в рамках ССС к выручке компании за предыдущий год. Составлено авторами [6].

Данные об этих соглашениях не включены в список ГЧП-ИНФО. Это связано с тем, что не все пункты соглашений могут быть отнесены к квази-ГЧП. Но в ситуации, когда в стране нет внятной промышленной политики и многие формы ГЧП законодательно не урегулированы, ССС берут на себя функции ГЧП и решают задачи социально-экономического развития.

В большинстве регионов России, где действуют угольные предприятия, квази-ГЧП приобрело форму заключения договоров о взаимодействии и социально-экономическом сотрудничестве (партнерстве) между администрациями регионов и владельцами угольных компаний – основных инвесторов в экономику регионов. Бизнес-структуры получают поддержку органов власти соответствующего субъекта Федерации на присутствие в регионе. В свою очередь, региональная власть за счет ССС обеспечивает стабильность ситуации в

регионе. В рамках соглашений решаются вопросы развития инфраструктуры регионов, поддерживается занятость, идет финансирование социальных программ, которые хронически недофинансируются из центра. Фактически, ССС подменяют собой не только ГЧП проекты, но и промышленную политику развития регионов. Кузбасс является одним из наиболее показательных в части использования ССС как инструмента политики развития региона.

Кемеровская область стала заключать ССС одной из первых в Сибирском федеральном округе - в 2001 году. По данным Администрации Кемеровской в области в 2014 году было подписано 44 соглашения о социально-экономическом сотрудничестве между Коллегией Администрации Кемеровской области и собственниками крупных компаний, работающих в базовых отраслях региона, в том числе 28 - с угледобывающими компаниями [4]. Динамика соглашений и отраслевая принадлежность компаний, заключивших соглашения в 2011-2014 годах, представлена в таблице 4.

Таблица 4 - Отраслевая структура соглашений о социально-экономическом сотрудничестве в Кемеровской области

		Количество соглашений по годам			
	Отрасль	2011	2012	2013	2014
1	Угледобывающие компании	33	31	30	28
2	«Неугольные» компании, занятые в промышленном производстве	4	6	6	4
3	Торговые компании	0	5	6	4
4	Финансовые организации	0	3	3	2
5	Предприятия АПК	0	0	0	6
	Всего	37	45	45	44
	Доля угледобывающих компаний, %	89	69	67	63,5

Источник: составлено авторами по данным пресс-релизов Коллегии Администрации Кемеровской области и официальных сайтов компаний [4].

В рамках ССС Администрация области берет на себя обязательства оказывать поддержку бизнес-структурам в Кузбассе в форме предоставления бюджетных кредитов, лоббирования интересов компаний в федеральных органах государственной власти. Основные пункты соглашений и частота их встречаемости в процентах по данным 2014 года приведена в таблице 5. Жирным шрифтом выделены пункты соглашений, которые можно отнести к элементам квази-ГЧП, курсивом обозначены те пункты, которые могут быть отнесены к решению проблем комплексного освоения недр.

Таблица 5 - Основные пункты соглашений (2014г.) о социально-экономическом сотрудничестве между Администрацией Кемеровской области и крупными компаниями

№	Содержание пункта соглашения	Частота встречаемости пункта, %
1	Дофинансирование бюджета	100
2	*Развитие собственного производства и рост инвестиций компании*	*73*
3	Повышение заработной платы сотрудникам	*65*
4	*Создание дополнительных рабочих мест*	*19*
5	*Создание безопасных условий труда*	*46*
6	***Инвестиции в инфраструктуру региона***	***54***
7	Социальные пакеты сотрудникам и пенсионерам	*46*
8	**Социальные инвестиции**	***26***

9	Сдерживание роста цен, на продукцию компании	*26*
10	***Собственные инфраструктурные инвестиции***	***19***
11	*Охрана окружающей среды*	*7,7*

Источник: составлено авторами по данным пресс-релизов Коллегии Администрации Кемеровской области и официальных сайтов компаний [4].

Особенно важным для компаний является поддержка инвестиционных проектов в сфере развития инфраструктуры (строительство и реконструкция электростанций, строительство новых железнодорожных веток и пр.). Компании, в свою очередь, обязуются наращивать инвестиции в предприятия региона, следовать принципам корпоративной социальной ответственности (регулярно платить налоги в федеральный и региональный бюджеты, сохранять занятость и повышать уровень реальной заработной платы своих сотрудников, предоставлять им социальный пакет, поддерживать пенсионеров), принимать участие в финансировании региональных социальных программ Кузбасса [4].

Особая значимость ССС для региона состоит в том, что они предполагают долевое участие бизнеса и региональной власти в реализации важнейших инфраструктурных проектов и социальных программ на территории области: ремонт и модернизацию материально-технической базы учреждений образования, здравоохранения и культуры; участие в подготовке и проведении празднования Дня шахтера; благотворительное обеспечение малоимущих слоев населения углем; обеспечение социальной защищенности работников и пенсионеров угольных компаний и членов их семей; благоустройство городской территории, строительство и ремонт объектов инфраструктуры. Так, в соответствие с подписанным с Коллегией Администрации Кемеровской области соглашением о социально-экономическом сотрудничестве на 2014 год, ХК «Сибирский Деловой Союз» взяла на себя обязательства направить 4 млрд. руб. инвестиций на развитие производства (из них 1,7 млрд. руб. на развитие угольной добычи, 1,3 млрд. руб.— в химическое производство и 1 млрд. руб. — в развитие АПК, ЖКХ, энергетики и др.), а также 3,3 млрд. рублей на строительство жилья и детских дошкольных учреждений. Плановая сумма налоговых платежей в областной и местный бюджет составит 5,7 млрд. рублей [4].

Для бизнеса ССС важны тем, что позволяют разделить с региональными властями риски реализации крупных инфраструктурных проектов, важных для развития бизнеса. В этом смысле показательна неудачная попытка компании «Мечел» по строительству железнодорожного подъездного пути к крупнейшему в мире Эльгинскому угольному месторождению в форме частного инвестиционного проекта. Строительство железнодорожной ветки протяженностью 321 км началось в 2008 году. В этом же году компания полностью отказалась от заключения любых ССС с администрациями регионов. Строительство дороги осуществлялось в сложных климатических и горно-геологических условиях. В процессе строительства железной дороги возведено 76 мостов. Объем инвестиций составил около 40 млрд. рублей. Сегодня компания находится на грани банкротства, при этом аналитики одной из причин такого положения называют высокие расходы компании именно на этот инфраструктурный проект [3].

Подводя итоги практике реализации квази-ГЧП в форме соглашений о социально-экономическом сотрудничестве между органами власти и крупнейшими угольными компаниями в Кемеровской области важно отметить, что ССС оказывают двойственное влияние на развитие региона, угольных компаний и на сам институт ГЧП. Содержание соглашений о социально-экономическом сотрудничестве показывает, что, несмотря на наличие в них инвестиционной составляющей, в целом они ориентированы на использование ресурсов бизнеса для реализации социальных проектов и поддержание социально-экономической стабильности территории. Поэтому, ССС в условиях спада производства, дефицита регионального бюджета и недофинансирования социальных программ позволяют обеспечивать социально-экономическую стабильность региона. С другой стороны, «повышенные социальные обязательства» зачастую отвлекают средства от комплексного освоения недр на определённой территории. В рамках ССС высоки риски отказа от «особых» отношений с региональными и местными властями. Все это снижает заинтересованность регионального бизнеса в проектах ГЧП и как следствие, участие в

программах по комплексному освоению недр. Данные ГЧП-Инфо красноречиво говорят о том, что именно в тех регионах, где ССС получили наибольшее развитие (Иркутская, Кемеровская области) доля квази-ГЧП даже без учета ССС очень велика [3], а законодательство, регулирующее ГЧП, менее развито [2]. Поэтому говорить о том, что проекты квази-ГЧП являются инструментом для развития территорий на основе КОН, рано. Они нуждаются в модификации отношений между властью и бизнесом и четком законодательном регулировании. Для этого видится целесообразным решение следующих задач:

1. Разработка методологии и методики оценки готовности территорий реализовывать ГЧП проекты в сфере комплексного освоения территорий на уровне регионов РФ.

2. Разработка методики выявления, типизации и формирования организационно-экономических механизмов развития перспективных территорий по комплексному освоению недр в РФ с использованием проектов на принципах ГЧП.

3. Формирование базы данных ГЧП и квази-ГЧП проектов в сфере КОН.

4. Формирование предложений по совершенствованию нормативно-правовой базы в области комплексного освоения недр, ГЧП и комплементарных областях права.

5. Формирование предложений по обоснованию управленческих решений, направленных на повышение эффективности региональной политики и использования ГЧП в сфере комплексного освоения недр в регионах РФ.

6. Разработка методики прогнозирования развития перспективных производственных технологий на основе набора наукометрических характеристик.

Литература

1 Алиев А. Угольный маршрут // URL: http://expert.ru/2012/01/13/ugolnyij-marshrut.

2 Гоосен Е.В. Региональная дифференциация института Государственно-частного партнерства в России // Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия: Экономическая. 2013. №1(43). СС. 121-134.

3 Институт правовой охраны собственности и предпринимательства / Передовые формы взаимодействия предпринимательства с государством [Электронный ресурс]. // URL: http://law-business.ru/article4.html (дата обращения - 09.12.2013)

4 Пресс-релизы соглашений областной администрации и предприятий Кемеровской области на портале администрации Кемеровской области // URL: http://kemoblast.ru

5 Рейтинг самых «социальных» компаний Кузбасса (по версии RESFO.ru) // URL: http://resfo.ru/branches/23-analytics-branches/400-rejting-samykh-sotsialnykh-kompanij-kuzbassa-po-versii-resfo-ru-vozglavlyaet-suek.html.

6 Стратегия развития Кемеровской области до 2025 года // URL: http://ako.ru/Ekonomik/koncept.rar

7 Федеральный портал «Инфраструктура и государственно-частное партнерство в России» // URL: http://www.pppi.ru/projects

References

1 Aliev A. Ugol'nyj marshrut // URL: http://expert.ru/2012/01/13/ugolnyij-marshrut.

2 Goosen E.V. Regional'naja differenciacija instituta Gosudarstvenno-chastnogo partnerstva v Rossii // Nauchnye trudy Doneckogo nacional'nogo tehnicheskogo universiteta. Serija: Jekonomicheskaja. 2013. №1(43). SS. 121-134.

3 Institut pravovoj ohrany sobstvennosti i predprinimatel'stva / Peredovye formy vzaimodejstvija predprinimatel'stva s gosudarstvom [Jelektronnyj resurs]. // URL: http://law-business.ru/article4.html (data obrashhenija - 09.12.2013)

4 Press-relizy soglashenij oblastnoj administracii i predprijatij Kemerovskoj oblasti na portale administracii Kemerovskoj oblasti // URL: http://kemoblast.ru

5 Rejting samyh «social'nyh» kompanij Kuzbassa (po versii RESFO.ru) // URL: http://resfo.ru/branches/23-analytics-branches/400-rejting-samykh-sotsialnykh-kompanij-kuzbassa-po-versii-resfo-ru-vozglavlyaet-suek.html.

6 Strategija razvitija Kemerovskoj oblasti do 2025 goda // URL: http://ako.ru/Ekonomik/koncept.rar

7 Federal'nyj portal «Infrastruktura i gosudarstvenno-chastnoe partnerstvo v Rossii» // URL: http://www.pppi.ru/projects

ӘОЖ 334.7

Резюме

Клишин В.И., Никитенко С.М., Гоосен Е.В.
(СБ КИ РҒА, Ресей, Кемеров қ.)

ЖЕР ҚОЙНАУЫН КЕШЕНДІ ИГЕРУ МЕМЛЕКЕТТІК-ЖЕКЕМЕНШІК СЕРІКТЕСТІК ПРИНЦИПТЕРІ

Мемлекеттік-жекеменшік серіктестік (МЖС) жер қойнауын кешенді игерудегі аймақтың дамуының маңызды жағдайлары болып есептеледі, тек қана бір реттік инфрастуктуралық жобалар мен құрылыстарды ғана жобалап қоймай, және сонымен қатар ұзақ мерзімді механизмнің алмасуын ұсынады.

Түйінді сөздер: жер қойнауын кешенді игеру, социальды-экономикалық даму, тұрақтылық, көмір.

UDC 334.7

Summary

Klishin V.I., Nikitenko S.M., Goosen E.V.
((Institute of coal of the Siberian office of the Russian Academy of Sciences, Russia, Kemerovo)

THE MECHANISM OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP IN COMPLEX DEVELOPMENT OF BOWELS

Now public-private partnership is the major condition of normal development and market economy functioning that is confirmed with experience both developed, and the developing countries actively using public-private partnership. Potential of PPP for social and economic development is very high. In regions there was a practice of their application.

Keywords: development of mineral resources, the socio-economic development, stability, coal.

УДК 622.775

Школьник В.С.[1], Рогов Е.И.[2], Карабалин У.С.[1], Огай Е.К.[2], Рогов А.Е.[2]

([1]Министерство энергетики РК, г. Астана, [2]Институт горного дела им. Д.А. Кунаева, г. Алматы, Казахстан)

ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ДОБЫЧИ НЕФТИ С ЗАВОДНЕНИЕМ ПЛАСТОВ С КУСТОВЫМ СПОСОБОМ РАСПОЛОЖЕНИЯ ДОБЫЧНЫХ СКВАЖИН В ЦЕНТРЕ КАЖДОЙ ЯЧЕЙКИ

Аннотация

В статье изложена инновационная геотехнология нефти путем её поршневого вытеснения водой с ячеистыми схемами, в центре которых располагают добычные скважины, а по переферии-нагнетательные. При этом коэффициент извлечения нефти может быть доведен до 0,9 и выше.

Ключевые слова: *нефтедобыча, ячейки гексогональная, квадратная и прямоугольная, добычная скважина и нагнетательная, вытеснение.*

Түйінді сөздер: *мұнай өндіру, гексогональды, квадратты, тік бұрышты ұяшықтар, өндіру ұңғысы және нагнетательды, ығыстыру.*

Keywords: *oil production, cells hexagonal, square and rectangular, mining well and delivery, replacement.*

Нам известны работы многих ученых в этой области, однако, ближе всего подходит описание технологии добычи нефти с заводнением в работах [1, 2, 4].

В этой технологии цель достигается путем сооружения нагнетательных скважин кустовым способом в центре нефтедобывающего участка (НДУ), что предполагает обеспечить равномерное вытеснение нефти из продуктивных пластов к добывающим скважинам.

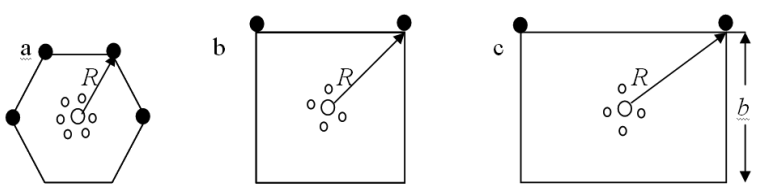
Предложенный способ заводнения пласта в пределах НДУ обладает следующими существенными недостатками:

1. При центральном расположении куста нагнетательных скважин высока вероятность вытеснения нефти за пределы НДУ, что приведет к существенным ее потерям.

2. Бурение куста глубоких нагнетательных скважин существенно усложняет управление процессом их центрирования по забоям куста, что неизбежно приводит к деформированным образам геометрических фигур (круг, квадрат и т.д.).

А это определяет гидродинамическую сеть для вытеснения нефти водой и здесь неизбежно удлинение одних линий тока и сокращения других. Это существенно растягивает сроки выработки конкретных НДУ, увеличивает неравномерность вытеснения нефти.

Для устранения указанных недостатков авторы предлагают ячеистую схему подготовки нагнетательных и добывающих скважин на НДУ, когда в центре ячеек располагается куст добычных скважин, а по их периферии располагаются нагнетательные скважины. Например, эти ячейки могут быть представлены гексагональными, квадратными, прямоугольными и другими фигурами (рисунок 1).



○ - добывающие скважины; ● - нагнетательные скважины; R – радиус ячейки; a – гексагональная; b – квадратная; c – прямоугольная, обычно при $b = 2a$.

Рисунок 1 – Варианты задания геометрических фигур для элементарнойячейки НДУ

Здесь цель по устранению указанных выше недостатков достигается за счет полного баланса закачиваемой в нагнетательные скважины рабочего агента с дебитом добывающих скважин, по воде и нефти.

Кроме того, нами доказано, что каждая ячейка НДУ обладает практически полной независимостью при гидродинамических расчетах параметров сети. Здесь используется принцип независимости каждой ячейки при распределении расходов воды и полученных смесей нефти, воды на добывающих скважинах. Этот принцип доказан нами строго математически и изложен в наших работах, например [3].

Краткое обоснование цели и задач предлагаемого изобретения.

Главными характеристиками и параметрами инновационной геотехнологии добычи высоковязкой нефти являются:

$X_г$ – тип ячейки – характеристика;

$$X_1 = \{ X_{1.1}; X_{1.2}; X_{1.3}; X_{1.4}\};$$

где $X_{1.1}$ – гексагональная ячейка;

$X_{1.2}$ - квадратная ячейка;

$X_{1.3}$ – прямоугольная ячейка;

$X_{1.4}$ – треугольная ячейка.

Параметры ячейки и всей гидродинамической системы НДУ:

площадь ячейки:

$$\overline{S} = \{S_1, S_2; S_3; S_4\};$$

где $S_1 = 2{,}6 \cdot R_o^2$, м^2 – гексагональная;

$S_2 = 2{,}0 \cdot R_o^2$, м^2 – квадратная;

$S_3 = 1{,}6 \cdot R_o^2$, м^2 – прямоугольная;

$S_4 = 1{,}3 \cdot R_o^2$, м^2 – треугольная.

Время вытеснения нефти из любой ячейки.

Время вытеснения пластовых вод из одного объема порового пространства ячейки или блока, принимается за основу при вычислении периода T_o отработки залежи нефти с площадным заводнением.

Обозначим через параметр ξ отношение

$$\xi = \frac{\mu_в}{\mu_н}, \quad K_{фн} = K_{фв} \frac{\mu_в}{\mu_н}, \qquad (1)$$

где $\mu_в$, $\mu_н$ – вязкость воды и нефти соответственно, Па·с.

В соответствии с нашей работой [3] можно записать конечные формулы для вычисления $T_о$.

Гексагональная ячейка:

$$T_о = \frac{160 \cdot R^2 \cdot \overline{K}_п}{\xi \cdot \overline{K}_{фв} \cdot \left(n_ф \cdot S_н + N_к S_о\right) \cdot \ell n\left(\ell n \, R/R_с\right)}, \text{ сут.} \qquad (2)$$

Квадратная ячейка:

$$T_о = \frac{174 \cdot R^2 \cdot \overline{K}_п}{\xi \cdot \overline{K}_{фв} \cdot \left(n_ф \cdot S_н + N_к S_о\right) \cdot \ell n\left(\ell n \, R/R_с\right)}, \text{сут.}, \qquad (3)$$

где $K_{фн} = \overline{K}_{фв} \dfrac{\mu_в}{\mu_н}$ - коэффициент фильтрации нефти, м/сут.

Прямоугольная ячейка в рядной сети при $b = 2a$:

$$T_о = \frac{144 \cdot R^2 \cdot \overline{K}_п}{\xi \cdot \overline{K}_{фв} \cdot \left(n_ф \cdot S_н + N_к S_о\right) \cdot \ell n\left(\ell n \, R/R_с\right)}, \text{сут.} \qquad (4)$$

В общем случае, когда $b = \alpha\alpha$:

$$T_o = \frac{86{,}4 \cdot R^2 \cdot \overline{K}_п \left(\alpha + 0{,}5\right)^2}{\xi \cdot \overline{K}_{фв} \cdot \left[n_ф \cdot S_н \left(\alpha^2 + 0{,}25\right) + N_к S_о\right] \cdot \ell n\left(\ell n \, R/R_c\right)}, \text{ сут.}, \qquad (5)$$

Здесь обозначено:

R – радиус ячейки, м;

$n_г$ – параметр {2,6; 2,0; 1,6} – соответственно для гексагональной, квадратной и прямоугольной ячеек;

$S_п$ – площадь НДУ, м^2;

$\overline{K}_п$ - среднее значение эффективной пористости продуктивного пласта в ячейке, доли ед.;

$\overline{K}_ф$ - среднее значение коэффициента фильтрации нефти в продуктивном пласте ячейки, м/сут, где $K_{фн} = K_{фв}\, \mu_в/\mu_н$;

$S_н$ – динамический напор на нагнетательной скважине, м вод. ст. или Па;

$R_с$ – радиус нагнетательной скважины, м;

$n_ф = \dfrac{N_н}{N_д}$ - отношение числа нагнетательных скважин к числу добычных на участке, блоке;

α - параметр, обычно $\alpha = 2$;

$N_к$ – число дс в кусте скважин.

Составим функцию цели по затратам, которые необходимо минимизировать, имея на управлении три схемы и параметр R – радиус, а, следовательно, и площадь ячейки

$$J = J_1 + J_2 + J_3 \to \min, \tag{6}$$

где $J_1(R)$ – затраты на бурение, оснастку скважин, схема гексагональная:

$$J_1(R) = \frac{S_{\text{п}}(n_{\text{г}} + 1) \cdot C_{\text{скв}} \cdot H}{2{,}6R^2}, \ \$. \tag{7}$$

Эксплуатационные затраты:

$$J_2(R) = \frac{160 \cdot R^2 \cdot \overline{K}_{\text{п}} \cdot C_{\text{э}}}{\xi \cdot \overline{K}_{\phi} \cdot (n_{\text{ф}} \cdot S_{\text{н}} + N_{\text{к}} S_{\text{о}}) \cdot \ell n\left(\ell n R_{1.1} / R_c\right)}, \ \$, \tag{8}$$

где $C_{\text{скв}}$ – стоимость 1 м пог. сооружения технологических скважин, \$/м;

H – глубина скважин, м;

$C_{\text{э}}$ – суточные эксплуатационные затраты по добычному участку, \$/сут;

$R_{1.1}$ – первое приближение радиуса ячейки, м;

J_3 – постоянные затраты, не зависящие от площади ячейки.

Из (6) и (8) однозначно следует, что функция цели (6) имеет единственный абсолютный минимум в точке:

$$\frac{\partial J_1}{\partial R} + \frac{\partial J_2}{\partial R} = 0, \tag{9}$$

так как

$$\frac{\partial J_3}{\partial R} = 0. \tag{10}$$

В явном виде функция (9) имеет вид для гексагональной ячейки:

$$-\frac{2S_{\text{п}}(n+1) \cdot C_{\text{скв}} \cdot H}{2{,}6R^3} + \frac{2R \cdot 160 \cdot \overline{K}_{\text{п}} \cdot C_{\text{э}}}{\xi \cdot \overline{K}_{\phi} \cdot (n_{\text{ф}} \cdot S_{\text{н}} + N_{\text{к}} S_{\text{о}}) \cdot \ell n\left(\ell n R_{1.1} / R_c\right)} = 0 \tag{11}$$

или иначе:

$$416R^4 \cdot \overline{K}_{\text{п}} \cdot C_{\text{э}} = S_{\text{п}}(n_{\text{г}} + 1) \cdot C_{\text{скв}} \cdot H \cdot \xi \cdot \overline{K}_{\phi} \cdot (n_{\text{ф}} \cdot S_{\text{н}} + N_{\text{к}} S_{\text{о}}) \cdot \ell n\left(\ell n R_{1.1} / R_c\right). \tag{12}$$

Решая уравнение (12) относительно R, получим оптимальный радиус ячейки для гексагональной схемы:

$$R_{\text{о}} = \sqrt[4]{\frac{S_{\text{п}}(n_{\text{г}} + 1) \cdot C_{\text{скв}} \cdot H \cdot \xi \cdot \overline{K}_{\text{фв}} \cdot (n_{\text{ф}} \cdot S_{\text{н}} + N_{\text{к}} S_{\text{о}}) \cdot \ell n\left(\ell n R_{1.1} / R_c\right)}{416 \overline{K}_{\text{п}} \cdot C_{\text{э}}}}. \tag{13}$$

Для квадратной ячейки имеем:

$$\frac{\partial J}{\partial R} = -\frac{2S_{\text{п}}\left(n_{\text{г}}+1\right)\cdot C_{\text{скв}}\cdot H}{2R^3} + \frac{2\cdot 174\cdot R\cdot \overline{K}_{\text{п}}}{\xi\cdot \overline{K}_{\text{фв}}\cdot\left(n_{\text{ф}}\cdot S_{\text{н}} + N_{\text{к}}S_{\text{о}}\right)\cdot \ell n\left(\ell n\, R/R_{\text{с}}\right)} = 0. \qquad (14)$$

Решая уравнение (14) относительно R, получим:

$$R_{\text{о}} = \sqrt[4]{\frac{S_{\text{п}}\left(n_{\text{г}}+1\right)\cdot C_{\text{скв}}\cdot H\cdot \overline{K}_{\text{фв}}\cdot\xi\cdot\left(n_{\text{ф}}\cdot S_{\text{н}} + N_{\text{к}}S_{\text{о}}\right)\cdot \ell n\left(\ell n\, R_{1.1}/R_{\text{с}}\right)}{348\overline{K}_{\text{п}}\cdot C_{\text{э}}}}. \qquad (15)$$

Эти результаты в решении поставленной задачи дают основание в дальнейшем исследовать любые схемы и обосновать метод их сравнения по эффективности.

Аналогичные конечные формулы мы получаем для прямоугольной ячейки при $b = 2a$:

$$R_{\text{о}} = \sqrt[4]{\frac{S_{\text{п}}\left(n_{\text{г}}+1\right)\cdot C_{\text{скв}}\cdot H\cdot \overline{K}_{\text{фв}}\cdot\xi\cdot\left(n_{\text{ф}}\cdot S_{\text{н}} + N_{\text{к}}S_{\text{о}}\right)\cdot \ell n\left(\ell n\, R_{1.1}/R_{\text{с}}\right)}{288\cdot\overline{K}_{\text{п}}\cdot C_{\text{э}}}}. \qquad (16)$$

Оптимальные площади ячеек при внутриплощадном заводнении пластов нефти в НДУ теперь выражаются формулами:

– гексагональная ячейка:

$$S_{\text{я}}^{\text{о}} = 2{,}6\cdot R_{\text{о}}^2,\ \text{м}^2; \qquad (17)$$

– квадратная ячейка:

$$S_{\text{я}}^{\text{о}} = 2\cdot R_{\text{о}}^2, \text{м}^2\ ; \qquad (18)$$

– прямоугольная ячейка $b = 2a$:

$$S_{\text{я}}^{\text{о}} = 1{,}6\cdot R_{\text{о}}^2, \text{м}^2; \qquad (19)$$

где $R_{\text{о}}$ определяются по формулам (13), (15), (16).

Произведем краткий анализ формул (13), (15) и (16). Оптимальный радиус и площадь ячейки при внутриплощадном заводнении нефтяных пластов прямо пропорциональны корню четвертой степени от площади НДУ – $S_{\text{п}}$ – стоимости 1 м пог. Нагнетательных и добычных скважин - $C_{\text{скв}}\cdot H$, коэффициенту фильтрации воды в продуктивном пласте - $\overline{K}_{\text{фв}}$, м/сут; динамическому напору воды на нагнетательных и откачных скважинах - $\left(S_{\text{н}} + N_{\text{к}}S_{\text{о}}\right)$, м вод. ст.; двойному натуральному логарифму числа $\frac{R_{1.1}}{R_{\text{с}}}$ и обратно пропорциональны корню четвертой степени от коэффициента эффективной пористости пласта $\overline{K}_{\text{п}}$ и суточных эксплуатационных затрат – $C_{\text{э}}$, \$/сут.

Процессы вытеснения нефти из каждой ячейки блока производят обязательно при полном балансе закачиваемой в нагнетательные скважины воды и извлекаемой жидкой фазы (нефть плюс вода) из добывающих скважинах, т.е.

$$\sum_{\text{j=1}}^{N_{\text{нс}}} Q_j = \sum_{\text{i=1}}^{N_{\text{дс}}} Q_i, \qquad (20)$$

где Q_j – дебиты и число $N_{нс}$ нагнетательных скважин, м^3/сут;

Q_i – дебиты и число $N_{дс}$ добывающих скважин, м^3/сут.

Условие баланса (20) обеспечивает надежный контроль за количеством добытой нефти в любой момент времени для любого НДУ и коэффициента извлечения ее до проектного значения - $\varepsilon_п$.

Соотношение $\ell n\left(\ell n\frac{R_{1.1}}{R_с}\right)$ практически является постоянной величиной для действующих НДУ с заводнением пластов, равный 2.

Соотношение $\frac{C_{скв}\cdot H}{C_э}$ определяет экономические показатели капитальных затрат на бурение и оснастку скважин и эксплуатационных суточных затрат, и при увеличении глубины скважин приводят к росту радиуса ячейки.

Установлено, что по критериям J_1 и J_2 существует оптимум по радиусу ячейки $R_о$, при котором обеспечивается максимальное извлечение запасов нефти. Увеличение же радиуса ячейки – R приводит к росту ее площади – $S_я$, уменьшению числа технологических скважин – N, снижению капитальных затрат, но при этом значительно возрастают сроки вытеснения нефти водой и эксплуатационные затраты.

Таким образом, нами в статье предложены основные расчетные формулы для вычисления основных параметров блокового заводнения пластов ячеистыми схемами с кустовым способом расположения в центре каждой ячейки добычных скважин.

Литература

1 Айткулов А.У. Результаты внедрения очагового заводнения и увеличение объема закачиваемой воды в НГДу. КазНИПИ нефть, 1985, вып.12.

2 Айткулов А.У. Повышение эффективности процесса регулирования разработки нефтяных месторождеий. Москва, 2000, 272 с.

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

4 Лысенко В.Д. Разработка нефтяных месторождений. Проектирование и анализ. М., «Недра», 2003, 638 с.

References

1 Ajtkulov A.U. Rezul'taty vnedrenija ochagovogo zavodnenija i uveliche-nie ob#ema zakachivaemoj vody v NGDu. KazNIPI neft', 1985, vyp.12.

2 Ajtkulov A.U. Povyshenie jeffektivnosti processa regulirovanija razrabotki neftjanyh mestorozhdeij. Moskva, 2000, 272 s.

3 Rogov A.E., Ryspanov N.B. Matematicheskie osnovy geotehnologij. Al-maty, FORTRESS, 2007, 367 s.

4 Lysenko V.D. Razrabotka neftjanyh mestorozhdenij. Proektirovanie i analiz. M., «Nedra», 2003, 638 s.

ӘОЖ 622.775

Резюме

Школьник В.С.[1], Рогов Е.И.[2], Қарабалин У.С.[1], Огай Е.К.[2], Рогов А.Е.[2]
([1] Энергетика министрлігі ҚР, Астана қ., [2]Д.А. Қонаев атындағы Тау-кен институты, Алматы қ., Қазақстан)

ӘРБІР ҰЯШЫҚТЫҢ ОРТАСЫНА ҰҢҒЫМАНЫ ОРНАЛАСТЫРУ ТӘСІЛІМЕН МҰНАЙДЫ ТҮПТЕП ӨНДІРУДІҢ СУМЕН ЫҒЫСТЫРУЫНЫҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТӘСІЛІ

Мақалада мұнайдың ұяшықты схемамен поршендік сумен ығыстырудың инновациялық геотехнологиясы көрсетілген, орталығында өндіру ұңғылары орналасқан, ал қасында айдағыш. Осы орайда мұнайды алудың коэффициенті 0,9 дейін және одан жоғары болуы мүмкін.

Түйінді сөздер: мұнай өндіру, гексогональды, квадратты, тік бұрышты ұяшықтар, өндіру ұңғысы және айдағыш, ығыстыру.

UDC 622.775

Summary

Shkolnik V.S.[1], Rogov E.I.[2], Karabalin U.S.[1], Ogaj E.K., Rogov A.E.[2]
([1]Ministry of Energy of RK, Астана, [2]Mining Institute named after Kunayev D.A., Almaty, Kazakhstan

INNOVATIVE WAY OF OIL PRODUCTION WITH FLOODING OF LAYERS WITH THE SECTIONAL WAY OF ARRANGEMENT OF MINING WELLS IN THE CENTER TO EACH CELLULAR

The article describes an innovative geotechnology of oil recovery by its piston replacement by water with cellular schemes in center of which have mining wells, and on the periphery are delivery. Thus the coefficient of oil recovery can be finished to 0,9 and above.

Keywords: oil production, cells hexagonal, square and rectangular, mining well and delivery, replacement.

УДК 622:271

Корнилков С. В.

(Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук, Россия, Екатеринбург)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ И ТРЕБОВАНИЯ К РАЗВИТИЮ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ: КОМПЛЕКСНОСТЬ, ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

Аннотация

Обоснованы меры по поддержанию минерально-сырьевой базы мощных, ресурсосберегающих и горнодобывающих предприятий. Представлены перспективы технологического прогресса в передовых горнодобывающих предприятиях с открытой добычей полезных ископаемых. Приведены актуальные особенности тенденций по улучшению технологических процессов разработки глубокозалегающих месторождений полезных ископаемых до 2025-2030 годов.

Ключевые слова: *минерально-сырьевая база, перспективы, технологические процессы, комплексное использование минерального сырья.*

Түйінді сөздер: *минералдық-шикізат базасы, перспективалар, технологиялық процестер, минералдық шикізатты кешенді пайдалану.*

Keywords: *mineral resources, prospects, technological processes, complex use of mineral raw materials.*

Статистический анализ показателей горнорудной промышленности показывает, что объёмы извлекаемой скальной горной массы, требующие взрывной подготовки, в последнее десятилетие увеличились на 33% и достигли 156 млн.м^3. Ожидается их общий дальнейший рост пропорционально изменяющимся объемам добычи, а соответственно и прогнозируется рост объемов бурения, взрывания, транспортирования и пр.

Одновременно с ростом добычи железных руд отмечается стабилизация поставок товарной продукции на внутренний и внешний рынок в объеме 105-107 млн.т. Это свидетельствует об ухудшении качества добываемого железорудного сырья и компенсации производства готовой продукции за счет увеличения объемов переработки с соответствующим увеличением выемки вскрышных пород.

Компенсация ожидаемого увеличения энергоемкости и ресурсоемкости горного производства в первую очередь может быть достигнута за счет модернизации, технического перевооружения и реконструкции. Анализ подходов к обеспечению конкурентоспособности уральских горных предприятий, выполненный ИГД УрО РАН, свидетельствует о том, что основными направлениями их инновационного развития и модернизации производства, предусматриваемыми соответствующими инвестиционными программами, являются:

- мероприятия по освоению новых и реконструкции действующих производств с изменением параметров систем разработки и вскрытия;
- комплексное использование минерального сырья и освоение выпуска новых видов продукции;
- внедрение современного энергоэффективного оборудования, в том числе большой единичной мощности;
- обеспечение снижения энергоемкости и трудоемкости получения готовой продукции;

- инновационные решения в области управления качеством минерального сырья;
- энергоэффективная комплексная глубокая переработка техногенного сырья;
- автоматизированное управление и контроль за технологическими процессами.

Основными современными целями развития горнорудного комплекса являются: повышение производительности труда с достижением показателей мирового уровня; сокращение энергоемкости производства с перспективой выхода к 2020 г. на лучшие мировые достижения; создание новых высокотехнологичных рабочих мест; рациональное природопользование и комплексное использование минерально-сырьевых ресурсов; освоение выпуска новых, востребованных на рынке товаров и услуг. Поэтому основная направленность исследований ИГД УрО РАН заключается в выделении основных тенденций и обосновании особенностей развития горнодобывающего производства, определяющих эффективность освоения и эксплуатации минерально-сырьевой базы за счет прогнозируемого увеличения степени комплексного использования георесурсов, а также широкого применения энерго- и ресурсосберегающих технологий.

Прогнозируемые темпы роста валового внутреннего продукта предполагают сохранение, а в ряде случаев и увеличение спроса на сырьевые ресурсы, что возможно лишь при интенсивном освоении запасов месторождений, расположенных в более сложных природно-климатических и экономико-географических условиях. В частности оценка развития добычи руд черных металлов свидетельствует об устойчивом на долгосрочную перспективу росте ежегодного извлечения сырой руды из недр (2-7%).

Поэтому освоение новых месторождений, в особенности в северных районах Урала с недостаточно развитой инфраструктурой, в Якутии, на Дальнем Востоке, а также в районах пустынного и полупустынного Казахстана потребует принципиально новых подходов к выработке стратегии формирования горнопромышленных комплексов. Выполненные нами ранее технико-экономические обоснования и проекты свидетельствуют о том, что при создании минерально-сырьевой базы организация промышленной и социальной инфраструктуры в труднодоступных регионах является самым затратным элементом, поэтому *основой стратегии создания и эксплуатации МСБ в этих случаях является комплексность освоения недр при одновременном налаживании открытой инфраструктуры эксплуатирующих предприятий, в наибольшей степени интегрированных в общую экономическую структуру региона и страны в целом.* Исходя из этого, современным принципом освоения недр, особенно в труднодоступных районах страны, и основой для организации ведения горных и геологоразведочных работ является *принцип комплексного освоения территорий*, позволяющий системно решать проблемы развития региона. Реализация предложенного подхода обеспечивается организацией холдинговой структуры или управляющей компании, ответственной за решение задач развития региона. Немаловажным фактором в решении этих вопросов является также и долевое участие государства.

При обосновании стратегии и программ освоения сырьевых ресурсов важнейшим фактором является инфраструктурный (транспорт, энергетика, социальная сфера). Поэтому минерально-сырьевую базу региона формируют не только источники минерального сырья совместно с другими потребляемыми местными природными ресурсами, но и перерабатывающие мощности в совокупности с распределением производительных сил. Немаловажным в этих случаях является также логистика перевозок сырья и расходных материалов, объемы встречных грузопотоков, размещение ремонтной и строительной базы, изыскание эффективных путей передачи тепла и электроэнергии и т.п. Оптимизация инфраструктуры в районах добычи может быть достигнута за счет формирования минерально-сырьевых центров (МСЦ), создающих предпосылки для организации территориальных промышленных комплексов, включающих в т.ч. горнодобывающие предприятия, вовлекающие в эксплуатацию подготовленные к освоению минеральные ресурсы определенного региона.

Несмотря на многообразие условий и довольно значительное число вариантов можно выделить три основных сценария, в которых минеральные ресурсы становятся точками экономического роста, среди которых:

- создание нового горнопромышленного комплекса с полным циклом переработки на базе крупного месторождения, эксплуатация которого окупит затраты на создание необходимой инфраструктуры;
- разведано несколько относительно небольших по запасам месторождений разных видов полезных ископаемых, организация на их базе отдельных обособленных предприятий неэффективна, в то время как их последовательно-параллельная отработка одним недропользователем выгодна;
- на территории уже имеются достаточно развитые горнодобывающие предприятия, запасы которых в значительной мере отработаны, а на определенном, удалении от них имеются одноименные малообъемные (мелкотоварные) полезные ископаемые, восполняющие сырьевую базу действующего производства.

Основными и эффективными прогнозируемыми мерами по сбережению и экономии минеральных ресурсов и поддержанию сырьевой базы горных предприятий могут быть признаны:

- повышение степени извлечения полезного ископаемого из недр и при переработке;
- организация прикарьерной (внутришахтной) подготовки сырья к обогащению;
- вовлечение в отработку забалансовых запасов как из недр, так и из отвалов;
- раздельная добыча и переработка руд по типам;
- формирование рудопотоков требуемого качества, организация комплексной переработки руд.

В качестве основного технологического направления компенсации ухудшения качества полезного ископаемого в недрах может быть рекомендованы предварительная рудоподготовка, усреднение и сортировка руд.

Организация рудоподготовки на местах ведения горных работ значительно уменьшает риски реализации инвестиционных проектов за счет общего снижения совокупных эксплуатационных затрат, обеспечивающегося улучшением логистической составляющей перемещаемых и перерабатываемых объемов горной массы, а также некоторым сокращением капиталоемкости обогатительного производства.

Эффективным звеном рудоподготовки при эксплуатации железорудных месторождений является сухая магнитная сепарация. Корпуса СМС, перерабатывающие значительные (до 10-50 млн.т) объемы сырой руды, традиционно строятся вблизи обогатительных комплексов. Однако последние исследования показывают, что строительство отделений СМС вблизи карьеров или размещение их под землей, т.е. в непосредственной близости от рудопроизводящего комплекса, в значительной мере сокращает расходы на транспортирование рудной массы к обогатительной фабрике (не менее 13-15%), исключает встречные перевозки хвостов СМС в отвалы, улучшает экологическую составляющую процесса обогащения за счет того, что позволяет существенно сократить общий объем перевозок и перегрузок руды и отходов обогащения.

Подобные мероприятия прогнозируются на Тарыннахском ГОКе при совместной отработке Тарыннахского и Горкитского месторождений, Таежном ГОКе (Таежное и Десовсеой месторождения), Качканарском ГОКе (Гусевогорское и Собственно Качканарское месторождения) и др. крупных железорудных ГОКах.

Изучение обогатимости железных руд свидетельствует о том, что выделение в их составе технологических типов руд повышает степень полноты извлечения полезного компонента. Исследования показали, что малотитанистая разновидность руд Гусевогорского месторождения по сравнению с нормальнотитанистой разновидностью имеет более высокую обогатимость и измельчаемость и меньшую магнитную жёсткость.

Оценка магнитных свойств полученных концентратов, выполненная в Институте металлургии УрО РАН, показала, что титаномагнетит малотитанистой разновидности руды

менее магнитножёсткий, чем титаномагнетит нормальнотитанистой разновидности руды – коэрцитивная сила 82 против 93 Э (0,0083 против 0,0093 Тл). Меньшая магнитная жёсткость титаномагнетита в малотитанистой разновидности руды Гусевогорского месторождения является одним из факторов, способствующим получению концентрата с большим содержанием железа из этой разновидности при некотором снижении расхода энергии на его получение. Эти свойства природных типов титаномагнетитовой руды пока полностью на Качканарском ГОКе не используются.

Учитывая отличия в обогатимости и измельчаемости малотитанистой и нормальнотитанистой разновидностей руды целесообразно их выделить в разные технологические типы и перерабатывать отдельно. При этом суммарные технологические и экономические показатели раздельного обогащения природных типов руд будут выше показателей обогащения руды валовой добычи. Поэтому выделении *типов руд был введен дополнительный признак – предельное содержание диоксида титана.* Районирование малотитанистых и нормальнотитанистых руд в пределах Главной и Северной залежи Гусевогорского месторождения осуществлялось с использованием методов геоинформатики и моделирования границ по типам руд с учетом предельного содержания TiO2 по вариантам: 1,1%; 1,2%, 1,3%. Сформирована комплексная модель инновационной технологии добычи и переработки титаномагнетитовых руд, основными чертами которой являются: типизация руд по текстуре, содержанию и обогатимости; отказ от существующей валовой выемки руд с развитием селективной добычи; организация усреднения и рудоподготовки, переработка руд по типам с получением обособленных (или коллективных) высококачественных концентратов и их последующим усреднением; модернизация технологии плавки железорудного высокотитанистого сырья, а также сырья с повышенными содержаниями ванадия. Обоснована необходимость технологического картирования и применения его результатов при разработке месторождений, характеризующихся четкой, а в ряде случаев - невыраженной локализацией различных технологических типов руд.

Ресурсосбережение в данном случае проявляется в расширении сырьевой базы титаномагнетитов, повышении выхода металла в концентрат и снижении расхода сырой руды, что достигается внедрением сквозной комплексной технологии ее глубокой переработки, основанной на выделении технологических типов руды, классифицированных по содержанию титана и ванадия, обогатимости и текстуре отрабатываемых руд и их магнитным свойствам.

Повышение степени комплексности использования сырья в металлургическом и гидрохимическом переделе продуктов переработки титаномагнетитовых концентратов может быть достигнуто также и за счет предложенного энергосберегающего автогенного способа выщелачивания ванадия из шлака конверторного производства стали из чугуна, получаемого при плавке качканарских титаномагнетитовых концентратов (патент 2453619, 2012 г.), обеспечивающего повышение извлечения ванадия из шлака на 19,9 %.

Процесс рудоподготовки, связанный с использованием методов фото- и рентген-радиометрической сепарации, системно влияет не только на последующие стадии обогащения, но и на организацию ведения горных работ, а также повышение степени использования недр за счет установления рационального соотношения потерь и разубоживания при добыче. Указанные способы рекомендуются при селективной выемке сырья с разным вещественным и химическим составом и наиболее эффективна на горных предприятиях с небольшой или средний производительностью, особенно если они удалены от мест глубокой переработки руд.

Исследования свидетельствуют о том, что введение в технологический цикл рудоподготовительного звена сокращает объем перевозимой рудной массы более чем на 30%, а соответственно этому уменьшается расход ГСМ и электроэнергии на перевозку до мест глубокого обогащения, снижается удельная энергоемкость производства концентрата за счет повышения качества перерабатываемого сырья и сокращения его объема.

Расчеты показали, что за счет строительства подземного рентгено-радиометрического рудоподготовительного комплекса на руднике «Руда Отечества» его эффективная сырьевая база расширяется на 63% (102 млн.т), что свидетельствует о высоком инновационном потенциале технологии рудоподготовки и для подземной отработки руд цветных металлов.

Прогноз инновационного потенциала рентген-радиометрической сепарации осуществлен по фактическим данным разработанного технологического регламента для строительства рудо-сортировочного комплекса на руднике Шатыркуль «Корпорации Казахмыс» с применением рентгенорадиометрической сепарации, а также обследования забалансовых руд месторождений Жезказган и Саяк. Исследования свидетельствуют о том, что значительным резервом расширения сырьевой базы медной подотрасли может служить вовлечение в разработку забалансовых руд.

Обследование учтенных забалансовых запасов Свердловской и Челябинской областей, выполненное совместно со специалистами Департамента по недропользованию по Уральскому федеральному округу, выявило наличие на территории Свердловской и Челябинской областей 24 объектов, вмещающих забалансовые медьсодержащие руды Часть этих объектов после соответствующих исследований и обоснований могут быть переведены в состав балансовых. Учтенные запасы медьсодержащих забалансовых руд по 16 объектам Свердловской области колеблются в пределах 0,106-159,3 млн.т при содержании в них меди – 0,22-1,54% (наиболее крупный объект – Волковское месторождение). По 8 объектам Челябинской области запасы забалансовых руд составляют от 0,066 до 200,6 млн.т при содержании меди – 0,2-1,22% (наиболее крупное - Томинское месторождение). Переработка медьсодержащих объектов забалансовых руд Свердловской и Челябинской областей, которые потенциально могут быть подвергнуты рентгенорадиометрическому обогащению, может быть осуществлена на 6 кустовых рудосортировочных комплексах.

В результате комплексных исследований сформулирован новый принцип размещения рудоподготовительных комплексов – максимальное приближение к местам выемки. Для карьеров – размещение установок сухой магнитной сепарации – в прибортовой зоне или в непосредственной близости к отвалам пустых пород, для подземных рудников – организация подземных рудоподготовительных комплексов. Изменение порядка образования и мест складирования хвостов сухой магнитной сепарации приводит к сокращению общего объема перевозок и перегрузок руды, а также уменьшению нагрузки на ДОФ, что приведет к существенному снижению уровня загрязнения атмосферы и общему снижению транспортных расходов.

Эффективность использования в качестве сырьевой базы цветной металлургии техногенно-минеральных образований (металлургических отвалов, хвостохранилищ) на данный момент невысока. Это объясняется тем, что при их переработке образуется значительное количество отходов более высокого класса опасности, объем которых зачастую превосходит объем перерабатываемого материала за счет добавляемых реагентов. Кроме того экономичность переработки хвостов и металлургических шлаков значительно зависит от цен на металл, а также от степени комплексности извлечения и использования полученных при переработке материалов. Тем не менее концерн «Вель» начал технологическую подготовку производства и дополнительное изучение 6 техногенных объектов в Свердловской и Челябинской областях, в том числе в районе г. Карабаш, с целью их дальнейшей переработки.

Анализ освоения медноколчеданных месторождений Урала показал, что опыт применения физико-химической геотехнологии в подземных условиях отсутствует, несмотря на значительный объем накопленных отходов обогащения (хвостов) медноколчеданных руд, содержащих сульфидные соединения (более 250 млн. т), и потенциальную возможность использования выработанного пространства для складирования этих хвостов (3 млн. $м^3$). ИГД УрО РАН показано, что только на 5 медных рудниках Урала при складировании текущих хвостов в закладочном материале сосредотачивается до 4500 т меди. Установлено, что при их подземном выщелачивании есть возможность использовать существующий

комплекс подготовительных выработок и систему коммуникаций (электроснабжения, закладочного и компрессорного хозяйства) для циркуляции, сбора и транспортирования продуктивного раствора на переработку.

Подземное выщелачивание хвостов, размещаемых в выработанном пространстве, позволяет производить работы круглогодично при положительных значениях температур. С понижением горных работ температура повышается в соответствии с геотермическим градиентом, что положительно влияет на скорость выщелачивания ценных компонентов из хвостов. При подземном выщелачивании есть возможность использовать существующий комплекс подготовительных выработок и систему коммуникаций (электроснабжения, закладочного и компрессорного хозяйства) для оптимизации циркуляции, сбора и транспортирования продуктивного раствора на переработку.

Показано, что создание комбинированной геотехнологии, сочетающей физико-техническую технологию камерной выемки с закладкой выработанного пространства сульфидсодержащими отходами обогащения и физико-химическую технологию их выщелачивания, является одним из приоритетных путей использования технологического потенциала на действующих меднорудных предприятиях. Подземное выщелачивание хвостов, размещаемых в выработанном пространстве, позволяет производить работы круглогодично при положительных значениях температур. С понижением горных работ температура повышается в соответствии с геотермическим градиентом, что положительно влияет на скорость выщелачивания ценных компонентов из хвостов.

К перспективным и относительно незатратным способам доизвлечения цветных металлов из различного рода потерь (разработки ИГД УрО РАН) следует отнести:

- подземное выщелачивание потерь руды из целиков затопленных рудников аэрированными шахтными водами с последующим осаждением металла на ионо-обменных смолах;

- подземное выщелачивание хвостов обогащения, направляемых в отработанные камеры в качестве закладки;

- направленное выщелачивание потерь полезного ископаемого непосредственно в породных отвалах с перехватом подотвальных вод и последующей их гидрометаллургической переработкой;

- обработка металлургических шлаков в гидравлическом потоке наносекундными электромагнитными импульсами с целью наилучшей дезинтеграции перерабатываемой массы и увеличения извлечения металла не менее чем на 15-20%.

Увеличение прогнозного потенциала геотехнологий подземной разработки прежде всего связано с повышением их эффективности на больших глубинах и, особенно, применительно к специфичным горно-геологическим условиям ведения работ. Эффективность технологии очистной выемки переходных зон малых и средних месторождений определяется применяемым способом изоляции подземных очистных выработок от карьерного пространства (рудным или искусственным массивом, специальными инженерными сооружениями, массивом разрыхленных пород) и оптимизацией показателей извлечения.

Перспективы повышения эффективности технологии очистной выемки переходных зон крупных месторождений определяются возможностью использования карьерного пространства. Разработанные технологические решения по отработке приконтурных зон свидетельствуют о том, что при эксплуатации крупномасштабных месторождений ресурсосбережение обеспечивается прежде всего за счет применения комплекса разнообразных технологических схем подготовки и очистной выемки, в наибольшей степени соответствующих горно-геологическим, горнотехническим и геоэкономическим условиям. Изыскание и типизация таких технологических схем является одной из важнейших научно-практических задач, обеспечивающих повышение эффективности разработки.

Оценка перспектив технологического развития на действующих горнодобывающих предприятиях с открытым способом разработки основывается на том, что для глубокозалегающих месторождений предусматриваются:

- вскрытие глубоких горизонтов карьеров с использованием крутых углов откоса уступов и бортов карьеров, с применением специальной горной и транспортной техники (относительно малые габариты машин, повышенные до 20-30% уклоны транспортных коммуникаций, или расширением и возобновлением использования крутонаклонных и ленточных конвейеров - ЦПТ);

- переход на подземные горные работы с возможным использованием транспортного комплекса открытых горных работ, как это предусматривается при доработке Сарбайского железорудного месторождения;

- комбинированная разработка глубоких горизонтов с одновременным ведением открытых и подземных горных работ с различными вариантами взаимного использования транспортных коммуникаций и выработанного пространства для складирования вскрышных пород.

Ретроспективный анализ динамики технологических показателей по процессам открытой разработки свидетельствует о том, что они за последние 25 лет подвергались значительным изменениям.

При бурении выход горной массы на ряде крупнейших железорудных ГОКов по сравнению с показателями 1990 г. снизился в связи с увеличением крепости буримых и взрываемых пород, а на некоторых – наоборот возрос из-за перехода на бурение скважин большего диаметра. В свою очередь мероприятия по модернизации бурового оборудования обеспечили повсеместный рост производительности станков.

Объемы взрывания увеличились из-за увеличения доли скальной горной массы в соответствии с ростом объемов добычи и пропорционально текущему коэффициенту вскрыши, сопровождающему разработку полезного ископаемого. Удельный расход ВВ повысился не только из-за возрастания крепости пород, но и в связи с тем, что предприятия перешли на использование прогрессивных и более дешевых – эмульсионных ВВ.

Объемы экскавации практически на всех крупнейших ГОКах в указанный период возросли по сравнению с ожидаемыми вследствие увеличения объемов добычи и реконструкции границ разработки, потребовавшейся для поддержания рудной базы предприятий. Одновременно увеличились и объемы переэкскавации (перегрузки) горной массы из-за непредусмотренного отставания работ по вскрытию и соответствующего увеличения доли автотранспорта в общем объеме перевозок на 16-17% до 67%.

При транспортировании горной массы к 2010 г. в связи с ожидаемым достижением горными работами предельных границ на верхних горизонтах прогнозировалось: снижение объема перевозок на 14% и доли грузовой работы на 8%, возрастание доли комбинированного транспорта до 45% и доли ЦПТ до 15% с одновременной стабилизацией объемов автоперевозок - 33%. Фактически из-за реконструкции границ карьеров произошло увеличение объема перевозок в 1,03-2,08 раза, транспортной работы ж.д.транспорта с среднем в 1,38 раза, объемы работ с применением ЦПТ снизились на 6,2%. При этом при незначительном изменении текущих коэффициентов вскрыши (с 1,9 до1,89 т/т) годовые объемы вскрышных работ и работ по отвалообразованию увеличились в 1,14-2,0 раза из-за значительного роста производительности по руде.

Исходя из сложившейся ситуации можно полагать, что основные современные тенденции совершенствования технологических процессов на период до 2025-30 гг. могут быть охарактеризованы следующим образом:

- бурение: автоматизированный контроль режимов бурения на основе экспресс-анализа физико-механических свойств пород, частичная роботизация операций, дистанционное управление. Шарошечный способ бурения взрывных скважин прогнозируется как основной, на его долю приходится около 90% всего бурового парка и

95% ежегодного объема бурения. Отмечается тенденция к замене станков СБШ-250 и их модификаций на СБШ-270 и его импортных аналогов.

- **взрывание:** изменение рецептуры и конструкции зарядов с необходимой энергоёмкостью в каждой отдельно взятой скважине, а также варьирование энергии скважинного заряда по высоте колонки с учётом сопротивляемости массива разрушающему действию взрыва, некоторое повышение удельного расхода ВВ, контролируемое управление качеством взрыва. Создание взрывчатых смесей из матричной эмульсии и АС-ДТ – гранэмитов. Прогнозируемое по России потребление ВВ к 2025 г. составит 1300-1400 тыс.т/год, в т.ч.эмульсионных ВВ 1100-1150 тыс.т/год.

- **экскавация:** рост единичной мощности мехлопат связан прежде всего с увеличением емкости ковша экскаватора до 12-50 $м^3$. Увеличение доли гидравлических экскаваторов, формирование специализированных экскаваторных комплексов, роботизация операций. Возобновление выпуска экскаваторов с ковшом активного действия (ЭКГ-5В).

- **транспортирование:** применение ж.д.транспорта в основном в качестве сборочного звена. Повышение грузоподъемности автотранспорта до 350-400т пропорционально увеличивающейся емкости ковша карьерных экскаваторов, сокращение высоты подъема, возрастание роли циклично-поточной технологии, ввод крутонаклонных конвейеров и специализированных транспортных средств с дистанционным управлением. Для сложных климатических и горнотехнических условий использование гусеничных автосамосвалов грузоподъемностью 20-40 т и более.

- **отвалообразование:** стабилизация объемов экскаваторного отвалообразования. Рост доли автоотвалов в период строительства новых карьеров и доли внутренних отвалов при их доработке.

Использование инновационного потенциала основных процессов горного производства на период до 2030г. связано по нашему мнению прежде всего с требованиями максимального снижения их энергоемкости и ресурсоемкости, для чего при модернизации и реконструкции производственных процессов следует отказаться от унификации применяемого парка оборудования и исходить из тенденций целенаправленной типизации технологических схем и производственных процессов, ориентированных на наибольшее соответствие реальным горно-геологическим и горнотехническим условиям ведения работ, т.е. использовать специализированные горные комплексы.

К основному направлению инновационного совершенствования технологических параметров процессов горного производства и обеспечения стабилизации его показателей с ростом глубины карьеров и ухудшением условий эксплуатации, следует отнести техническое перевооружение и модернизацию геотехники, обеспечивающей энерго- и ресурсосбережение при ведении горных работ.

Показатели использования основного горнотранспортного оборудования крупнейших железорудных предприятий России свидетельствует о наличии на карьерах большого количества оборудования с повышенным износом – 70-100%. Поэтому в качестве одного из индикаторов, определяющих стратегию перевооружения горнодобывающих предприятий России, рекомендуется считать показатель износа основного горнотранспортного оборудования.

Экологическими исследованиями, выполняемыми сотрудниками института при разработке оценочных комплексных геолого-технолого-экологических моделей горнорудных регионов, выявлена общая тенденция к стабилизации функционирования техногенных экосистем с обратимыми изменениями, что обеспечивается проведением необходимого набора эффективных природоохранных мероприятий, а также повышением эффективности мониторинга, производственного контроля и управления. На основании этого нами предложена и совершенствуется шкала оценки значимости технологических показателей и экологических факторов для оценки суммарного воздействия на почвенный покров в районе месторождения. Исследованиями показано, что количественной мерой степени техногенной нагрузки может служить ущерб от деградации почв и земель в денежном выражении.

Литература

1 Прогноз технологического развития в горнодобывающих отраслях на основе модернизации техники и технологии горного производства/ А.И.Татаркин, В.Л. Яковлев, С.В.Корнилков, Е. А.Орлова // Экономика региона. - 2012. - №4 (32). - С. 80-92.

2 Энерго- и ресурсосберегающие технологии поддержания сырьевой базы Республики Казахстан /С. В. Корнилков, И. В. Соколов, В. С. Шемякин, С. Ж. Галиев // Проблемы и пути инновационного развития горнодобывающей промышленности: материалы VI Международной научно-практической конференции. – Алматы: ИГД им. Д.А.Кунаева, 2013. – С. 172-181.

3 Кантемиров В.Д. Рудоподготовка и предварительное обогащение минерального сырья при освоении Приполярного Урала / В. Д. Кантемиров, Ф.Ф. Борисков //Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья: материалы XVIII Междунар. научно-техн. конф. 3 - 4 апр. 2013 г./УГГУ, Уральская горнопромышленная декада. – Екатеринбург: Изд-во ФОРТ-Диалог-Исеть, 2013. - С. 20 – 24.

4 Корнилков С.В. Производство и потребление железорудного сырья в России в 2012 г./ С. В. Корнилков, В. Д. Кантемиров //Технико-экономические показатели горных предприятий за 1990 – 2012 гг. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2013. – С. 3 – 19.

5 Корнилков С.В. О поддержании сырьевой базы и основных направлениях инновационного развития медной подотрасли Урала. / С.В. Корнилков, С.А. Рыльков, В.С.Шемякин // Проблемы недропользования [Электронный ресурс]: рецензируемый сб. науч. статей. Сетевое периодическое издание. - Вып.3. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2014. – С. 46-54. – Режим доступа: trud/igduran.ru

6 Патент 2453619 Российская Федерация. МПК13 C22B 34/22 (2006.01) E21B 43/28 (2006.01) Способ выщелачивания преимущественно ванадия из шлака/ Ф. Ф. Борисков; заявитель и патентообладатель Институт горного дела УрО РАН (ИГД УрО РАН). – № 2010136609/03; заявл. 31.08.2010; опубл. 20.06.2012., Бюл. № 17 (II ч.). – С. 124.

References

1 Prognoz tehnologicheskogo razvitija v gornodobyvajushhih otrasljah na osnove modernizacii tehniki i tehnologii gornogo proizvodstva/ A.I.Tatarkin, V.L. Jakovlev, S.V.Kornilkov, E. A.Orlova // Jekonomika regiona. - 2012. - №4 (32). - S. 80-92.

2 Jenergo- i resursosberegajushhie tehnologii podderzhanija syr'evoj bazy Respubliki Kazahstan /S. V. Kornilkov, I. V. Sokolov, V. S. Shemjakin, S. Zh. Galiev // Problemy i puti innovacionnogo razvitija gornodobyvajushhej promyshlennosti: materialy VI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Almaty: IGD im. D.A.Kunaeva, 2013. – S. 172-181.

3 Kantemirov V.D. Rudopodgotovka i predvaritel'noe obogashhenie mineral'nogo syr'ja pri osvoenii Pripoljarnogo Urala / V. D. Kantemirov, F.F. Boriskov //Nauchnye osnovy i praktika pererabotki rud i tehnogennogo syr'ja: materialy XVIII Mezhdunar. nauchno-tehn. konf. 3 - 4 apr. 2013 g./UGGU, Ural'skaja gornopromyshlennaja dekada. – Ekaterinburg: Izd-vo FORT-Dialog-Iset', 2013. - S. 20 – 24.

4 Kornilkov S.V. Proizvodstvo i potreblenie zhelezorudnogo syr'ja v Rossii v 2012 g./ S. V. Kornilkov, V. D. Kantemirov //Tehniko-jekonomicheskie pokazateli gornyh predprijatij za 1990 – 2012 gg. – Ekaterinburg: IGD UrO RAN, 2013. – S. 3 – 19.

5 Kornilkov S.V. O podderzhanii syr'evoj bazy i osnovnyh napravlenijah innovacionnogo razvitija mednoj podotrasli Urala. / S.V. Kornilkov, S.A. Ryl'kov, V.S.Shemjakin // Problemy nedropol'zovanija [Jelektronnyj resurs]: recenziruemyj sb. nauch. statej. Setevoe periodicheskoe izdanie. - Vyp.3. – Ekaterinburg: IGD UrO RAN, 2014. – S. 46-54. – Rezhim dostupa: trud/igduran.ru

6 Patent 2453619 Rossijskaja Federacija. MPK13 S22V 34/22 (2006.01) E21V 43/28 (2006.01) Sposob vyshhelachivanija preimushhestvenno vanadija iz shlaka/ F. F. Boriskov; zajavitel' i patentoobladatel' Institut gornogo dela UrO RAN (IGD UrO RAN). – № 2010136609/03; zajavl. 31.08.2010; opubl. 20.06.2012., Bjul. № 17 (II ch.). – S. 124.

ӘОЖ 622:271

Резюме

Корнилков С. В.
(Ресей ғылым академиясының Тау-кен ісі институты Орал бөлімшесінің ғылым федералдық мемлекеттік бюджеттік мекеме, Ресей, Екатеринбург)

МИНЕРАЛДЫҚ-ШИКІЗАТ БАЗАСЫН ДАМЫТУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ МЕН ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАПТАР: КЕШЕНДІЛІГІ, ЭНЕРГИЯ ТИІМДІЛІГІ

Қуатты, ресурстарды үнемдеу тау-кен кәсіпорындарының минералдық-шикізат базасын қолдау үшін шаралар негізделген. Алдыңғы қатарлы ашық тау-кен өндіруші кәсіпорындарында пайдалы қазбаларды өндіруге технологиялық прогрессивтік перспективалар көрсетілді. 2025-2030 жылдарға дейін пайдалы қазбалардың терен жатқан кен орындарын игеру технологиялық процестерді жақсарту бойынша үрдістердің өзекті ерекшеліктері келтірілген.

Түйінді сөздер: минералдық-шикізат базасы, перспективалар, технологиялық процестер, минералдық шикізатты кешенді пайдалану.

UDC 622:271

Summary

Kornilkov S.V.
(Federal budget science enterprise
The Institute of Mining, Ural branch, Russian academy of sciences,
Yekaterinburg, Russia)

UP-TO-DATE TECHNOLOGICAL PROSPECTS AND REQUIREMENTS TO MINERAL RAW MATERIAL BASE PROGRESS: COMPLEXITY, POWER EFFICIENCY

The measures on power, resource-saving and mining plants' mineral raw material base support are grounded. The prospects of technological progress in running mining plants with surface mining operations are presented. The up-to-date trends features on improving technological processes of mining deep-bedding deposits of mineral resources up to 2025-2030 years are given.

Keywords: mineral resources, prospects, technological processes, complex use of mineral raw materials.

УДК 622.3

Цеховой А.Ф.

(ОО «Центрально-Азиатский горнопромышленный союз» (ЦАГС),
ОО «Международная академия информатизации» (МАИН),
ОЮЛ «Союз проектных менеджеров Республики Казахстан»
(СПМ РК), г. Алматы, Республика Казахстан)

РОЛЬ ГРАЖДАНСКИХ ИНИЦИАТИВ В РАЗВИТИИ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА КАЗАХСТАНА

Сегодня усилия государства, общества и бизнеса направлены на реализацию задачи, которая поставлена в Концепции по вхождению Казахстана в число 30-ти самых развитых государств мира. Наши достижения и наша казахстанская модель развития должны стать основой нового политического курса.

Анализ факторов, обеспечивающих вхождение страны в число 30 самых развитых стран, показывает, что этот процесс сегодня определяется не только развитием самой индустрии и промышленности, но и состоянием и уровнем развития самого общества. По данным исследования, проведенного докторантом кафедры Управления проектами Казахского национального технического университета им. К. М. Сатпаева, в формировании показателей глобального индекса конкурентоспособности доля государства составляет только 45-50 процентов, не более. Вторая половина в равной степени приходится на институты гражданского общества и на сам бизнес. Таким образом, равнодушное общество и социально-инфантильный бизнес могут тормозить процесс вхождения Казахстана в тридцатку наиболее развитых и конкурентоспособных стран мира. Поэтому можно утверждать, что сегодня гражданские инициативы являются важным фактором развития триады: государство, общество и бизнес.

В канун юбилея Института горного дела им. Д.А. Кунаева мы задались целью посмотреть, как развивались гражданские инициативы, связанные с таким сегментом экономики, как горно-металлургический комплекс страны.

Одной из первых инициатив, которая была направлена на интеграцию интеллектуальных ресурсов, работающих в этой сфере, стало создание Центрально-Азиатского горнопромышленного союза (ЦАГС). Союз был учрежденв 1999 году по инициативе ученых и производственников, деятельность которых напрямую связана с горнопромышленным сектором.

ЦАГС – это общественное объединение, которое является самостоятельной некоммерческой организацией, объединяющей на добровольной основе физических лиц, содействующих развитию горной промышленности Центрально-Азиатского региона, достижению передового уровня экологической безопасности окружающей среды и условий труда, занятых в этой промышленности трудящихся, способствующих рациональному использованию недр и понимающих ответственность перед потомками за принимаемые решения, сознающих необходимость и добивающихся согласования интересов инвесторов, государства, недропользователей и занятых на предприятиях трудящихся, готовых к взаимовыручке и способных на взаимопомощь для предотвращения чрезвычайных ситуаций и для устранения их последствий, поддерживающих престиж горных профессий, готовых к выработке согласованных действий в процессе продвижения продукции, товаров и технологий на рынках сбыта.

Первым значимым событием ЦАГС было проведение 1-ой Международной конференции «Горное дело в Казахстане. Состояние и перспективы» в 2000 году.

Результатом этого мероприятия стал выпуск собрания трудов конференции «Горное дело, геология и металлургия».

Вторая Международная научно-практическая конференция «Горное дело и металлургия в Казахстане. Состояние и перспективы» прошла в 2006 году и была посвящена 15-летию независимости Республики Казахстан. Результат этой конференции – трехтомное собрание трудов: «Горное дело», «Металлургия» и «Геология».

В 2012 году была проведена уже третья конференция «Горное дело и металлургия в Казахстане. Состояние и перспективы», посвященная 100-летию со дня рождения академика БайконуроваОмирханаАймагамбетовича.

Не менее значимой стала инициатива Центрально-Азиатского горнопромышленного союза по изданию совместно с Издательским Домом «Руда и металлы» (г. Москва, Россия), специализированных номеров «Горного журнала», посвященных состоянию, проблемам и перспективам развития горнопромышленного комплекса Республики Казахстан. Данные выпуски журнала были изданы на средства ЦАГС и казахстанских компаний, таких как ССГПО, Донской ГОК, Богатырь Аксес комир, Казцинк, Алтыналмас, Васильковский ГОК и других. Первый специальный номер Горного журнала был приурочен к 10-летнему юбилею независимого Казахстана. Второй (2008 год) был посвящен 15 летию независимости страны. Участие в его формировании приняли крупные добывающие и перерабатывающие казахстанские компании.

Другая важная инициатива ЦАГС – создание в информационном пространстве страны первого в Центрально-Азиатском регионе специализированного интеренет-ресурса – Казахстанского горнопромышленного портала www.mining.kz.

Центрально-Азиатский горнопромышленный союз регулярно организует мероприятия, конференции, круглые столы по обсуждению наиболее проблемных вопросов и путей их решения в целях развития горно-металлургического комплекса Казахстана.

Вопросы интеграции в международное горное сообщество решает и Казахстанский Горный клуб, который был создан в 2011 г. по инициативе ЦАГС совместно с проектно-консалтинговой компанией «АНТАЛ», консалтинговой компанией «СРК консалтинг Казахстан» и при активной поддержке Казахского национального технического университета им. К. Сатпаева. Клуб стал местом регулярных ежеквартальных встреч специалистов для обмена информацией и опытом академического сообщества и компаний, занимающихся горнодобывающим бизнесом.

Сегодня уже можно говорить, что в Казахстане создана национальная инновационная система страны, и ее эффективность в значительной степени связана со зрелостью и активностью общественных структур. Есть наглядный пример, когда одновременно две страны – Южная Корея и Нигерия сообщили о создании своих инновационных систем. Но за восемь лет после такого декларативного заявления только Южная Корея действительно сумела построить национальную инновационную систему.

В настоящее время те задачи, которые стоят перед нашим государством, связаны, прежде всего, с необходимостью изменения общественного сознания. Должно быть изменено отношение к инновациям на уровне школы, института и в целом общества. Инноваторы должны найти достойное место. Эту задачу решает общественная структура, которая существует более 20 лет, – Международная академия информатизации (МАИН).

Эта организация создана как независимое самоуправляемое общественное объединение единомышленников в области познания природы информации, информационных технологий, экологической и информационно-аналитической деятельности, информатизации общества и создания единого мирового информационного сообщества.

Академия структурирована по семи секциям: Информационные технологии и коммуникации, Экономика, промышленность информационно-коммерческая деятельность, Экология, медицина, Информационно-кодовые проблемы естествознания, Информационно-

духовное возрождение мирового сообщества, Геоинформационные технологии, Системные концепции и приложения.

Членами Академии сегодня являются 1527 человек. Из них более 400 имеют прямое отношение к развитию горнопромышленного сектора. Это такие выдающие представители горняцкого сообщества, как Бейсебаев А.М., Галиев С.Ж., Крупник Л.А., Калыбеков Т. К., Лось В.Л., Муханов Т.М., Радостовец Н.В.и другие. По их инициативе МАИН и ЦАГС организовали в мае 2015 года круглый стол «Проблемы кадрового обеспечения развития новых технологий в горно-металлургическом комплексе Казахстана». В рамках обсуждения были затронуты острые вопросы по кадровому обеспечению горных производств. В резолюцию круглого стола были включены предложения в МОН РК о разработке методики определения потребности в специалистах с высшим и послевузовском образованием для ГМК и положения о рациональном использовании средств фондов на повышение качества подготовки кадров.

Опыт работы ЦАГС и МАИН убедительно показывает, что гражданские инициативы нельзя планировать сверху, они становятся действенными только тогда, когда рождаются в самом обществе и развиваются, движимые внутренним импульсом осознанных интересов тех людей, которые понимают, что для того, чтобы получать личные блага, необходимо помогать и поддерживать ту систему, в которой осуществляется деятельность.

В русле рассматриваемой линии, показывающей роль гражданских инициатив в развитии страны, находится еще одна инициатива. Центрально-Азиатский горнопромышленный союз и Международная академия информатизации вместе с проектно-консалтинговой компанией «АНТАЛ» в 2003 году создали объединение юридических лиц «Союз проектных менеджеров Республики Казахстан» (СПМ РК). Сегодня это объединение является негосударственным институтом развития и продвижения проектного управления в стране.

Аналитические исследования СПМ РК позволяют констатировать, что процесс развития проектного менеджмента в Казахстане от года к году становится динамичнее. За последние десять лет достигнуты весомые результаты. В 2008-2009 годах в Казахстане открыта академическая подготовка специалистов по управлению проектами в магистратуре и докторантуре. Пионером стал КазНТУ им. К.С. Сатпаева. Причём кафедра по управлению проектами была открыта в Горно-металлургическом институте им. О.А. Байконурова.

В настоящее время такие образовательные направления имеют уже пять вузов страны. За прошедшее время ими выпущено более 150 магистров экономических наук по специальности «управление проектами». И уже защищены две докторские диссертации в этой сфере.

В 2014 г. был принят национальный стандарт СТ РК ИСО 21500, который с 1 января 2016 г. вводится в действие. Планируется гармонизация и других стандартов ИСО в сфере проектного менеджмента по мере их принятия.

С 2014 г. повышение квалификации государственных служащих по проектному управлению вошло в разряд важнейшей задачи, которая рассматривается как часть реформы государственного сектора, проводимой в РК для повышения конкурентоспособности страны. В этих целях в Академии государственного управления при Президенте РК был создан Центр проектного менеджмента. В настоящее время он занимается разработкой методологии внедрения технологии управления проектами в систему государственного управления на основе имеющегося международного опыта. Этими вопросами Центр Академии занимается совместно с Казахстанским Центром государственно-частного партнёрства, проводящим аналитические исследования в области продвижения проектного менеджмента в Казахстане.

Союз проектных менеджеров РК как центр компетенций в проектном управлении является партнёром государственных структур по инициации и реализации всех этих начинаний. Осенью 2015 г. Академия государственного управления, Казахстанский Центр государственно-частного партнёрства и СПМ РК при поддержке партии «НурОтан» планируют провести Первый Конгресс по управлению проектами в Республике Казахстан.

СПМ РК работает во всех сферах профессиональной деятельности, включая и горнопромышленный сектор. Преимущества стандартизованного подхода к управлению проектами способствовали широкому его распространению на предприятиях ведущих горнодобывающих государств мира: США, Канады, Австралии. Поэтому задача состоит в том, чтобы этот управленческий аппарат стал превалирующим в практике работы горных предприятий Казахстана. И в этом направлении работает Союз проектных менеджеров РК. Начиная с 2003 г. краткосрочные курсы по управлению проектами на открытых и корпоративных семинарах СПМ РК прошли 358 специалистов Корпорации «Казахмыс», АО «Костанайские минералы», АО «Национальная горнорудная компания «ТаукенСамрук», АО Горно-металлургическая компания «Казахалтын», АО «Транснациональная компания «Казхром», АО «Национальная атомная компания «Казатомпром», ТОО «Батыскалий», АО «АК Алтыналмас» и других компаний.

Роль гражданского общества в развитии горнопромышленного сектора хорошо прослеживается и на примере работы такой структуры, как Республиканская Ассоциация горнодобывающих и горно-металлургических предприятий Республики Казахстан (АГМП), членом которой является и ЦАГС. Деятельность АГМП напрямую связана с добывающим сектором экономики Казахстана.

Сегодня, ставя высокие задачи, мы должны понимать, что все должно решаться в триединстве государства, общества и бизнеса.

УДК 622.272

Кожогулов К. Ч.

(Институт геомеханики и освоения недр НАН КР
г. Бишкек, Кыргызская Республика)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКЕ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КЫРГЫЗСТАНА

Аннотация

В работе рассмотрены проблемы обеспечения безопасности при комбинированной разработке рудных месторождений Кыргызстана. Описан способ комбинированной разработки полезного ископаемого в прибортовой зоне карьера.

Ключевые слова: *комбинированная разработка, прибортовая зона, рудные месторождения Кыргызстана.*

Түйінді сөздер: *құрамдастыру жүйесі, борттық аймақ, Қырғызстан Республикасының кенді кенорындары.*

Keywords: *combined development, under-edge area, ore deposit of Kyrgyzstan.*

Горная добыча относится к опасным производственным процессам. Обеспечение безопасности при этом приобретает особую актуальность при освоении месторождений полезных ископаемых, расположенных в сложных горно-геологических условиях.

В настоящее время в Кыргызстане большинство рудных месторождений, которые расположены в сложных горно-геологических условиях, в основном отрабатываются комбинированным способом. При этом под комбинированным понимают способы разработки, представляющие различные сочетания ведения открытых и подземных горных работ на одном или сближенном участках [1]. Для отработки рудных месторождений, распространяющихся на большую глубину широко применяется последовательная комбинированная разработка, когда верхняя часть залежи отрабатывается открытым способом, а нижняя – подземным.

Обычно, при комбинированной разработке месторождений полезных ископаемых в движение приходят огромные массы горных пород, в десятки и сотни раз превышающие размеры выработанного пространства. При этом в толще горных пород образуются зоны повышенного горного давления, обрушения, которые значительно снижают безопасность ведения горных работ и интенсификацию производства.

При комбинированной разработке рудных месторождений проблема интенсификации производства, повышения производительности труда и качество работ, широкое применение ресурсосберегающих технологий обычно внедряется путем использования высокопоизводительных систем разработок и мощной горной техники, повышения полноты и качества выемки полезных ископаемых. Однако совершенствование комбинированной технологии в направлении повышения производительности труда, снижения себестоимости добычи наряду с положительными моментами привело к ухудшению показателей извлечения запасов и снижению безопасности ведения горных работ. При этом, в условиях комбинированной разработки сложноструктурных месторождений, отрабатываемых системами с массовой отбойкой и выпуском руды под обрушенными налегающими породами, также не обеспечивается рациональное использование запасов полезных ископаемых и не достигается повышение безопасности работ и снижение себестоимости конечной продукции.

Значительные объемы проводимых горных работ, ухудшение горно-геологических условий и увеличение глубины карьеров требуют особого внимания к обеспечению длительной устойчивости бортов карьеров и откосов, параметры которых в значительной мере определяют экономичность и безопасность отработки месторождения.

Используемые в последнее время на карьерах мощное горное оборудование и технология добычи позволяет вести открытые горные работы на больших глубинах. Однако в практике отработки рудных месторождений сложного строения возникли серьезные трудности. На большинстве глубоких карьеров с достижением определенных глубин наблюдается резкое увеличение объемов вскрыши и затрат на транспортирование, возрастает себестоимость добычи. При этом, если ведение открытых горных работ проводится без оценки устойчивости бортов карьеров, то это приводит к неоправданным дополнительным расходам. Причем, данная проблема в недалеком будущем будет еще актуальнее из-за перехода на еще более глубокие горизонты.

Поддержание бортов карьера в устойчивом состоянии требует выполнения определенного соответствия между геометрическими параметрами карьера, с одной стороны, и горно-геологическими условиями, физико-механическими характеристиками горных пород и гидрогеологическими особенностями месторождения – с другой. Подземные работы, осуществляемые в бортах и под дном карьера, вызывают перераспределение и увеличение в общем случае напряжений в породах, и приводит к обрушениям бортов карьера, с вытекающими отсюда негативными последствиями.

Наличие действующего карьера, в свою очередь, накладывает отпечаток на выполнение горных работ в подземном руднике. При совмещении с открытыми работами подземные горные работы непременно должны вестись с учетом обеспечения безопасного и безаварийного хода работ в карьере. В одних случаях это ограничивает или совсем делает невозможным применение наиболее производительных систем разработки. Чаше всего очистные работы в подземном руднике ведут с оставлением значительных запасов руды в охранных и опорных целиках, которые могут быть и временными и безвозвратно теряемыми. Однако в последнее время на ряде рудников мира наметилась тенденция – после полного завершения открытых горных работ принять систему подэтажного обрушения для отработки залежей полезных ископаемых под дном карьера. Система подэтажного обрушения получила широкое распространение при разработке также ряда рудных месторождений СНГ с развитой горнодобывающей промышленностью.

Известно, что при системе подэтажного обрушения процесс выпуска и доставки руды является одним из ключевых процессов обеспечивающих безопасность при разработке месторождений полезных ископаемых. В связи с этим, для дальнейшего совершенствования этих систем активизировались работы по увеличению мощности и емкости скреперных установок. Это в свою очередь привело к тому, что значительно улучшилось качество дробления руды, а производительность труда по скреперованию при этом увеличилась лишь на 30 %.

В результате проведенного хронометража работы скрепериста выявлено, что в течение всей смены на чистое скреперование тратится всего 25 - 30 % от общего времени. В то же время около 70 – 75 % времени занимают работы по созданию безопасных условий, связанных с ликвидацией зависаний и вторичному дроблению руды.

Это свидетельствует о том, что основным направлением создания безопасных условий является не дальнейшее улучшение показателей работы скреперной установки, а правильный выбор наиболее подходящих схем подготовки, обеспечивающих безопасное истечение обрушенной руды. При этом следует отметить, что интенсивность процесса выпуска обрушенной руды имеет особенно важную роль при ведении безопасных обычных работ в неустойчивой вмещающей породе, где обрушение и измельчение пород напрямую зависит от времени отработки. Следовательно, создание безопасных условий труда является первостепенным при изучении процесса обрушенной руды. В результате исследований выявлено [2], что при системе подэтажного обрушения количество несчастных случаев

занимает около 60% от общего количества несчастных случаев, имевших место в работах по выпуску и доставке руды. Основная часть таких случаев является результатом внезапных выпадений кусков руды, застрявших в выпускных выработках. В этой связи применение вибропитателей одновременно с повышением интенсивности выпуска руды из выпускных выработок и уменьшением опасности работ, полностью не исключает другие существенные недостатки рассматриваемой схемы подготовки.

Главным достоинством системы подэтажного обрушения является возможность отработки подкарьерных запасов в одну стадию без оставления междукамерных целиков и потолочин, что особенно важно для обеспечения безопасности работ при отработке неустойчивых руд в условиях повышенного горного давления. При этом отличительной особенностью данной технологии также является и то, что при торцевом выпуске по сравнению с обычной подготовкой дучками и воронками значительно уменьшается изрезанность днища, что делает безопасным возможность применения системы в неустойчивых рудах.

В связи с этим, на основе анализа технологий комбинированной разработки [3-5], в Институте геомеханики и освоения недр НАН КР совместно с Жалалабадским государственным университетом разработан способ комбинированной разработки полезного ископаемого в прибортовой зоне карьера, на который получен патент на изобретение [6].(рисунок 1).

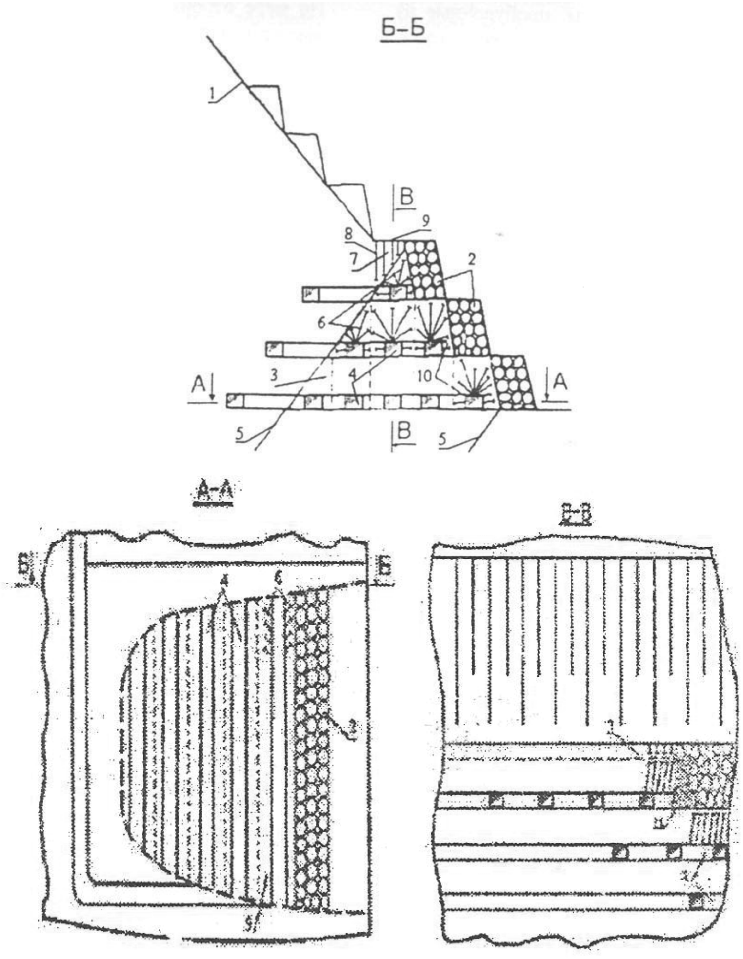


Рисунок 1 - Способ комбинированной разработки полезного ископаемого в прибортовой зоне карьера: 1 - проектный контур карьера; 2 -ярусы внутреннего отвала; 3 -запасы полезного ископаемого; 4- буродоставочные выработки; 5 -границы полезного ископаемого; 6 -скважины, пробуренные из буродоставочной выработки; 7- породы кровли; 8- скважины, пробуренные из карьера; 9- транспортная берма; 10-панель; 11- запасы полезного ископаемого, залегающие в нижней части прибортовой зоны; 12- горизонтальные буродоставочные выработки нижних подэтажей; $H_к$ – высота карьера.

При этом задачей изобретения явилось сохранение устойчивого состояния борта карьера и повышение безопасности горных работ при снижении затрат времени и средств на выемку полезного ископаемого прибортовой зоны. Способ заключается в том, что отработку полезного ископаемого, находящегося в прибортовой зоне карьера, осуществляют системой подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды, после обрушения и частичного выпуска руды в прибортовой зоне производят принудительное обрушение пород кровли с помощью скважин, пробуренных с транспортной бермы, по мере отбойки и выпуска руды выработанное пространство заполняют породами внутреннего отвала

При применении разработанного способа проведение горизонтальных буродоставочных выработок по простиранию полезного ископаемого сокращает количество подготовительно-нарезных выработок, использование для принудительного обрушения пород кровли более разреженной сетки скважин позволяет получить крупнокусковую породную массу с высоким коэффициентом разрыхления и снизить затраты на бурение и заряжание скважин и предотвратить фильтрацию породной массы при выпуске запасов полезного ископаемого.

Литература

1 Черный Г.И. Устойчивость подрабатываемых бортов карьеров. - М.:«Недра», 1980.

2 Дайрабеков Ж.О. Проблемы эффективной и рациональной разработки рудных месторождений Казахстана. Алма-Ата, «Наука» 1974.

3 Дронов Н.В. Исследование торцевого выпуска руды наклонными слоями // Труды ВНИИЦВЕТМЕТ, М., «Недра», 1967.

4 Фугзан М.Д. Современные направления развития одностадийной выемки мощных рудных месторождений. В кн.Одностадийная выемка мощных рудных месторождений. М.,«Наука» 1967.

5 Дронов Н.В., Иофин С.А., Шкарпетин В.В. Исследование закономерностей торцевого выпуска руды через щель.// Горный журнал, 1963, №10.

6 Маматова Г.Т., Кожогулов К.Ч., Никольская О.В., Усенов К.Ж., Алибаев А.П. Способ комбинированной разработки полезного ископаемого в прибортовой зоне карьера. Патент на изобретение № 1571. Государственная патентная служба КР, Бишкек 2013.

References

1 Chernyj G.I. Ustojchivost' podrabatyvaemyh bortov kar'erov. - M.:«Nedra», 1980.

2 Dajrabekov Zh.O. Problemy jeffektivnoj i racional'noj razrabotki rudnyh mestorozhdenij Kazahstana. Alma-Ata, «Nauka» 1974.

3 Dronov N.V. Issledovanie torcevogo vypuska rudy naklonnymi slojami // Trudy VNIICVETMET, M., «Nedra», 1967.

4 Fugzan M.D. Sovremennye napravlenija razvitija odnostadijnoj vyemki moshhnyh rudnyh mestorozhdenij. V kn.Odnostadijnaja vyemka moshhnyh rudnyh mestorozhdenij. M.,«Nauka» 1967.

5 Dronov N.V., Iofin S.A., Shkarpetin V.V. Issledovanie zakonomernostej torcevogo vypuska rudy cherez shhel'.// Gornyj zhurnal, 1963, №10.

6 Mamatova G.T., KozhogulovK.Ch., Nikol'skaja O.V.,Usenov K.Zh., Alibaev A.P. Sposob kombinirovannoj razrabotki poleznogo iskopaemogo v pribortovoj zone kar'era. Patent na izobretenie № 1571. Gosudarstvennaja patentnaja sluzhba KR, Bishkek 2013.

ӘОЖ 622.272

Резюме

Қожоғұлов К. Ч.
(ҚР ҰҒА Геомеханика және кенді өндіру институты, Бишкек қ.,
Қырғыз Республикасы)

ҚЫРҒЫЗСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ КЕНДІ КЕНОРЫНДАРЫН ҚҰРАМДАСТЫРУ ЖҮЙЕСІМЕН ИГЕРГЕНДЕ ҚАУІПСІЗДІКТІ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ

Бұл мақалада Қырғызстан Республикасының кенді кенорындарын құрамдастыру жүйесімен игергенде қауіпсіздікті қамтамасыз ету мәселесі қарастырылған. Карьердің борт аймағындағы пайдалы қазбаларды құрамдастыру жүйесімен игеру әдісі сипатталған.

Түйінді сөздер: құрамдастыру жүйесі, борттық аймақ, Қырғызстан Республикасының кенді кенорындары.

UDC 622.272

Summary

Kozhogulov K.Ch.
(Institute of geomechanics and development of subsoil of the National academy of sciences of the Kyrgyz Republic, Bishkek)

SAFETY CONTROL OF THE ORE DEPOSIT OF KYRGYZSTAN AT COMBINED DEVELOPMENT

The paper discusses the problem of safety control at combined development of ore deposits in Kyrgyzstan. It describes a method for the combined development of minerals in the area at pit edge.

Keywords: combined development, under-edge area, ore deposit of Kyrgyzstan.

Баймуратов У. Б.
(Институт социальной экономики и финансов, Алматы, Казахстан)

ИНДУСТРИАЛЬНО-ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ КАЗАХСТАНА В КОНТЕКСТЕ ФОРМИРОВАНИЯ ГАРМОНИЧНОЙ «ЗЕЛЕНОЙ» ЭКОНОМИКИ

Позвольте мне поздравить славный коллектив Института горного дела с замечательным юбилеем - 70-летием со дня основания. Ваш институт я давно знаю как один из крупнейших научно-исследовательских центров Казахстана и Центральной Азии, осуществляющий научно-техническое обеспечение горного производства.

Будучи председателем СОПСа АН Казахстана, мне приходилось тесно сотрудничать с вашим институтом при разработке различных научно-исследовательских республиканских программ. Я лично знал всех бывших руководителей Института и добрые деловые отношения имел практически со всеми.

Одно из основных направлений деятельности Института - это разработка эффективных, экологически чистых и безопасных технологий освоения природных и техногенных месторождений полезных ископаемых. Жизнь показывает их высокую актуальность и значимость.

Стало очевидным, что конец XX в. и начало XXI в. ознаменовались глобальным и глубоким эколого-экономическим кризисом. Противоречие между растущими материальными потребностями в мире и ограниченными возможностями биосферы обеспечивать их достигло критического уровня.

В современных условиях у человечества не существует другой альтернативы как переход к новому «зеленому» цивилизованному росту, который вместо разрушения своей природной основы гарантирует человечеству устойчивое развитие уже в обозримом будущем. Концепция «зеленой экономики» включает множество направлений, таких, как экономика, окружающая среда, экологическая экономика, энергетическая революция и другие.

«Зеленый» план стран ЕС - это политика «20:20:20», т.е. к 2020 г. изменить на 20 % следующие категории вредных веществ: снизить выбросы парниковых газов, повысить энергоэффективность, увеличить долю возобновляемых источников энергии. В США – политика снижения выбросов вредных веществ в процентном соотношении к годам (50 % - к 2050 г.; 80 % - к 2080 г.). Формирование рынка «зеленых» технологий «снизу». Жители мегаполисов (35%) готовы платить за «зеленую» энергию больше [1].

Для Казахстана переход на «зеленую экономику» позволит решить цели и задачи по вхождению в число 30-ти наиболее развитых стран мира. По расчетам экспертов, к 2050 году ВВП увеличится дополнительно на 3 %, будут созданы 500 тысяч новых рабочих мест, сформируются новые отрасли промышленности и сферы услуг, высокие стандарты жизненного уровня населения [1].

«Зеленая экономика» означает глубокие системные преобразования в экономическом развитии, в государственном управлении и сознании общества. Выгоды, полученные в виде повышения качества жизни человека и окружающей среды, помогут построить более устойчивую к внешним кризисам экономику. При этом переход на «зеленую экономику» требует также усиления контроля качества производимых и ввозимых в страну товаров. К примеру, генномодифицированные продукты, продовольственные товары с вредными примесями должны быть исключены из потребления населения.

«Зеленая экономика» определяется также как экономика с высоким уровнем качества жизни населения, бережным и рациональным использованием природных ресурсов. В основе

«зеленой» экономики - чистые или «зеленые» технологии. По словам специалистов, развитие «зеленой» экономики позволит избежать нашей стране экологического кризиса, который затронул своими масштабами уже многие постиндустриальные страны.

Важнейшими стратегическими приоритетами развития экономики любой страны в современных условиях являются научно-технический прогресс и инновационные процессы, позволяющие вести непрерывное обновление производства на основе освоения достижений науки и техники.

Разработка природных ресурсов может дать и дает импульс экономическому развитию, позволяющему повысить общую конкурентоспособность. Доходы и сверхприбыль, поступающие от продажи углеводородов, направляются на модернизацию экономики и реконструкцию инфраструктуры для расширения масштабов экономической деятельности.

В то же время процесс социально-экономического развития приобретает устойчивость лишь в случае инновационных преобразований, перехода к построению экономики, основанной на использовании знаний и выпуске товаров с высокой долей добавленной стоимости. Тем самым, инновации являются главным инструментом в продвижении экономики XXI века.

Инновации, как правило, создаются последовательно, по стадиям: фундаментальные исследования – прикладные разработки – опытно-конструкторские работы – внедрение в практику. В зависимости от состояния духовности и нравственности общества в любом звене цикла «наука – производство» могут возникнуть различные препятствия, тормозящие ход инновационного процесса или снижающие эффективность инноваций. В духовно неразвитом социуме, это:

- коррупция при проведении конкурсов и заказов на исследования;
- монополия в науке и производстве;
- нездоровая конкуренция на рынках научных продуктов, инвестиционных и потребительских товаров;
- формирование «мыльных пузырей» и чрезмерных рисков на различных рынках;
- снижение конкурентоспособности компаний и фирм как результат общего цивилизационного спада в стране и на континенте.

При создании дорогостоящих проектов в области инфраструктуры инновационной деятельности, как представляется, недостаточно выдерживается принцип сбалансированности и гармоничности. С одной стороны, мы наблюдаем крайне низкий уровень затрат на науку, низкий статус и уровень заработной платы ученых и изобретателей, ощутимую нехватку инновационных разработок для создания на их основе прибыльного бизнеса, с другой – большие затраты на создание инновационной инфраструктуры, сравнительно высокий уровень оплаты труда менеджмента, большая текучесть кадров, слабое взаимодействие со сферой исследований. В результате объекты инновационной инфраструктуры не обеспечены достаточным объемом работ в области инноваций, а их деятельность сводится, по сути, к функциям бизнес-инкубаторов, аренде недвижимости, содержанию «самих себя» за счет налогоплательщиков. Это болевая точка государственной политики, требующая срочного вмешательства.

Образование и наука в духовно-развитом обществе – важнейший ресурс индустриально-инновационного развития страны. Один из современных мировых трендов заключается в том, что они являются факторами технологического могущества, экономического роста, духовного и материального благосостояния. Они выполняют решающую роль в осуществлении стратегических задач государства, укреплении духовности и единства казахстанского общества.

Взаимодействие образования, науки и бизнеса дает синергию в их развитии, росте конкурентоспособности экономики. Однако не все так просто. Парадокс современной экономики в том, что высокий инновационный уровень далеко не гарантирует от кризисов и нестабильностей. Это необходимое, но не достаточное условие устойчивого развития. США,

к примеру, занимает первое место в мире по затратам на науку, но они перманентно находятся в кризисе (финансовом, экономическом, демографическом, духовном). Дело в нарушении закона Гармонии, дисгармоничной модели экономики. США - не исключение в этом плане, вся развитая зона страдает кризисами. Там происходит цивилизационный спад, вследствие падения роли духовности и нравственности.

Тем не менее, во всех развитых и некоторых развивающихся странах ключевой современной тенденцией развития является интеграция науки и образования. Она - эта тенденция, очевидно, сохранит свою силу и в условиях наступающей новой эпохи Востока.

В контексте духовно-нравственного развития страны знания и инновации ценны, когда они применяются в русле универсального закона Гармонии.

Гармония - духовная, культурная установка, которая ориентирует на осмысление мироздания (как в целом, так и его фрагментов), социо-экономической системы и человека с позиции их существенной внутренней связи, упорядоченности и соразмерности. В этом заключается единство, суть гармонии общественной системы.

Базовая, основополагающая гармония в обществе есть такое соотношение между материальными и нематериальными потребностями индивида и социума, которое возникает на высокой духовности – фундаменте всей их жизни. Она может образоваться между человеческим сообществом (его потребностями) в целом и экономикой, выступающей одновременно и как подсистема общества, и как целостная система. Частные гармонии устанавливаются внутри общественной системы.

Социальная Гармония– это сущностная связь, соразмерность, соответствие сфер общества как целого, состоящая в умеренном возвышении разумных духовных ценностей над материальными потребностями индивидов и социумов в целом, непременно возникающая на истинно духовной основе.

Необходимо настойчивое движение к Гармонии общества, экономики и окружающей среды. Формула Гармонии проста: D+3D, что означает - для гармоничного демоэкономического развития необходимо такое же развитие других трех составляющих социальной эволюции - демократии, демографии и демоэтики (духовности и нравственности). Гармония образуется на принципах социальной справедливости и умеренности во всем, когда духовность и нравственность выполняют роль фундамента устойчивого общества.

Вектором социальной эволюции, ведущим к Гармонии, служат принципы Исламской этики и экономики, огромный созидательный потенциал которых пока полностью не использовался нигде в мире. В многоконфессиональных странах возможно сочетание их с традиционной экономической моделью и финансами, т.е. построение смешанной экономики. В стабильно развивающемся, гармоничном обществе такие процессы, как демократические преобразования, демографический рост, духовный прогресс и экономическая деятельность, протекают синхронно, в тесной взаимосфязи и взаимообусловленности.

Названные сферы общества функционируют, как уже говорилось, на едином фундаменте духовности. Для экономической системы демократическое развитие и демографический рост служат ее своеобразными опорами – не застывшими как железобетон, а как бы живыми, оказывающими воздействие на экономику и испытывающими обратное влияние хозяйственной деятельности. Фундаментальной гармонией в экономике, по моему мнению, является полное соответствие хозяйственного механизма духовной основе, демократическому и духовному развитию общества. Это и есть суть диалектики развития человеческого общества. Она в принципе отлична от расхожего в прошлом тезиса об экономическом базисе и надстройках общества.

Развивая в комплексе демократические процессы, проводя политическую модернизацию, стимулируя рост народонаселения, улучшение трудового потенциала и человеческого капитала и, самое главное, всемерно поддерживая духовный прогресс во всех его аспектах, можно реально построить в странах действительно гармоничную экономику. Для чего трансформационные процессы и в обществе, и в его экономике должны получить

системное развитие. Фундаментом устойчивости общества являются высокая духовность и нравственность.

Разумность, умеренность, справедливость, честность и прозрачность, уважение прав и обязанностей человека, миролюбие, взаимное доверие граждан и другие духовно-нравственные ценности составляют суть социальной эволюции к Гармонии. Там, где Гармонии открываются дороги и устраняются преграды, все ресурсы общества используются наиболее эффективно во имя человека и сохранения окружающей природы.

Формирование гармоничной социальной экономики в обществе с 4-мя «D» предполагает трансформационные процессы по следующим этапам (применительно к развивающимся экономикам) [2]:

-преимущественная индустриализация ее первичной сферы (сырьевые, топливно-энергетические, сельскохозяйственные и другие производства), начало диверсификации экономики;

- индустриализация вторичной и третичной сфер экономики (перерабатывающие и наукоемкие производства, инфраструктура). Реализация стратегии индустриально-инновационного развития с ориентацией на сервисно-технологические производства с высокими добавленными стоимостями, формирование и многовекторное развитие новой национальной системы производительных сил;

- формирование постиндустриального информационного общества.

Для успешного продвижения, к примеру, Казахстана по пути к гармоничной социальной экономике необходимы шаги [3]:

- дальнейшая либерализация хозяйственной системы до разумного уровня (создание условий для успешного развития бизнеса – снятие административных барьеров перед предпринимательством);
- развитие институтов гражданского общества (профсоюзы, неправительственные организации и т.д.);
- рациональное регулирование государством экономики – при сильной социальной политике;
- полное и эффективное использование всех факторов экономического роста, которыми располагает страна (богатые природные и земельные ресурсы, человеческий капитал, высокий образовательный уровень населения, возрастающие финансовые ресурсы, преимущество географического и геополитического расположения, научно-технический и инвестиционно-строительный потенциалы), и масштабная модернизация экономики;
- интегрирование в различные региональные экономические объединения с целью повышения конкурентоспособности национального хозяйства страны;
- наращивание конкурентных преимуществ страны, ее своевременная адаптация к условиям наступающей в мире эпохе перемен, характеризующейся радикальными изменениями в распределении мировых сил, высокой вероятностью ухудшения конкурентоспособности ряда стран вследствие влияния возрастающих инвестиционных рисков;
- достижение открытости экономической системы страны, позволяющей развивать торгово-экономические отношения с другими государствами, свободное передвижение капитала и рабочей силы, экспансию банковского капитала в соседние страны без ущерба для собственной экономики;
- адекватное реагирование на изменения в мировой хозяйственной системе, включая вероятное появление новых экономических лидеров в Азии в связи со сменой эпох;
- благоприятный инвестиционный климат, стимулирующий приток иностранного капитала;
- поддержание политической стабильности в обществе;
- использование опыта развитых стран в реализации моделей повышения благосостояния собственного народа;

• в цивилизационных трансформациях большое значение должно придаваться развитию межэтнических отношений, в первую очередь, проблемам государственного языка с использованием положительного в этом плане опыта других стран мира с полиэтническим составом населения по фактическому обеспечению его статуса.

Гармоничная экономика формируется путем трансформации существующих национальных моделей. Сам этот процесс, иначе говоря, – гармонизация экономики, длителен и реализуется поэтапно.

У каждого государства или их объединений – свой путь развития. Наибольшими шансами располагают страны с богатыми природными ресурсами, плодородными землями, благоприятными климатическими и транспортными условиями, с развитыми духовностью и демократией, стабильной демографией, богатым человеческим капиталом, высоким инновационным потенциалом, диверсифицированным национальным хозяйством. В перспективе в их число может войти ряд государств, включая и Казахстан.

Необходимость утвердить в мировом сообществе принцип партнерства и ответственности за сохранение окружающей природной среды остается жизненно важной и первоочередной задачей всего человечества. Происходящий научно-технологический прогресс не только в развитых, но и в ряде развивающихся экономик связан с возможностями трансферта инноваций из стран в страны и укрепления регионального и субрегионального сотрудничества в целях решения общих экологических проблем, содействия передаче технологий, организации информационных сетей и ослабления отрицательных последствий процесса глобализации.

Растет заинтересованность стран в активном участии в посткопенгагенском процессе с учетом взятых на себя обязательств в развитии стратегии и практики низкоуглеродного развития, а также проявляется готовность их содействовать продвижению инвестиций в экосистемные услуги для решения проблем трансграничных экосистем.

Концепция «Зеленого роста» предполагает развитие интеграционных связей стран, консолидацию их усилий по укреплению экологической безопасности, снятия в разумных пределах трансграничных преград для развития торгово-экономических отношений в условиях образования региональных союзов. Для ее реализации большое внимание должно быть обращено на политику внешнеторговых отношений в условиях проводимой ныне регионализации экономики.

Важно подчеркнуть, что гармоничное совмещение четырех важнейших процессов (экономики и трех «D») возникает там и тогда, где и когда основой человеческого общества становится именно духовная сфера (религия, нравственность, национальный менталитет, наука, образование, культура и другие духовные ценности). Поэтому достижение действительного «Зеленого роста», сочетающего экономическое развитие с экологическим, - глобальная задача всего общества, всех его сфер, власти и бизнеса, в особенности.

Особое значение должно придаваться развитию отечественной науки, безусловному признанию ее приоритета в финансировании фундаментальных и прикладных исследований в Казахстане, бюджетные ассигнования которых не могут быть секвестированы линейно во всех случаях, без учета их перспективности и влияния на конкурентоспособность экономики и сферы науки страны.

Инновации, служащие обеспечению Гармонии разумных материальных потребностей с духовными запросами индивидов и социумов имеют большие шансы интегрироваться с исламскими финансами. Тем более, что обозначилась новая мировая тенденция растущего замещения традиционных финансов исламскими.

Позвольте пожелать коллективу Института горного дела дальнейших творческих успехов во благо развития науки нашей страны!

Литература

1 Ковтун Ю.В. «Зеленая экономика» как ресурсная база новой индустрилизации. /Материалы МНПК «Неоиндустрилизация и инновационное развитие России». – Краснодар, 26-28 января 2012 г.

[2] Баймуратов У.Б. Избранные научные труды. Том 4-й «Социальная экономика». Алматы, «БИС» - «Экономика», 2005, - С. 89-94.

3 Баймуратов У.Б. Гармония общества и экономики: мировая парадигма. – Алматы: Экономика, 2010. –360 с.

References

1 Kovtun Ju.V. «Zelenaja jekonomika» kak resursnaja baza novoj industrilizacii. /Materialy MNPK «Neoindustrilizacija i innovacionnoe razvitie Rossii». – Krasnodar, 26-28 janvarja 2012 g.

2 Bajmuratov U.B. Izbrannye nauchnye trudy. Tom 4-j «Social'naja jekonomika». Almaty, «BIS» - «Jekonomika», 2005, - S. 89-94.

3 Bajmuratov U.B. Garmonija obshhestva i jekonomiki: mirovaja paradigma. – Almaty: Jekonomika, 2010. –360 s.

УДК 622.27; 004.9; 539.3

Журавков М.А.,
Хвесеня С.С., Коновалов О.Л., Богдан С.И.
(Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь)

ИНФОРМАЦИОННАЯ ОСНОВА И ТЕХНОЛОГИИ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация

В статье рассмотрены современные возможности и преимущества использования геомеханического моделирования. Рассмотрен весь комплекс необходимых функциональных частей для обеспечения успешного геомеханического моделирования. В соответствии с разработанными алгоритмами приводятся практические рекомендации по использованию. Также приведены описания некоторых частей разработанных программных комплексов.

Ключевые слова: *геомеханика, геомеханическое моделирование, обработка и восстановление исходных данных, разработка программного обеспечения, база данных, разломы, нарушения, механико-математическое моделирование.*

Түйінді сөздер: *геомеханика, геомеханикалық үлгілеу, өңдеу және алғашқы мәліметтерді қалпына келтіру, деректер базасы, бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу, сынықтар, бұзушылықтар, механика- математикалық үлгілеу.*

Keywords: *geomechanics, geomechanical modeling, processing and restoration of basic data, development of the software, database, breaks, violations, mekhaniko-mathematical modeling.*

Возрастающая роль горнодобывающей промышленности, расширение масштабов подземного строительства, освоение все более сложных (большие глубины, сложные геологические условия и т.д.) для разработки и добычи участков залегания полезных ископаемых требуют наличия адекватной трехмерной компьютерной геомеханической модели разрабатываемого участка породного массива. Построение такой модели обеспечивает дальнейшее изучение породной толщи и возможность прогнозирования физических процессов в массивах горных пород при воздействии естественных и техногенных источников возмущений.

Высокая эффективность использования технологий компьютерного моделирования при создании общих трехмерных геологических и на их основе геомеханических моделей породных массивов на современном этапе развития информационных технологий не вызывает сомнений [1-3]. Важным является тот факт, что наличие компьютерных цифровых моделей позволяет перестраивать геологические модели с учетом новых данных, с появлением новых типов геофизической информации, использованием более эффективных специализированных алгоритмов обработки массивов данных первичной информации. Сегодня работу крупных нефтегазодобывающих и горнорудных компаний невозможно представить без активного использования компьютерных специализированных пакетов для обработки данных сейсморазведки и последующего построения цифровых моделей породной толщи. Новые технологии являются не только менее затратными по сравнению, например, с традиционным бурением, но и представляются более точными. Следует отметить, что в силу масштабности и высокой прибыльности нефтегазовой отрасли, использование технологий и систем математического и компьютерного моделирования началось там значительно раньше, чем в других горнодобывающих отраслях. Их широкое и повсеместное внедрение привело к тому, что в настоящий момент наличие цифровой

геологической модели и фильтрационной модели является обязательным условием при эксплуатации углеводородных месторождений и во многих нефтедобывающих странах это закреплено на законодательном уровне.

Важным условием построения адекватной достоверной комплексной трехмерной геомеханической модели породной толщи является использование всей совокупности горно-геологических, горно-технологических и геомеханических данных, их структурированность и непротиворечивость.

В соответствие с этим, изучение геомеханических процессов и решение сложных прикладных задач должно вестись комплексно, с использованием эффективных автоматизированных компьютерных технологий. Основными обязательными элементами для возможности такого комплексного рассмотрения и существования прикладной программной технологии являются:

- систематизация и хранение исходной информации;
- первичная обработка исходной информации;
- определение дополнительных данных и вычисление вторичной информации, необходимой для моделирования и исследований;
- учет структурных осложнений различного типа и характера;
- построение структурно-геологических, геомеханических моделей и их верификация;
- процедуры 2D- и 3D-визуализации;
- алгоритмы решения различных вычислительных и прикладных задач;
- алгоритмы и технологии мониторинга и прогнозирования.

Важно отметить, что построение трехмерной компьютерной (цифровой) геомеханической модели участка породного массива представляет собой нетривиальную и очень сложную задачу. При этом, вложенные затраты окупаются создаваемыми геомеханическими моделями, которые являются актуальными, в то числе, в режиме реального времени, обладают высокой гибкостью для оперативного «перестроения» при изменении исходных данных, а также учитывают весь имеющийся фактический материал исходных данных для рассматриваемой области массива горных пород.

Первостепенным и системообразующим фактором, без которого невозможно эффективное функционирование предлагаемого комплекса, являются данные, а именно системное корректное хранение исходной информации. С учетом современных компьютерных возможностей по хранению информации, в качестве конкретной программной реализации хранилища данных и системы управления базой данных могут быть выбраны различные существующие решения. Но огромную и важнейшую задачу, состоящую в непосредственном проектировании логической структуры хранения и ее внутренних связей, необходимо решать уже специалистам. Разработка корректной для работы структуры хранения информации очень важно, поскольку обеспечивает дальнейшую работу всей системы. Необходимой процедурой на данном этапе также является этап контроля качества и корректности первичных исходных («сырых») данных.

Среди основных возможных проверок корректности первичных данных и подготовки их к дальнейшему использованию следует выделить и проводить следующие:

- проверка глубин;
- проверка соответствия структурированных единиц разбиений;
- проверка соответствия единиц измерений для каждого измеренного параметра

и т.д.

Важнейшей особенностью массивов горных пород в отношении оценивающих их показателей является неоднородность. Для породы в данном участке ее залегания или в данной пробе значения этих показателей характеризуются не точно определенным числом, а вероятностным распределением случайных значений и параметрами этого распределения: средним значением и характеристикой вариации (коэффициентом вариации), причем последняя является не погрешностью оценки среднего значения, а мерой объективной

неоднородности самого определяемого показателя. Вероятностный характер показателей свойств, вызванный неоднородностью породы, характерен и для породных массивов в целом и их составных частей. С простиранием пласта (или выработки) наблюдается стохастическая изменчивость как строения и свойств слагающей массив породы, так и горнотехнических показателей, зависящих от ряда известных детерминированных, а также неизвестных, случайных и неучитываемых факторов. Значит, закономерности этих явлений и характеризующие их показатели носят вероятностно-случайный характер. Разумеется, стохастическая изменчивость показателей горно-геологических условий не исключает возможности наличия также и детерминированной изменчивости. Например, последовательность породных напластований в свите может носить упорядоченный характер. Указанное свойство вероятностно-случайного характера показателей горных пород и массивов необходимо учитывать при построении общих геомеханических моделей породных массивов.

Зачастую на практике для успешного геомеханического моделирования необходимо провести обработку и анализ физико-механических параметров горных пород. Это может быть вызвано различными причинами, такими как:

- различные масштабы и уровни моделирования, требующие использования эффективных значений физико-механических характеристик для рассматриваемого масштаба;
- отсутствующие в целом либо частично физико-механические данные для данной области и др.

Для снятия такого рода неопределенностей необходим ряд корректных алгоритмов, позволяющих проводить восстановление пропущенных данных, расчет эффективных характеристик массивов горных пород с учетом масштабных переходов и эффектов и др. [4]

Важным элементом при построении конечно-элементных геомеханических моделей является разработка алгоритмов и методик для учета наличия особых зон (макротрещины, области разломов, зоны замещений и флуктуаций и др.). Очевидно, что при рассмотрении устойчивости массивов горных пород и решении проблем безопасности ведения горных работ областям, имеющим нарушения различного характера, уделяется особое внимание. Такие области являются особыми, как с точки зрения зон повышенного риска, так и вследствие дополнительных трудностей при построении топологии цифровой модели и формулировки геомеханической задачи, и в дальнейшем при выборе методов решения задач. Рассмотрим особенности построения конечно-элементных моделей массивов горных пород в особых зонах и областях.

В случае наличия зон замещений горных пород, областей флуктуаций и резких изменений в характеристиках породных слоев проблема решается путем выполнения тщательной и аккуратной работы с исходными данными баз физико-механических характеристик, что подразумевает обязательное использование именно исходных первичных данных при построении цифровой конечно-элементной модели на рассматриваемом участке и в итоге позволяет избежать некорректности и грубых ошибок.

В областях наличия макротрещин и разломов требуется разработка специальных подходов и технологий для корректного построения геометрии объекта и особых алгоритмов для решения прикладных модельных задач. В связи с этим, задачи геомеханики для областей с разрезами и трещинами выделяются в отдельный класс. Показателен тот факт, что к настоящему времени не разработаны универсальные методы и подходы к решению даже пространственных задач математической теории трещин.

В настоящее время существуют мощные прикладные геофизические пакеты, автоматизирующие различные этапы построения общих геологических моделей породных массивов, в том числе и с учетом наличия районов с разломами. Вместе с тем, не всегда такие конечно-элементные модели можно непосредственно применять при рассмотрении различных типов и классов задач геомеханики, особенно если речь идет о сопряженных задачах, когда требуется рассмотрение взаимосвязанных геомеханических,

геофильтрационных и газодинамических процессов. Для этих целей конечно-элементная модель должна быть соответствующим образом модифицирована. Так, например, следует обеспечить согласованность конечных элементов, находящихся в зоне разлома с геометрией последнего; необходимо определить, как собственно элементы, так и задать граничные условия в разломных зонах и на макротрещинах в соответствии с рассматриваемыми геомеханическими процессами и т.д.

Общий алгоритм построения конечно-элементной модели в районе разлома включает в себя сначала формирование, на основе сейсмических данных (поверхности горизонтов, поверхности разломов), согласованной структурной модели (рисунок 1). Затем специально для изучения геомеханических процессов в районе разломов с возможностью моделирования условий скольжения используются сетки, построенные на основе треугольных призм, где образующие треугольники призмы непосредственно принадлежат поверхности разлома (рисунок 2).

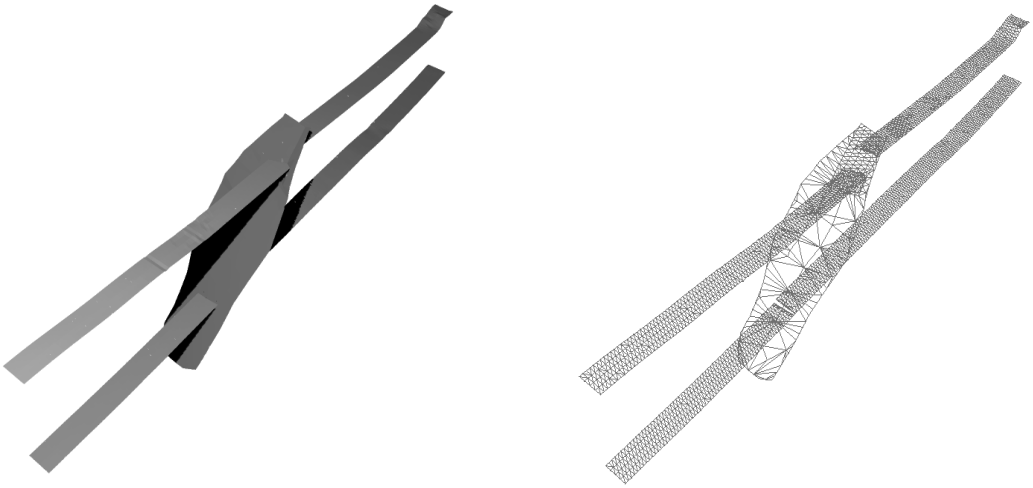


Рисунок 1 – Построение согласованной структурной модели с учетом наличия разлома

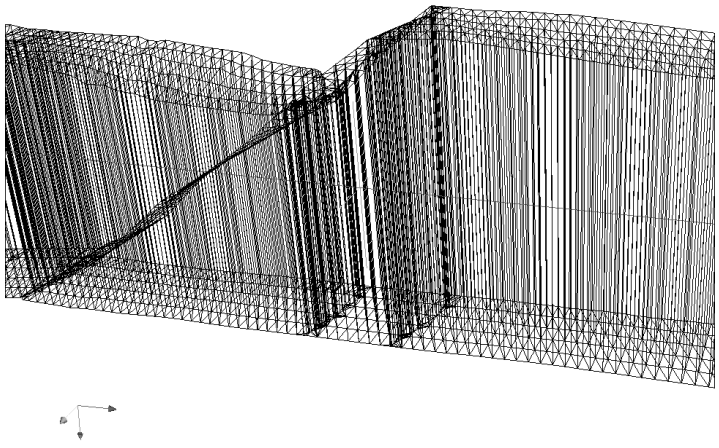


Рисунок 2 – Пример построения призм-модели

На этом же этапе необходимо выполнить такую важную операцию как «склейка» вершин, но при этом сохранить разрывы по треугольникам, лежащим на поверхности разлома. Рассмотрим этот процесс более детально. Поскольку у разлома на самом деле две поверхности, то необходимо создать и две поверхности в модели. Это достигается путем создания «двойников» каждого узла, т.е. создание узлов, имеющих то же местоположение в пространстве, что и текущий узел, или узлов, сдвинутых вдоль нормали к поверхности разломов. После этого производится создание двойников треугольников: то есть создание новых треугольников, узлы которых будут являться узлами-двойниками исходных треугольников. Следует заметить, что здесь следует предусмотреть следующие варианты: на границах разломов узлы двойники создавать не требуется, а треугольники-двойники в качестве узла будут иметь исходный узел. Отметим, что на линии пересечения разломов требуется уже создание не двух, а трех узлов. Далее к модели добавляются верхний и нижний слои конечных элементов. Данная операция необходима для корректного и удобного задания граничных условий.

Неотъемлемой частью созданной и используемой геомеханической компьютерной модели является верификация и «настройка» на конкретные условия. Весьма эффективным для такой процедуры является использование данных натурных измерений, получаемых на основе использования различных технологий измерений, которые, в свою очередь, тоже являются элементами общей системы геомеханического мониторинга [5]. В такой ситуации данные натурных измерений могут служить граничными условиями для модельных задач, либо использоваться для проверки результатов моделирования и уточнения исходной модели или отдельных этапов (алгоритмов) общей методики моделирования.

Непосредственно для процесса геомеханического моделирования еще необходимо определить модель поведения массива горных пород. Основными требованиями к выбору модели поведения являются, во-первых, необходимость адекватного отражения основных аспектов поведения массива, а, во-вторых, возможность выполнения расчетов в соответствии с моделью. К массивам горных пород возможно применение различных моделей поведения горных пород и их комбинаций [1, 3].

На рисунке 3 приведен пример крупномасштабной геомеханической конечно-элементной модели с выработанным пространство и разломом.

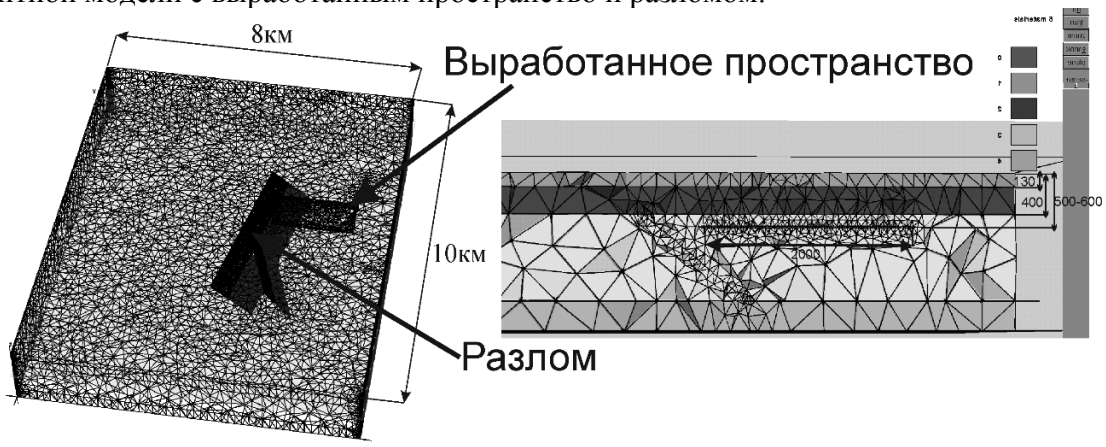


Рисунок 3 – Конечно-элементная модель массива с выработанным пространством в области разлома

Таким образом, сформирован полный комплекс необходимых функциональных требований, обеспечивающий успешное выполнение геомеханического моделирования и решение сложных прикладных задач, ориентированных на использование геомеханической информации и позволяющий проводить геомеханическое моделирование как в режиме реального времени, так и на определенный исследуемый момент времени.

Разработка описанных и множества других подходов, методик, алгоритмов в области геомеханики, а также создание прикладного программного обеспечения ведется на кафедре «Теоретической и прикладной механики» и лаборатории «Прикладной механики» Белорусского государственного университета уже более 15 лет. Все приведенные алгоритмы имеют программную реализацию и интегрированы в разрабатываемые автоматизированные системы геомониторинга, геомоделирования, специализированную корпоративную геоинформационную систему, а также различные прикладные модули. Программное обеспечение успешно используется в ОАО «Беларуськалий» и на других предприятиях горнотехнического профиля.

Литература

1 Компьютерное моделирование в геомеханике / М. А. Журавков [и др.]; под общ. ред. М. А. Журавкова. Мн.: БГУ, 2008. – 443 с.

2 Журавков, М. А. Геомеханический мониторинг горных массивов / М. А. Журавков, О. В. Стагурова, М. А. Ковалева. – Мн.: Юникап, 2002. – 252 с.

3 Резниченко, С. С. Математические методы и моделирование в горной промышленности / С. С. Резниченко, А. А. Ашихмин. – М.: МГГУ, 2001. – 404 с.

4 Zhuravkov, M.A. Methods of processing and analysis of physical and mechanical characteristics in the geomechanical modeling / M. A. Zhuravkov, S. S. Hvesenya // Proc. of V International Geomechanics Conference, Varna, Bulgaria, 18-21 June, 2012 / Scientific and technical union of mining, geology and metallurgy; ed. Nikolai Nikolaev (chairman) [and others]. – Varna, 2012. – P. 28-35.

5 Журавков, М. А. Проектирование геомониторинговых систем для регионов крупномасштабного освоения подземного пространства / М. А. Журавков, А. Д. Смычник. – Мн.: Изд-во БелАБЖ, 1997. – 189 с.

References

1 Komp'juternoe modelirovanie v geomehanike / M. A. Zhuravkov [i dr.]; pod obshh. red. M. A. Zhuravkova. Mn.: BGU, 2008. – 443 s.

2 Zhuravkov, M. A. Geomehanicheskij monitoring gornyh massivov / M. A. Zhuravkov, O. V. Stagurova, M. A. Kovaleva. – Mn.: Junikap, 2002. – 252 s.

3 Reznichenko, S. S. Matematicheskie metody i modelirovanie v gornoj promyshlennosti / S. S. Reznichenko, A. A. Ashihmin. – M.: MGGU, 2001. – 404 s.

4 Zhuravkov, M.A. Methods of processing and analysis of physical and mechanical characteristics in the geomechanical modeling / M. A. Zhuravkov, S. S. Hvesenya // Proc. of V International Geomechanics Conference, Varna, Bulgaria, 18-21 June, 2012 / Scientific and technical union of mining, geology and metallurgy; ed. Nikolai Nikolaev (chairman) [and others]. – Varna, 2012. – P. 28-35.

5 Zhuravkov, M. A. Proektirovanie geomonitoringovyh sistem dlja regionov krupnomasshtabnogo osvoenija podzemnogo prostranstva / M. A. Zhuravkov, A. D. Smychnik. – Mn.: Izd-vo BelABZh, 1997. – 189 s.

ӘОЖ 622.27; 004.9; 539.3

Резюме

Журавков М.А., Хвесеня С.С., Коновалов О.Л., Богдан С.И.,
Белорус мемлекеттік университеті, Минск қаласы, Беларусь Республикасы

ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ҮЛГІЛЕУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ АҚПАРАТТЫҚ НЕГІЗДЕРІ

Мақалада геомеханикалық модельдеу пайдалана озық мүмкіндіктері мен артықшылықтары сипатталған. Геомеханикалық модельдеу табысқа қамтамасыз ету үшін қажетті функционалдық бөліктерін тұтас ауқымын қаралған. Дамыған алгоритм сәйкес пайдалану үшін практикалық ұсыныстар берілді. Сондай-ақ, дамыған программалық жүйелерді кейбір бөліктерін сипаттамасы келтірілген.

Түйінді сөздер: геомеханика, геомеханикалық үлгілеу, өңдеу және алғашқы мәліметтерді қалпына келтіру, деректер базасы, бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу, сынықтар, бұзушылықтар, механика- математикалық үлгілеу.

UDC 622.27; 004.9; 539.3

Summary

Zhuravkov M. A., Hvesenya S.S., Konovalov O. L., Bogdan S. I.
Belarusian state university, Minsk, Republic of Belarus

INFORMATION BASIS AND TECHNOLOGIES GEOMECHANICAL MODELLING

In article modern opportunities and advantages of use of geomechanical modeling are considered. All complex of necessary functional parts for ensuring successful geomechanical modeling is considered. According to the developed algorithms practical recommendations about use are provided. Descriptions of some parts of the developed software complexes are also provide

Keywords: geomechanics, geomechanical modeling, processing and restoration of basic data, development of the software, database, breaks, violations, mekhaniko-mathematical modeling.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

УДК 622.632

Ананин А.И., **Пак Л.Н., Коробов И.В.**
(Филиал РГП «НЦ КПМС РК» «ВНИИцветмет», г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан)

УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ МАССИВА ПРИ ОТРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ТАЛДЫБУЛАК ЛЕВОБЕРЕЖНЫЙ»

Аннотация

Приведены оценка устойчивости руд и вмещающих пород и значения эквивалентных пролетов горизонтального и вертикального обнажений при глубине отработки 400 м для рудных тел характеризующихся средней устойчивостью. Рассмотрены вопросы управлением массива при подземной разработке месторождения на основе применения комбинированного способа закладки выработанного пространства. Приведен состав закладочной смеси применительно к условиям месторождения.

Ключевые слова: *горное давление, устойчивость горных пород, система разработки.*
Түйінді сөздер: *рок қысымы , тау жыныстарының тұрақтылық, дамыту жүйесі.*
Keywords: *mining pressure, stability of mining rocks, system of development.*

Золоторудное месторождение «Талдыбулак Левобережный» в геологическом отношении находится в пределах Боорду-Талдыбулакского рудного узла, расположенного в юго-западной части Актюз-Боордынского рудного района. Структура собственно месторождения вулкано-купольная, глубоко эродированная. В районе развиты многочисленные субвулканические интрузии – корневые аналоги вулканогенных покровов.

Основная пликативная структура площади месторождения – крупная антиклинальная складка с осью северо-западного простирания. Крылья складки имеют пологое залегание под углами 30-40°. Продуктивная часть площади месторождения тяготеет к западному крылу структуры. Толща тектонически расслоена. Внутреннее строение тектонических пакетов осложнено складками высоких порядков. Установлены как крутопадающие, так и пологопадающие разрывные нарушения. К наиболее крупным крутопадающим разрывам относятся разломы широтного простирания, которые ограничивают выход древних пород с юга и севера, а также три параллельных им внутриблоковых разлома. Разломы, осложняющие внутреннее строение площади месторождения, имеют северо-восточное простирание (10-30°), они представлены системой сколовых трещин – шириной до 30-60 м. Система пологих разрывных структур древнего заложения определяет тектоническую расслоенность метаморфического субстрата. К этой системе относится мощная зона смятия северо-западного простирания с общим пологим (до 45°) падением на юго-запад. Это главная рудоконтролирующая структура рудного поля. В ее пределах находится разведанная часть месторождения. Мощность зоны смятия достигает 700 м, она имеет сложное многоярусное строение, наиболее мощная ее часть – нижняя (от 150 до 400 м) отделяет зеленосланцевую толщу от гнейсовой. В пределах этой зоны сконцентрированы основные запасы золотосодержащих руд.

Рудоносная структура характеризуется комбинацией двух основных морфологических типов рудных тел: трубообразных залежей и пластообразных (жилообразных) пологозалегающих тел. В пределах структуры по морфологическим особенностям, условиям

залегания, масштабам и продуктивности выделяются следующие рудные залежи (с юго-востока на северо-запад, в сторону погружения рудоносной зоны):

рудная залежь Восточная; рудная залежь Главная (рудное тело Главная-I и Главная-II); рудная залежь Глубокая; рудная залежь Северная – рисунок 1.

Общей закономерностью оруденения является сокращение содержания золота от центра к флангам. По минеральному составу месторождение относится к золото-кварц-сульфидной формации или, по классификации Петровской Н.В. (1973г.), к умеренно-сульфидному (пиритовому) типу. В минеральном составе руд принимают участие: кварц – до 60%, мусковит-серицит – до 55%, карбонаты до 60%, турмалин – до 50%, хлорит – до 10%, фуксит 1-5%, барит, апатит – 0.1-1.0%.

Основным промышленно-ценным компонентом является золото самородное, которое локализуется в метасоматитах лиственит-березитового и кварцевого состава.

Рисунок 1-Рудоносная структура месторождения «Талдыбулак Левобережный»

Окисленные руды на месторождении отсутствуют, содержание в рудах гидроокислов железа не превышает 0,3%, а сульфатов – 0,2%.

Руды по коэффициенту крепости классифицируются следующим образом:

• средней крепости - кварц-карбонатные f=8-10%;

• крепкие – кварц-турмалиновые метосоматиты и порфириты турмалиновые, f=12-14 (70%).

Породы месторождения в пределах одной толщи сильно неоднородны и представлены рядом разновидностей, имеющих различные физико-механические свойства.

Вмещающие породы:

• мягкие - кварц-серицитовые метасоматиты и кварц-серицит-хлоритовые сланцы f=2-3 (21%);

• средней крепости - кварц-карбонатные породы и диорит-монциониты f=8-10 (34%);

• крепкие - кварц-турмалиновые метасоматиты, амфиболиты, мигматиты, мигматит-граниты, сланцы амфиболовые f=10-12 (45%).

Оценка устойчивости руд и вмещающих пород на месторождении проводилась в рамках выполнения НИР «Прогнозная оценка устойчивости пород и руд месторождения «Талдыбулак Левобережный» на участках заложения основных вскрывающих выработок»

Прогнозное районирование руд и пород по устойчивости показало, что руды:

• Устойчивые – кварц-турмалиновые, составляют – 45 %;

• Средней устойчивости (слабоустойчивые) – кварц-карбонатные метасоматиты и оруденелые диорит-монцониты – 35 %;

• Неустойчивые – кварц-серицитовые руды – 20 %.

Вмещающие породы составляют:

• Устойчивые – кварц-турмалиновые – 15 %;

• Средней устойчивости (слабоустойчивые) – кварц-карбонатные, мигматиты, амфиболиты – 67 %;

• Неустойчивые – кварц-серицитовые и др. сланцы – 33 %.

Для вскрытия запасов месторождения в ходе выполнения проектных работ были рассмотрены 3 варианта вскрытия и подготовки месторождения. Окончательно был принят комбинированный – вскрытие двумя вертикальными стволами - воздухоподающим и воздуховыдающим, наклонным транспортным съездом и восстановленной, расширенной разведочной штольней.

Данная система вскрытия предусматривает транспортировку руды из забоев на фабрику грузовым автотранспортом по штольне №2 и позволит выйти на производственную мощность на второй год проведения капитально-строительных работ рудника.

Исходя из условий залегания рудных залежей и принятой системы разработки высота горизонта принята 48 м.

Отрабатываемые руды месторождения «Талдыбулак Левобережный» характеризуются средней устойчивостью, сложной морфологией рудных тел с многочисленными прослоями пустых пород сложной конфигурации, неоднородной структурой оруденения с высокой степенью изменчивости содержаний золота по сечениям, что предопределяет валовый способ очистной выемки.

Для отработки месторождения, предусмотрено использование самоходного малогабаритного бурового, погрузочно–доставочного и самоходного доставочного оборудования.

При выборе и обосновании вариантов систем разработки учитывались горно-геологические и горнотехнические условия, а также технологические факторы рациональной отработки месторождения.

С учетом всех вышеперечисленных факторов наиболее оптимальным вариантом при отработке запасов месторождения приняты системы разработки:

• подэтажно-камерная в нисходящем порядке отработки подэтажей с закладкой выработанного пространства;

• сплошной слоевой выемки руды в нисходящем порядке отработки слоев с закладкой твердеющими смесями.

Рудная залежь по падению делится на этажи. Высота подэтажей принята равной 16 м, определяемой в зависимости от мощности отрабатываемых рудных тел и бурового оборудования с соответствующими диаметрами скважин для разбуривания рудного массива.

Этаж по простиранию рудных тел разбит на блоки, которые являются основными выемочными единицами. Блоки ограничиваются по вертикали высотой этажа, и по простиранию длиной 50÷100 м, определяемой исходя из рационального распределения этажных капитальных породо– рудоспусков и выдерживания оптимального расстояния транспортирования руды от блоков до рудоспусков.

Блоки отрабатывают одной системой разработки с полным законченным циклом выемки руды, в нисходящем порядке. Этажи, подэтажи также отрабатываются в нисходящем порядке. Шаг опережения фронта очистной выемки верхних этажей и подэтажей по отношению к фронтам выемки нижерасположенных этажей и подэтажей принят с учетом угла сдвижения горных пород и равен величине, $a = h*tg\beta$, где h – высота этажа или подэтажа, β – угол сдвижения горных пород.

Выполненные расчеты допустимых пролетов обнажений руд, вмещающих пород и параметров подэтажно-камерной системы разработки показали, что при глубине отработки 400 м, в зависимости от крепости пород и трещиноватости значения эквивалентных пролетов горизонтального обнажения составляют 3,7 ÷23,9 м, а значения эквивалентных пролетов вертикального обнажения – от 7,9 до 36,0 м.

Таким образом, для обеспечения безопасных условий отработки рудных залежей для управления состоянием горного массива необходимо применять различные варианты закладки выработанного пространства.

Для условий рудника “Талдыбулак Левобережный” в качестве основной технологии закладочных работ рекомендован мельничный способ подготовки закладочных компонентов с приготовлением закладочной смеси заданных параметров на крупном и мелком заполнителях в уравнительном смесителе с последующей доставкой трубопроводным транспортом в выработанное пространство.

Основной характеристикой закладки является ее прочность в вертикальном и горизонтальном обнажениях, вскрываемых горными выработками. Нормативной прочностью закладочного массива считается такая прочность при одноосном сжатии, при которой возможно безопасное обнажение его горной выработкой заданных размеров или по условию передвижения тяжелой самоходной техники в принятые проектом сроки. Нормативная прочность закладочного массива несущего слоя в днище камеры определяется по условию устойчивости горизонтального обнажения, но прочность не должна быть ниже, чем по другим условиям. Нормативная прочность для остального объема камеры выбирается наибольшей из всех условий, кроме условия устойчивости горизонтальных обнажений.

Для достижения нормативной прочности закладочного массива 1-2 мПа, предлагается закладочные работы проводить в три этапа: на первом этапе – формируется несущий слой в днище камеры толщиной не менее 5 м путем подачи закладочной смеси. После формирования несущего слоя, приступают к работам второго этапа, выработанное пространство заполняют породной смесью, с добавлением цемента в количестве 100-110 кг на $1м^3$ закладки. Породную смесь готовят заблаговременно путем тщательного перемешивания породы с цементом с добавлением воды в соотношении цемент: вода; 0,8:1,0. Породную смесь готовят в специально пройденной камере. В камеру разгружают породу из проходческих забоев, добавляют цемент и воду и перемешивают с использованием ПДМ. Готовую породную смесь транспортируют ПДМ до выработанного пространства. Выработанное пространство заполняют породной смесью по высоте не более 9 м. По достижении необходимой высоты закладочного массива приступают к третьему этапу, формируют верхний несущий слой толщиной 2 м, путем подачи в выработанное пространство закладочной смеси на основе цементно-золошлакового вяжущего с

использованием в качестве инертных заполнителей обешламленных песков хвостов обогащения.

Приготовление твердеющей закладочной смеси осуществляется на бетонозакладочном комплексе (БЗК), расположенном на отдельной площадке вблизи воздуховыдающего ствола. Годовая потребность рудника в закладочной смеси при производительности 250 тыс.т в год составит – 87,5 тыс.м^3.

На основании проведенных исследований принят следующий состав закладочной смеси:

обесшламленные пески хвостов обогащения – измельченный золошлак Бишкекской ТЭЦ – цемент Кантского цементного завода.

Расход закладочных материалов составит:

цемент 200 кг/м^3, песок хвостов 1060 кг/м^3, золошлак 200 кг/м^3, вода 440 кг/м^3.

Прочность закладки составит 1.5～2.5мРа.

Таким образом, применение комбинированного способа закладки выработанного пространства с целью управления состоянием массива горных пород позволит:

1. Снизить экологическую нагрузку на окружающую среду за счет уменьшения объема, размещаемой породы в отвалах, т.к. порода будет использоваться для закладки;
2. Повысить безопасность ведения очистных работ;
3. Исключить вредное влияние подземных горных разработок.

ӘОЖ 622.632

Резюме

Ананин А.И. ,Пак Л.Н., Коробов И.В.
(«ҚР МШКҚӨЖҰО»РМК филиалы «ШҒЗИтүсті метал», Өскемен қ., ҚР)

«ТАЛДЫБҰЛАҚ СОЛ ЖАҒАЛАУЛЫҚ» КЕН ОРНЫҢ ЖЕР АСТЫ ҚАЗУ КЕЗІНДЕ ЖЫНЫСТАРДЫҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ

Кендердің және жанас жыныстардың орнықтылығын бағалау және орташа орнықтылығымен сипатталатын кен денелеріне арналған өңдеудің 400 м тереңдіктегі жазық және тік аршудың баламалы аралық өткіндерінің мәні келтірілді. Кені алынған кеңістікті толтырмалаудың аралас тәсілін пайдаланудың негізінде кенорындарды массивтерді басқару мәселелері қарастырылды. Кенорындар жағдайларына қарай толтырғыш қоспасының құрамы көрсетілді.

Түйінді сөздер: рок қысымы , тау жыныстарының тұрақтылық, дамыту жүйесі.

UDC 622.632

Summary

Ananin A.I., Pak L.N., Korobov I.V
(Branch of RSE «NC CPMRM RK» «ESRInon-ferrousmetals», Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan Republic)

MANAGEMENT OF THE CONDITION OF THE MASSIF AT WORKING OFF OF THE TALDYBULAK LEFT-BANK FIELD

There were provided the estimation of stability of ores and enclosing rocks and values of equivalent spans of horizontal and vertical rock explosures under 400 meters development deep for ore bodies with mean stability. The issues of solid mass controlling while underground mining on the basis of using of combined method of backfilling were considered. The backfilling mixture content was provided as applied to field conditions.

Keywords: mining pressure, stability of mining rocks, system of development.

УДК 622.23.037

Азимхан К.А., Рогов Е.И., Рогов А.Е.
(Институт горного дела им. Д.А. Кунаева, г Алматы, Казахстан)

СПОСОБ ОТРАБОТКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ БЛОКОВ ЦЕНТРОБЕЖНЫМ НАСОСОМ

В статье приводится способ отработки центробежным насосом эксплуатационных блоков ПСВ гидрогенных месторождений урана, имеющий положительный статический напор.

Ключевые слова: *гидрогенные месторождения, ПСВ, центробежный насос.*
Түйінді сөздер: *гидрогенді кенорындары, ЖҰС, тепкіш сорғысы.*
Keywords*: hydrogen deposits, ISL, centrifugal pump.*

В разработку методом ПСВ вовлекаются все новые месторождения урана, которые нередко имеют положительный статический напор (Южный Инкай, Буденновское, Торткудук), при котором происходит самоизлив скважин. Используя данный неблагоприятный фактор можно отрабатывать эксплуатационные блоки общим центробежным насосом вместо погружных насосов.

Традиционно для отработки эксплуатационного блока гидрогенных месторождений урана в основном используется насосный раствороподъем, для чего применяют погружные насосы фирмы «Oddesse» и «Grundfos», которые являются дорогостоящими и влияют на стоимость раствороподъема.

Нами предлагается новый способ ПСВ, сущность которого заключается в том, что для отработки эксплуатационного блока гидрогенного месторождения с положительным напором в технологическом узле приема продуктивных растворов (ТУППР) устанавливается два центробежных горизонтальных одноступенчатых насоса, из которых один находится в резерве (Рисунок 1 и 2).

Новизна технического решения в том, что при разработке гидрогенных месторождений с положительным статическим напором (+20 м – +35 м) методом ПСВ, раствороподъем осуществляется одним общим центробежным насосом, позволяющим отрабатывать эксплуатационный блок без погружных насосов.

Способ отработки эксплуатационного блока осуществляется следующим образом (Рисунок 1, 2 и 3):

- в ТУППР устанавливаются 2 центробежных горизонтальных насоса, которые соединяются с откачным коллектором (ПНД-210х18) с помощью всасывающего патрубка (нержавстальная труба 189х8) через запорную арматуру, причем, второй резервный центробежный горизонтальный насос соединен с откачным коллектором через обводной всасывающий патрубок (нержавстальная труба 189х8);
- всасывающий патрубок при помощи конусного перехода подключается к входному патрубку насоса диаметром 125 мм;
- продуктивный раствор (ПР) из улитки насоса подается на нагнетательный трубопровод (нержавстальная труба 189х8) через задвижку и обратный клапан в отводящий трубопровод ПР, который подключается в магистральный трубопровод ПР;
- в ТУППР раствор подается из откачной скважины, где вместо погружного насоса опускается только шланг ШАП-50 (с учетом депрессии S_o = 10 м и понижения уровня из-за кольматации $S_{кол.}$ = 20–30 м), который соединен с распределительным трубопроводом ПР (ПНД-63) с помощью соединяющего патрубка (нержавстальная труба 76х4) (Рисунок 3);
- распределительный трубопровод ПР (ПНД-63) закапывается на глубину замерзания (1,5 м) и подключается к откачному коллектору (ПНД-210) в ТУППР.

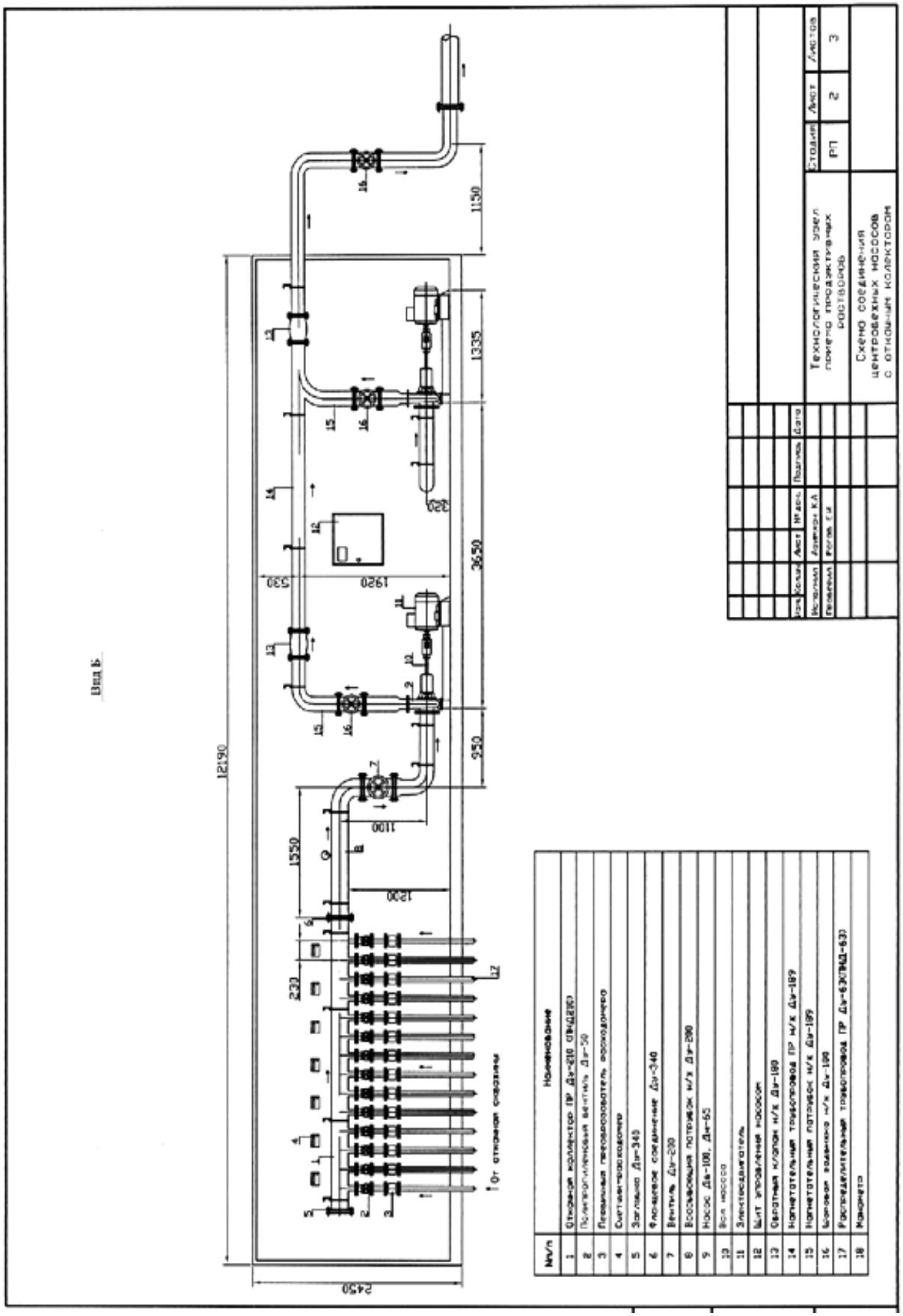


Рисунок 1 – Схема соединения центробежного насоса с откачным коллектором в профиле

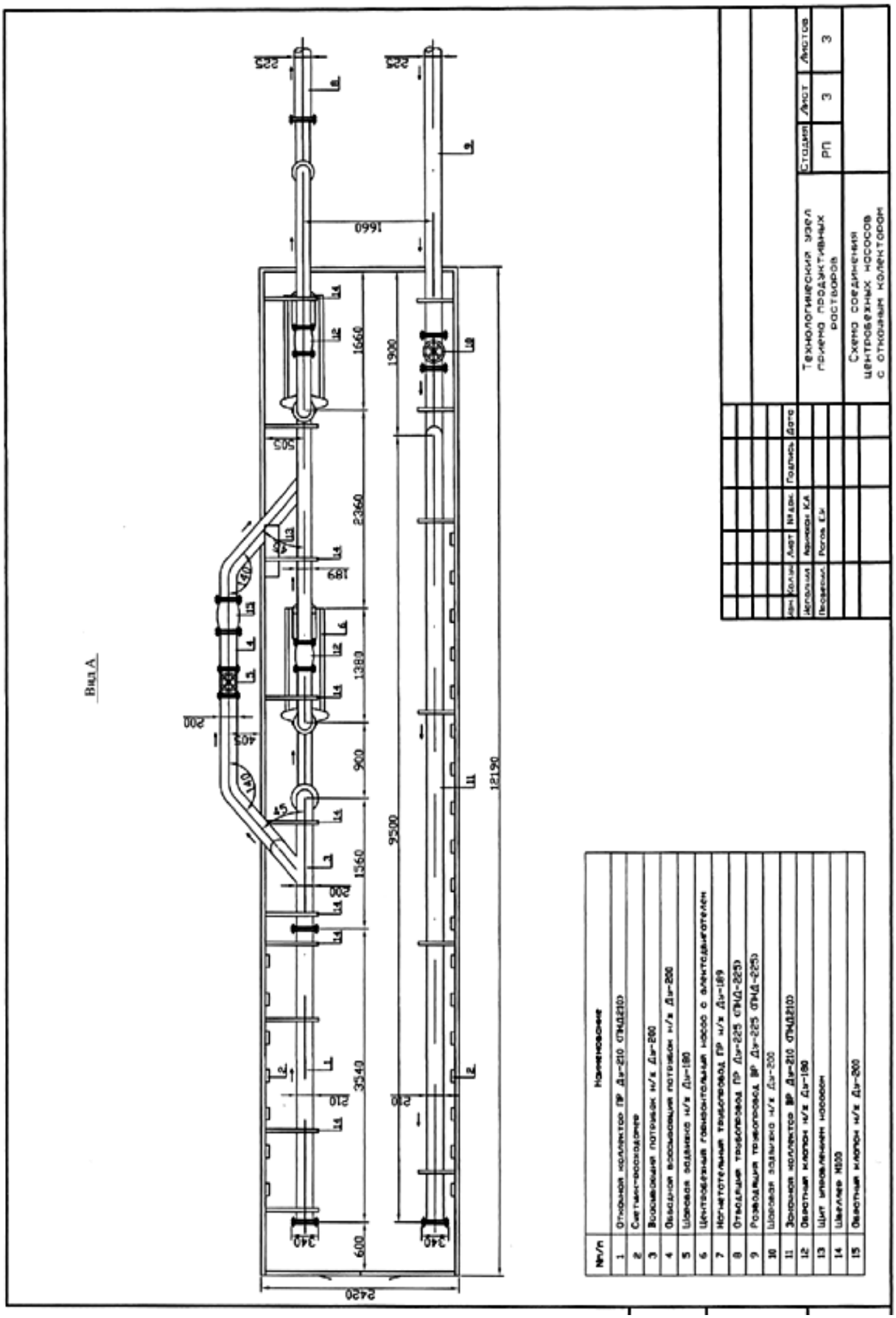


Рисунок 2 – Схема соединения центробежного насоса с откачным коллектором в плане

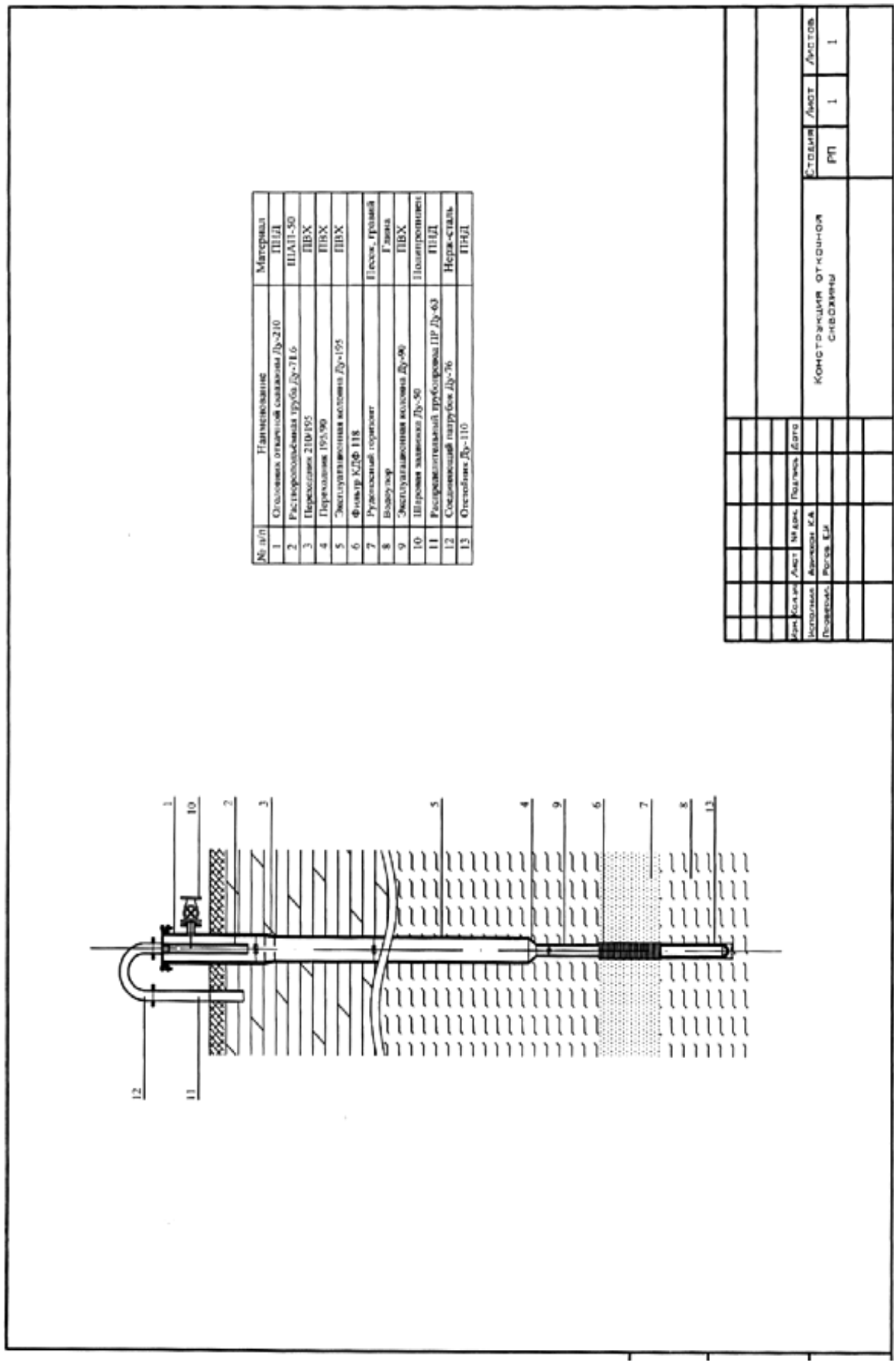


Рисунок 3 – Конструкция откачной скважины

В случае выделения газов при закислении эксплуатационного блока, можно установить воздухоспускное устройство на оголовнике откачной скважины (ОС) для непопадания газов и воздуха на колеса насоса, которое может привести к явлению кавитации.

Также можно установить пескоуловитель или фильтр на всасывающем трубопроводе, которые предотвратят механическую кольматацию (пескования фильтров закачных скважин (ЗС)) при закислении.

Преимущества применения общего центробежного насоса в технологическом узле приема продуктивных растворов (ТУППР):

- при выходе из строя одного из центробежных насосов можно сразу же включить резервный центробежный насос для предотвращения остановки эксплуатационного блока на длительное время;
- меньшие затраты на обслуживания центробежного насоса;
- для проведения прокачки скважины нет необходимости вскрытия крышки оголовника, т.к. воздушный шланг компрессора опускается через шланг ШАП-50 к фильтру.

Определение экономической эффективности замены погружных насосов на общий центробежный насос. Для определения экономической эффективности рассмотрим статьи затрат на погружные насосы и центробежный насос на примере эксплуатационного блока № 1 месторождения Южный Инкай (табл. 1 и 2).

Таблица 1 – Расходы по погружным насосным агрегатам (ПНА) за 3 года

Наименование материалов и оборудований	**Кол-во**	**Цена единицы, тг.**	**Сумма, тг.**
Ремкомплект к эл.двигателю Франклин, шт.	3	162.570	487.710
Ремкомплект к насосу РО – SS – 13 – 7, шт.	3	11.582	34.745
Рабочие колеса к насосу, комп.	3	20.872	62.614
Диффузоры к насосу	3	19.143	57.429
Вал насоса	3	12.604	37.812
Итого ремкомплекты			*680.310*
Насос РО–SS–13–7, шт.	14	1.611.964	22.567.496
Прибор управления и контроля насоса (ШУН)	14	585.354	8.194.956
Итого оборудование			*30.762.452*
Кабель АВВГ 3х70 + 1х25, м	1.400	1.840	2.576.000
Кабель АВВГ 3х16 + 1х10, м	1.100	820	902.000
Шкаф ШРС	2	30.000	60.000
Труба Ст. 20	28	2.355	65.940
Выключатели автоматические, шт.	14	4.200	58.800
Итого электроматериалов, тг.			*3.662.740*
Итого материалов и оборудований, тг.			35.105.502
Расходы на электроэнергию, тг.			20.321.280
Расходы на подъем-спуск насосов, тг.			1.141.454
Всего расходы, тг.			**56.568.236**

Таблица 2 – Затраты на центробежный насос АХ–125–100–400–И–СД

Наименование материалов и оборудований	**Кол-во**	**Цена единицы, тг.**	**Сумма, тг.**
Затраты на запчасти и ремкомплекты		20 % от стоимости насоса	755.752
Насос АХ–125–100–400–И–СД	2	1.889.380	3.778.760
Прибор управления и контроля насоса (ШУН)	2	356.000	712.000
Итого оборудование и запчасти			*5.246.512*
Кабель АВВГ 3х70 + 1х25, м	700	1.840	1.288.000
Шкаф ШРС	1	30.000	30.000
Выключатели автоматические, шт.	2	4 500	9.000
Итого электроматериалов			*1.327.000*
Итого материалов и оборудований, тг.			6.573.512
Расходы на электроэнергию, тг.			19.958.400
Расходы на обслуживания центробежного насоса, тг.			496.136
Всего расходы, тг.			**27.028.048**

Определим экономическую эффективность замены погружных насосов на центробежный горизонтальный насос:

Э = 56.568.236 тг. – 27.028.048 тг. = 29.540.188 тг. = 159.676$.

Выводы

Авторами предложен новый способ отработки эксплуатационного блока, который не был применен в практике разработки гидрогенных месторождений урана.

Данные результаты исследования свидетельствуют о том, что замена погружных насосов на центробежный насос не только экономически выгодно, но и приемлемо по следующим техническим соображениям:

- большие затраты времени и трудоемкость подъемно-спускных работ;
- возможность выхода из строя погружных насосов из-за пескования;
- при выходе из строя одного из центробежных насосов можно сражу же включить резервный центробежный насос для предотвращения остановки эксплуатационного блока на длительное время;
- меньшие затраты на обслуживания центробежного насоса;
- для проведения прокачки скважины нет необходимости вскрытия крышки оголовника, т.к. воздушный шланг компрессора опускается через шланг ШАП-50 к фильтру.

Применение предлагаемого способа значительно сократит затраты на растворoподъем и повысит производительность труда на предприятиях ПСВ.

Литература

1 Картавый Н.Г. Стационарные машины – М.: Недра, 1981 г.

2 Кучное и подземное выщелачивание металлов./ Под.ред. С.Н. Волощука. – М.: Недра,1982 г.

3 Язиков В.Г., Рогов Е.И., Забазнов В.Л., Рогов А.Е. Геотехнология металлов. – Алматы: ТОО «Fortress», 2005. – 394 с.

References

1 Kartavyj N.G. Stacionarnye mashiny – M.: Nedra, 1981 g.

2 Kuchnoe i podzemnoe vyshhelachivanie metallov./ Pod.red. S.N. Voloshhuka. – M.: Nedra,1982 g.

3 Jazikov V.G., Rogov E.I., Zabaznov V.L., Rogov A.E. Geotehnologija metallov. – Almaty: TOO «Fortress», 2005. – 394 s.

ӘОЖ 622.23.037

Резюме

Әзімхан Қ.А., Рогов Е.И., Рогов А.Е.
(Д.А. Қонаев атындағы кен істері институты,
Алматы қ.., Қазақстан)

ОРТАДАН ТЕПКІШ СОРҒЫСЫМЕН ПАЙДАЛАНУ ТЕЛІМДЕРІН ӨНДІРУ ТӘСІЛІ

Бұл мақалада оң статикалық тегеуірінді уранды гидрогенді кенорындарының ЖҰС пайдаланудағы телімдерін ортадан тепкіш сорғысымен өндіру тәсілі келтірілген.

Түйінді сөздер: гидрогенді кенорындары, ЖҰС, тепкіш сорғысы.

UDC 622.23.037

Summary

Azimkhan K.A., E.I. Rogov, A.E. Rogov
(Institute of mining of D. A. Kunayev, of Almaty, Kazakhstan)

METHOD OF EXPLOITATION OF WELL FIELDS BY CENTRIFUGAL PUMP

The method of exploitation by the centrifugal pump of In-situ leaching well fields of hydrogen deposits of uranium having a positive static pressure is given in article.

Keywords: hydrogen deposits, ISL, centrifugal pump.

УДК 621.23.05

Абиров А.А.[1], Данилов Б.Б.[2], Смоляницкий Б.Н.[2],
Госманов М.К.[1], Н.С. Серикбаев[1]
([1]ТОО «Казахстанский научно-технический центр развития ЖКХ», г. Астана;
[2]Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН, Россия, г. Новосибирск)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БУРЕНИЯ СКВАЖИН В ГОРНОМ И СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Аннотация

Обсуждаются подходы к созданию бурового инструмента и оснастки для направленного бурения скважин в прочных горных породах при разведке и разработке полезных ископаемых и при подземном строительстве объектов инфраструктуры и коммуникаций. Приводится обоснование принципов работы и конструктивных схем механизмов, позволяющих отклонить буровой рабочий орган в нужную сторону.

Ключевые слова: *скважина, направленное бурение, управляющее воздействие, рабочий орган, вращение, подача, отклонение.*

Түйінді сөздер: *скважина, бағыттық бұрғылау, басқарушы әсер, жұмыстық орган, айналым, жіберу, ауытқу.*

Keywords: *drilling tool, hole, rotation, deviation, control action, directional drilling.*

Бурение скважин в породном массиве является важной составной частью технологий разведки и разработки месторождений полезных ископаемых, их добычи, как подземным, так и открытым способами. Кроме того, бурение скважин широко используется для выполнения специальных работ в подземном строительстве, таких, например, как прокладка подземных коммуникаций бестраншейным способом.

Горные и строительные буровые технологии имеют ряд отличий, вытекающих главным образом из особенностей и свойств породных массивов, в которых сооружаются скважины. В подземном строительстве бурение скважин чаще всего осуществляется в грунте. Поскольку грунт при механическом воздействии может уплотняться, то кроме бурения здесь используются и другие методы сооружения скважин (прокол, продавливание). Именно эти методы первоначально являлись основой бестраншейных технологий прокладки коммуникаций [1,2]. Буровые строительные технологии получили развитие несколько позднее. Это произошло в силу закономерного повышения уровня технических требований к ним. Высокая насыщенность подземного пространства различными коммуникациями, переход строительства на более глубокие горизонты и ряд других факторов потребовали создания технологий сооружения скважин, позволяющих обходить подземные препятствия и обеспечить выход точно в заданную область подземного пространства.

В горном производстве бурение является основным и чаще всего безальтернативным способом проходки скважин. В силу разнообразия прочностных свойств породных массивов сформировалось несколько способов бурения, отличающихся главным образом по способу воздействия на разрушаемую часть породного массива (вращательный, ударный, ударно-вращательный, ударно-поворотный способы) [3,4].

Одной из особенностей современного этапа развития горнодобывающей промышленности является вовлечение в производство все более глубоко залегающих и труднодоступных месторождений полезных ископаемых, расположенных в зонах сложных горно-геологических условий. Поэтому возникла настоятельная необходимость развития технологий, обеспечивающих бурение скважин по криволинейной траектории с возможностью их точного выхода в заданную область подземного пространства[4-6]. То

есть, как и в случае с подземным строительством, закономерно стали развиваться методы направленного бурения.

Первоочередными объектами использования направленных скважин в настоящее время являются морские месторождения углеводородов; месторождения на территории с ограниченной возможностью ведения буровых работ; переслаивающиеся залежи нефти и газа; залежи на поздней стадии разработки. Вскрытие продуктивной толщи направленными, в том числе горизонтальными и разветвленно-горизонтальными скважинами, позволяет повысить продуктивность скважины за счет увеличения площади фильтрации; увеличить степень извлечения углеводородов на месторождениях, находящихся на поздней стадии разработки; вовлечь в разработку пласты с низкими коллекторскими свойствами и с высоковязкой нефтью; освоить труднодоступные нефтегазовые месторождения.

Использование горизонтального направленного бурения позволяет достигать нефтеносных слоев, расположенных в нескольких километрах от точки бурения. Это особенно важно для месторождений, где вертикальное бурение затруднено из-за условий рельефа или может значительно навредить экологии. Благодаря такому методу бурения сохраняется природный ландшафт и экологический баланс в местах проведения работ, исключается техногенное воздействие на флору и фауну, а также минимизируется негативное влияние на условия проживания людей в этой зоне. Кроме совершенствования технологий разработки нефтяных и газовых месторождений, направленные скважины эффективны во многих других случаях: при бурении в обход осложненных зон горных пород; при бурении под недоступные или занятые различными объектами участки земной поверхности; при дегазации угольных месторождений и т.д. [4-6].

Примером использования направленного бурения в угледобывающей промышленности является разработка одного из крупных месторождений каменного угля, расположенного в штате Новый Южный Уэльс и Квинсленд (Австралия). Дегазация осуществлялась через вертикальную скважину, пробуренную с поверхности на глубину до 350 м в угольный пласт. С ней соединялись горизонтальные скважины в верхнем слое этого пласта, в которых собирался газ, поступающий затем в вертикальную скважину. Горизонтальные скважины были проложены направленным бурением с поверхности под углом 45 градусов, с постепенным переходом к горизонтальному расположению до соединения с вертикальной скважиной. Для реализации проекта фирмой «PRIME DRILLING» (ФРГ) были разработаны и изготовлены две буровые установки направленного бурения в специальной версии, предназначенной для бурения скважин диаметром 3 ½”, длиной до 1800 м и глубиной до 350 м с углом захода до 45 градусов. С помощью этих установок работы по дегазации были успешно выполнены[4].

Для сооружения направленных скважин в составе буровой оснастки используются специальные устройства и механизмы, позволяющие изменять траекторию движения рабочего органа по команде оператора [2]. Они позволяют компенсировать влияние практически всех разнонаправленных отклоняющих факторов, являющихся причиной случайного самопроизвольного изменения первоначального курса. Кроме того, управляемый рабочий орган позволяет прокладывать скважины со сложной траекторией, включающей повороты в разных плоскостях. На рисунке 1 представлена классификация предложенных в разное время способов управления траекторией движения пневматического устройства ударного действия для проходки скважин в грунте методом прокола – пневмопробойника, разработанного в ИГД СО РАН в 60-е годы 20 века. Многие из этих способов применимы и для создания бурового рабочего органа, способного двигаться по заданной траектории в твердом породном массиве.

Рисунок 1 - Способы управления траекторией пневмопробойника

В известных конструкциях управляемых рабочих органов в основном используется два способа создания отклоняющего усилия: за счет изменения формы рабочего органа и за счет изменения направления усилия подачи. Значительно реже для изменения направления скважины используется отклоняющие механизмы, действие которых основано на смещении центра тяжести рабочего органа. Это связано с ухудшением эффективности работы таких механизмов, вследствие вынужденного увеличения диаметра рабочего органа и возрастания его массы.

Способ отклонения за счет изменения свойств породного массива с одной стороны от рабочего органа в теории может производить ожидаемый эффект. Практическая же реализация способа в силу многих факторов представляется весьма сложной задачей. Примеров успешного создания подобных механизмов, пригодных для практического использования авторам неизвестно.

В установках направленного бурения, использующихся в подземном строительстве, управление траекторией проходки чаще всего обеспечивается применением бурового инструмента в виде одностороннего клина [2]. При вращении инструмента наклонная плоскость клина постоянно изменяет свое положение, в результате чего суммарное отклонение стремится к нолю. Для корректировки направления проходки вращение в определенный момент останавливают и продолжают поступательное движение инструмента. Направление отклонения определяется ориентацией рабочей плоскости асимметричного клина. По сути, скважина на этапе изменения траектории формируется за счет вытеснения грунта в радиальном направлении при поступательном внедрении рабочего органа в грунтовый массив. При этом происходит реструктуризация грунта, сопровождающаяся повышением его плотности на стенках скважины и в некотором объеме вокруг нее. Следовательно, такой способ отклонения рабочего органа может использоваться только при сооружении скважин в грунтовых массивах или в массивах, сложенных из рыхлых горных пород.

Для корректирования траектории бурового инструмента в твердых горных породах необходимо применять способы, обеспечивающие разрушение породы по всему сечению скважины. Поэтому установки горизонтального направленного бурения стали дополнительно оснащать ударными механизмами с породоразрушающим инструментом в форме одностороннего клина и возвратно-поворотным механизмом, который попеременно поворачивает инструмент в разные стороны на небольшой угол, осуществляя так называемый «карвинг» [7,8]. За счет этого достигается разрушение породы над плоскостью

клина, и последующее отклонение инструмента в образовавшееся свободное пространство. Для безаварийной работы такой буровой установки необходимо предотвратить возможность раскручивания резьбовых соединений звеньев буровой колонны при ее реверсивном вращении, что неизбежно приводит к усложнению конструкции станка и технологической оснастки.

Анализ результатов исследований направленной проходки скважин и накопленного опыта по созданию отклоняющих механизмов показывает, что наиболее перспективными являются конструктивные решения, основанные на изменении формы, приводящем к изменению направления усилия подачи, или к появлению дополнительного усилия, несовпадающего по направлению с усилием подачи. Для этого могут использоваться схемные решения, обозначенные буквами «б» и «в» на рисунке 1. При этом шарнирное соединение частей корпуса рабочего органа должно обеспечивать возможность передачи вращения при отклонении оси одной части от другой. Отклоняющее устройство целесообразно устанавливать непосредственно на буровой рабочий орган.

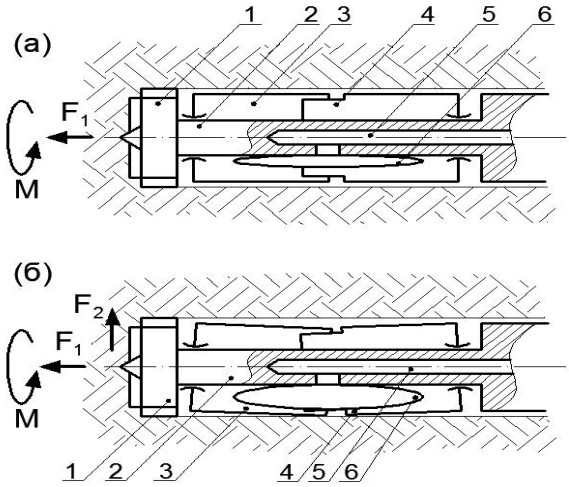


Рисунок 2 - Конструктивная схема отклоняющего механизма для направленного бурения скважин в прочных горных породах: 1 – генератор ударных импульсов с буровым инструментом; 2 – вал; 3, 4 - отклоняющие элементы; 5 – воздушный канал; 6 – пневмокамера

Пример соответствующего конструктивного решения приведен на рисунке 2. Действие механизма основано на изменении внешней формы рабочего органа. В процессе бурения прямолинейных участков скважины буровой орган остается симметричным относительно его продольной оси. На этапе изменения траектории скважины для создания отклоняющего усилия в пневмокамеру 6 подается давление. Камера надувается и отклоняющие элементы 3, 4 одним краем опираются на стенку скважины. При этом создается радиально направленное отклоняющее усилие, обеспечивающее изменение траектории проходки скважины. Поскольку сохраняется возможность вращения вала 2, то процесс бурения не прекращается.

Сделанный краткий анализ свидетельствует о том, что на сегодняшний день научно-техническая задача управления траекторией проходки скважины при ударно-вращательном способе бурения погружным пневмоударником до конца не решена [3, 5, 8]. Намечены лишь подходы к её решению.

Создание буровых установок ударно-вращательного действия, обеспечивающих проходку скважин по управляемой траектории в массиве прочных горных пород, и организация выпуска такого оборудования на отечественных предприятиях усилит конкурентные позиции отечественной буровой техники и обеспечит перспективы для развития прорывных технологий в горнодобывающей отрасли.

Литература

1 Данилов Б. Б. Пути совершенствования технологий и технических средств для бестраншейной прокладки коммуникаций // ФТПРПИ. – 2007 – № 2. С. 69 - 75.

2 Рыбаков А.П. Основы бестраншейных технологий // М.: Пресс Бюро, 2005, № 1.

3 Смоляницкий Б.Н., Репин А.А., Данилов Б.Б. и др. (всего 15 чел.); Повышение эффективности и долговечности импульсных машин для сооружения протяженных скважин в породных массивах // отв. Ред. Б.Ф. Симонов; Рос.акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т горного дела им. Н.А. Чинакала, СКТБ «Наука» КНЦ, Ин-т химии твердого тела и механохимии и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. – 204 с. (Интеграционные проекты СО РАН; вып. 43).

4 Вэн Жон. Внедрение техники направленного бурения в скважине для извлечения и добычи угольного метана // Науковіпраці. ДонНТУ. Серія «Гірничо-геологічна». Вип. 14 (181). – 2011. – С. 114 – 121.

5 Клишин В.И., Кокоулин Д.И., Кубанычбек Б., Гуртенко А.П. Станок для бурения разведочных, дегазационных и технических скважин СБР-400// Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2010 – № 4. – С. 50 – 55.

6 Маметьев Л.Е., Ананьев А.Н., Любимов О.В., Жалнин Д.В. О перспективах бурения горизонтальных скважин в подземных условиях // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2000. – № 11. – С. 68 – 69.

7 Буровые коронки TriHawk. http://www.ditchwitch.ru.

8 FORWARDHDD Новое оборудование в мире ГНБ / Технологии мира. 2011.– №10.
©А.А. Абиров, Б. Б. Данилов, Б. Н. Смоляницкий, Е.Б. Жаркенов, М.К. Госманов

References

1 Danilov B. B. Puti sovershenstvovanija tehnologij i tehnicheskih sredstv dlja bestranshejnoj prokladki kommunikacij // FTPRPI. – 2007 – № 2. S. 69 - 75.

2 Rybakov A.P. Osnovy bestranshejnyh tehnologij // M.: Press Bjuro, 2005, № 1.

3 Smoljanickij B.N., Repin A.A., Danilov B.B. i dr. (vsego 15 chel.); Povyshenie jeffektivnosti i dolgovechnosti impul'snyh mashin dlja sooruzhenija protjazhennyh skvazhin v porodnyh massivah // otv. Red. B.F. Simonov; Ros.akad. nauk, Sib. otd-nie, In-t gornogo dela im. N.A. Chinakala, SKTB «Nauka» KNC, In-t himii tverdogo tela i mehanohimii i dr. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2013. – 204 s. (Integracionnye proekty SO RAN; vyp. 43).

4 Vjen Zhon. Vnedrenie tehniki napravlennogo burenija v skvazhine dlja izvlechenija i dobychi ugol'nogo metana // Naukovipraci. DonNTU. Serija «Girnicho-geologichna». Vip. 14 (181). – 2011. – S. 114 – 121.

5 Klishin V.I., Kokoulin D.I., Kubanychbek B., Gurtenko A.P. Stanok dlja burenija razvedochnyh, degazacionnyh i tehnicheskih skvazhin SBR-400// Fiziko-tehnicheskie problemy razrabotki poleznyh iskopaemyh. 2010 – № 4. – S. 50 – 55.

6 Mamet'ev L.E., Anan'ev A.N., Ljubimov O.V., Zhalnin D.V. O perspektivah burenija gorizontal'nyh skvazhin v podzemnyh uslovijah // Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten' (nauchno-tehnicheskij zhurnal). 2000. – № 11. – S. 68 – 69.

7 Burovye koronki TriHawk. http://www.ditchwitch.ru.

8 FORWARDHDD Novoe oborudovanie v mire GNB / Tehnologii mira. 2011.– №10.
©A.A. Abirov, B. B. Danilov, B. N. Smoljanickij, E.B. Zharkenov, M.K. Gosmanov

ӘОЖ 621.23.05

Резюме

Абиров А.А. [1], Данилов Б.Б. [2], Смоляницкий Б.Н. [2],
Госманов М.К.[1], Н.С. Серикбаев[1]
([1] ЖШС « Қазақстанның ғылыми-техникалық тұрғын үй- коммуналдық шаруашылық дамыту орталығы», Астана қ., [2] Н. А. Чинакал атындағы Тау-кен ісі институты СБ РҒА; Новосибирск қ. Ресей)

ТАУ-КЕН ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫС ӨНДІРІСІНДЕ ҰҢҒЫМАЛАРДЫ БҰРҒЫЛАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ

Пайдалы қазбаларды барлау мен пайдалану кезінде және инфрақұрылым мен байланыс объектілерінің жерасты құрылысы кезінде берік тау жыныстарында бұрғы құралын дайындау мен скважиналардың бағытталған бұрғылауына арналған жабдықты дайындауға байланысты көзқарастар талқыланған. Бұрғылау жұмыстық органын қажетті жаққа ауытқытуға мүмкіндік беретін механизмдердің жұмыс істеу принциптерінің және сындарлы сұлбаларының негіздемесі көрсетілген.на каз.яз

*Түйінді сөздер**:** скважина, бағыттық бұрғылау, басқарушы әсер, жұмыстық орган, айналым, жіберу, ауытқу.*

UDC 621.23.05

Summary

Abirov A. A. [1]*„ Danilov B. B.* [2]*, Smolyanitsky B. N.* [2]*,*
Gosmanov M. K. [1]*, Serikbaev N.S.[1]*
([1]«Housing and Utilities Science and Technology Center» LTD, Astana, Republic of Kazakhstan
[2]Chinakal Institute of Mining SB RAS, Novosibirsk, Russia)

IMPROVING DRILLING TECHNOLOGYINMOUNTAINANDBUILDINGPRODUCTION

The paper presents a discussion of approaches to designing a drill tool and accessories for directional hole drilling in high strength rocks during mineral exploration and mining and in the course of various purpose underground construction. The authors substantiate operating modes and structural layouts of devices intended to divert the drill tool in the required direction.

Keywords: drilling tool, hole, rotation, deviation, control action, directional drilling.

УДК 622.223

Онищин В.П. [1], **Кожевников А.А.[2], Сабиров Б.[3], Ратов Б.Т.[3]**
([1]ЗАО «Горнопромышленная группа «ЭЗТАБ», г.Санкт-Петербург, Россия**,** [2]Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, [3]НАО Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, Республика Казахстан)

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПОРОДОРАЗРУШАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ БУРЕНИЯ ГЛУБОКИХ СКВАЖИН НА НЕФТЬ И ГАЗ

Аннотация

В статье приведен анализ особенностей современных конструкций шарошечных долот и долот режущего типа для бурения глубоких нефтяных и газовых скважин.

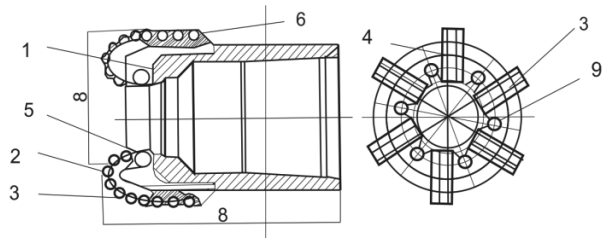
Ключевые слова:*бурение, скважина, долото, шарошка, нефть, газ, разведка, добыча.*
Түйінді сөздер: *бұрғылау, ұңғы, қашау, шарошка, мұнай, газ, барлау, өндіру.*
Keywords: *drilling, well, chisel, cone, oil and gas exploration, production.*

Во многом успехи производственной деятельности буровых организаций зависят от того, насколько широко используются самые современные технические средства для эффективного бурения глубоких нефтяных и газовых скважин, позволяя снизить себестоимость работ, повысить эффективность и качество бурового процесса.

Цель настоящей статьи - рассмотрение конструктивных особенностей и преимущества некоторых буровых долот, созданных за последние годы рядом специализированных организаций.

Значительную роль в деле конструирования породоразрушающего инструмента внесли исследования Института сверхтвердых материалов имени В.Н. Бакуля НАН Украины, наиболее полно отраженные в работе [1]. В результате комплекса проведенных теоретических и конструкторско-технологических исследований разработан эффективный породоразрушающий инструмент для бурения нефтяных и газовых скважин, дана его классификация по области применения, геометрическим параметрам и видам сверхтвердых материалов.

Наиболее простым и перспективным вариантом такого породоразрушающего инструмента является бурильнаяголовка режущего типа, показанная на рисунке 1.



1- корпус; 2- лопасть; 3- вставка (алмазно-твердосплавный резец АТР);
4- лопасть; 5- кернообразущая вставка; 6- скважинокалибрующая вставка

Рисунок 1 - Бурильная головка режущего типа ИСМ

Перспективность такого инструмента определяется тем, что в нем могут быть использованы вставки из славутича диаметром 6, 8, 10 и 12 мм, предварительно апробированные в соответствующих горных породах по их работоспособности и износостойкости. Породаразрушаюшие инструменты должны изготавливаться таким

образом, чтобы их наружный диаметр был на 2 мм меньше наружного диаметра породаразрушающего инструмента по вставкам. Износостойкость вставок следует определять как:

$$И_в = \frac{V_{г.п}}{Q_в}, \quad (1)$$

где Vг.п. – обьем разрушенной пород, см^3 ; $Q_в$ – вес износшенного материала вставки, мг.

В работе [2] представлены результаты исследований по совершенствованию геометрии вооружения шарошечных буровых долот с боковой гидромониторной симметричный промывкой. Отмечено, что на эффективность очистки скважины влияют такие факторы как объем и скорость промывочной жидкости, схемы и конструкции промывочных устройств. На рисунке 2 показано, каким образом «по мнению Французского института нефти и газа» при боковой симметричной промывке осуществляется направление и скорость движения шлама. При традиционной схеме расположения гидромониторных насадок подъем шлама в первую очередь осуществляется через центральную зону долота и вдоль спинок лап.

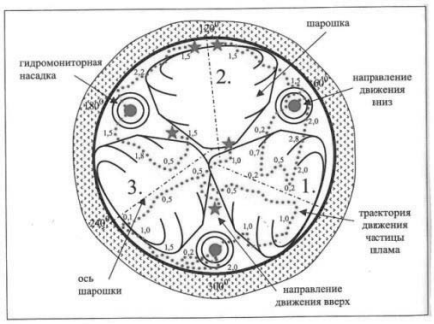


Рисунок 2 - Схема движения шлама при симметричной промывке в трехшарошечном долоте (по Французскому институту нефти и газа)

При схеме промывки с тремя боковыми гидромониторными насадками величина скорости конкретного потока при приближении к центру забоя на расстояние около 0,14 радиуса долота падает до нуля, так как центр забоя является местом взаимодействия потоков, идущих из насадок, образуя застойную зону.

Выход из подобного положения возможен путем оснащения шарошечного бурового долота косозубым вооружением. Принципиальная схема воздействия косозубого вооружения шарошек на поверхность забоя и гидравлическую среду призабойной зоны дана на рисунке 3.

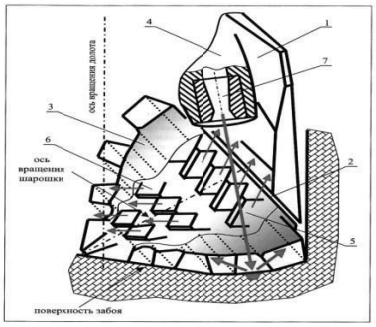


Рисунок 3 - Схема воздействия косозубого вооружения шарошек на поверхность забоя и гидравлическую среду призабойной зоны

На этом рисунке дана конструктивная схема бурового шарошечного долота, содержащего лапы 1 с наклонными цапфами 2, на которых посредством подшипников (один из которых замковый) установлены конические шарошки 3 с литыми или фрезерованными зубьями и размещенные между шарошками 3 напорные промывочные узлы 4 с гидромониторными насадками 7. Все зубья шарошек 3 расположены под углом к их образующим, при этом зубья 5 периферийных венцов имеют левое направление подъема к образующей линии площадок притупление при вращении долота по часовой стрелке и правое при вращении долота против часовой стрелки.

Данная конструктивная схема может использоваться как на долотах для бурения мягких пород со смещением осей шарошек в плане, так и для бурения пород средней категории по буримости, где смещение осей минимально; при этом обеспечивается однонаправленность механической эвакуации шлама зубьями шарошек с потоками промывочной жидкости, исходящими из гидромониторных насадок.

Благодаря предложенной схеме разнонаправленного расположения зубьев периферийных и основных венцов шарошек, и определенной ориентированности промывочных гидромониторных узлов на забое образуются поперечные потоки, которые направляют одну часть потока промывочной жидкости, обогащённую шламом в сторону стенок скважины и далее в затрубное пространство, а другую часть в центральную зону забоя с последующим отводом ее в затрубное пространство.

Одним из вариантов новой конструкции буровых долот является долото PDC, разрушающее горную породу резанием. Скорость проходки таким долотом более чем в три раза превышает аналогичную скорость при использовании других долот [3].

В процессе разрушения горной породы резцом PDC твердосплавное основание, находящееся за алмазным слоем, изнашивается быстрее, чем алмазы, в результате чего образуется заостренное алмазное лезвие, остающееся во время всего ресурса работы резца.

Поликристаллический алмазный порошок при специальном режиме спекания соединяется с короткой твердосплавной опорой, которая в свою очередь выполняется в виде столбиков или цилиндров карбида вольфрама. Поверхности PDC и твердосплавной основы соединяются друг с другом путем спайки на специальном оборудовании. Долота имеют три профиля: плоский с неглубоким конусом, двойной конус и параболический.

Последний обеспечивает равномерное распределение нагрузки по поверхности, исключая зоны с резкой концентрацией напряжений.

Выводы

Таким образом, конструктивные особенности породоразрушающего инструмента для бурения глубоких нефтяных и газовых скважин, отмеченные в настоящей работе, должны быть приняты во внимание производственными, научно-исследовательскими, технико-технологическими и учебными организациями СНГ, занимающимися проблемами бурения, в целях дальнейшего совершенствования геометрии долот, используемых при ведении буровых работ при разведке любых месторождений полезных ископаемых для увеличения производительности, снижения себестоимости и повышения качества работ.

Литература

1 Основы создания алмазосодержащих композиционных материалов для породоразрушающих инструментов / Бондаренко Н.А., Жуков А.Н., Мечник В.А./ Под ред.Н.В. Новикова. – Киев: Институт сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украина, 2008. – 456 с.

2 Сериков Д.Ю. Совершенствование геометрии вооружения шарошечных буровых долот с боковой гидромониторной промывкой. Журнал. «Территория нефти газа», №8, август 2014, с.18-22.

3 Безуглый А.В. Особенности устройства долот PDC для сооружения скважин на нефть и газ. / Проблемы научно-технического прогресса в бурении скважин: сборник докладов Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, посвященной 60-летию кафедры бурения скважин; «НИ» Томский политехнический университет. – Томск, Изд-во Томского политехнического университета, 2014, с.129-141.

References

1 Osnovy sozdanija almazosoderzhashhih kompozicionnyh materialov dlja porodorazrushajushhih instrumentov / Bondarenko N.A., Zhukov A.N., Mechnik V.A./ Pod red.N.V. Novikova. – Kiev: Institut sverhtverdyh materialov im. V.N. Bakulja NAN Ukraina, 2008. – 456 s.

2 Serikov D.Ju. Sovershenstvovanie geometrii vooruzhenija sharoshechnyh burovyh dolot s bokovoj gidromonitornoj promyvkoj. Zhurnal. «Territorija nefti gaza», №8, avgust 2014, s.18-22.

3 Bezuglyj A.V. Osobennosti ustrojstva dolot PDC dlja sooruzhenija skvazhin na neft' i gaz. / Problemy nauchno-tehnicheskogo progressa v burenii skvazhin: sbornik dokladov Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, posvjashhennoj 60-letiju kafedry burenija skvazhin; «NI» Tomskij politehnicheskij universitet. – Tomsk, Izd-vo Tomskogo politehnicheskogo universiteta, 2014, s.129-141.

ӘОЖ 622.223

Резюме

Онищин В.П.[1] , Кожевников А.А.[2], Сабиров Б.[3], Ратов Б.Т.[3]
([1]ЖАҚ «Кен өндіріс топ» , С.-Петербург, Ресей, [2]Мемлекеттік жоғары оқу орны «Ұлттық тау-кен университеті», Днепропетровск, Украина,
[3]НАО «Қ.И. Сәтпаев ат. ҚазҰЗТУ, Алматы қ., ҚР)

МҰНАЙ МЕН ГАЗДЫҢ ТЕРЕҢ ҮҢҒЫМАЛАРДЫ БҰРҒЫЛАУҒА АРНАЛҒАН ЖЫНЫСТАРДЫ ҚИРАТАТЫН ҚҰРАЛДАРДЫҢ ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ КОНСТРУКЦИЯЛАРЫН ТАЛДАУ

Бұл мақалады терең мұнай және газ ұңғыларын бұрғылауға арналған заманауи шарошкалы және кесуіп бұрғылайтын қашауларға талдау жасалынған.

Түйінді сөздер: бұрғылау, ұңғы, қашау, шарошка, мұнай, газ, барлау, өндіру.

UDC 622.223

Summary

Onishchin V.P.[1], Kozhevnikov A.A.[2], Sabirov B.[3], Ratov B. T.[3]
([1]JSC Mining Group EZTAB St. Petersburg, Russia, [2]State higher educational institution" National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, [3]NAO «The Kazakh national research technical university of K.I. Satpayev», Almaty, the Republic of Kazakhstan)

THE ANALYSIS OF MODERN DESIGNS OF THE ROCK CUTTING TOOL FOR DRILLING OF DEEP WELLS ON OIL AND GAS

This article summarizes the features of modern designs cone bits and drag bits for drilling of deep oil and gas wells.

Keywords: drilling, well, chisel, cone, oil and gas exploration, production.

ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И УПРАВЛЕНИЕ ИМИ ПРИ ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

УДК 622.271

Кожогулов К.Ч., Куваков С.Ж.
(Институт геомеханики и освоения недр Национальной академии наук Кыргызской Республики, г. Бишкек)

НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОДКАРЬЕРНЫХ ЦЕЛИКОВ ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «МАКМАЛ»

Аннотация

В работе приведены результаты моделирования напряженного состояния подкарьерных целиков месторождения «Макмал» при комбинированной разработке. Произведен сравнительный анализ напряженного состояния подкарьерных целиков в случаях применения систем этажного обрушения и подэтажных штреков.

Ключевые слова: *напряженное состояние, подкарьерный целик, комбинированная разработка, подэтажный штрек, этажное обрушение.*

Түйінді сөздер: *кернеулі күй, карьер асты кентірек, құрамдастыру жүйесі, этажаралық штрек, этаждық опырылу.*

Keywords: *stress condition, under-pit block, combined development, sub level drift, block caving.*

Золоторудное месторождение «Макмал» с 1986 года отрабатывается открытым способом. Верхние горизонты месторождения от поверхности и до отметки 2485м отработаны открытым способом по проекту «Гиналмаззолото». Начиная с 2003 года месторождение разрабатывается подземным способом, т.е. комбинированным методом. Запасы ниже горизонта 2485 м (штольня №3) до горизонта 2370 м (штольня №6) в настоящее время полностью отработаны. На горизонтах 2370 м (штольня №6) – 2310 м (штольня №11) были разведаны Южное и Глубинное рудные тела. Для отработки этих запасов был составлен рабочий проект на отработку запасов горизонта 2310 м штольни №11, в котором были предусмотрены система подэтажных штреков для рудных тел мощностью до 10 м, система этажного обрушения для рудных тел мощностью более 10 м, и система с магазинированием руды для рудных тел мощностью ниже 4 м. При этом управление горным давлением должно осуществляться посредством оставления целиков. При подземной отработке в штольне №6 месторождения Макмал возникли проблемы с устойчивостью массива горных пород, т.е. произошли обрушения потолочин [1,2].

В настоящее время запасы выше горизонта 2370 м (штольня №6) почти полностью отработаны, оставлены только надштрековые целики, которые планируют отработать совместно с целиками нижележащего горизонта. И выше горизонта 2370 м были оставлены пустые породы, состоящие из мраморизованных известняков, чтобы обеспечить безопасность от вывалов. На данный момент ведутся подготовительные и нарезные работы штольни №11 (горизонт 2310 м).

В работе проведен анализ напряженного состояния подкарьерных целиков при комбинированной разработке месторождения «Макмал» с помощью программы Plaxis 8.6, основанной на методе конечных элементов.

Plaxis–это программная система конечно-элементного анализа, используемая для решения динамических и статистических задач инженерной геотехники и проектирования, которая представляет собой пакет вычислительных программ для конечно-элементного расчёта напряженно-деформированного гидро- и геотехнических сооружений[3]. Рабочая область программы проста при эксплуатации, которая имеет набор инструментов:

геометрическая линия, плита, балка, два вида анкера, шарнир, свая, туннель, свойства материала, граничные элементы, различные виды прилагаемых нагрузок, граничные условия и генератор сеток (разбивка на конечные элементы). Также предусмотрены различные модели грунтов в зависимости от структурного состояния массива: Линейная упругая модель; Модель Кулона-Мора; Модель ползучести слабого грунта; Модель упрочняющегося грунта; Модель скального грунта (анизотропная модель); Модель Кэм-Клея [4].

Принятые параметры подкарьерных целиков и камер по двум рекомендуемым системам разработки показаны в таблице 1, а физико-механические свойства в таблице 2.

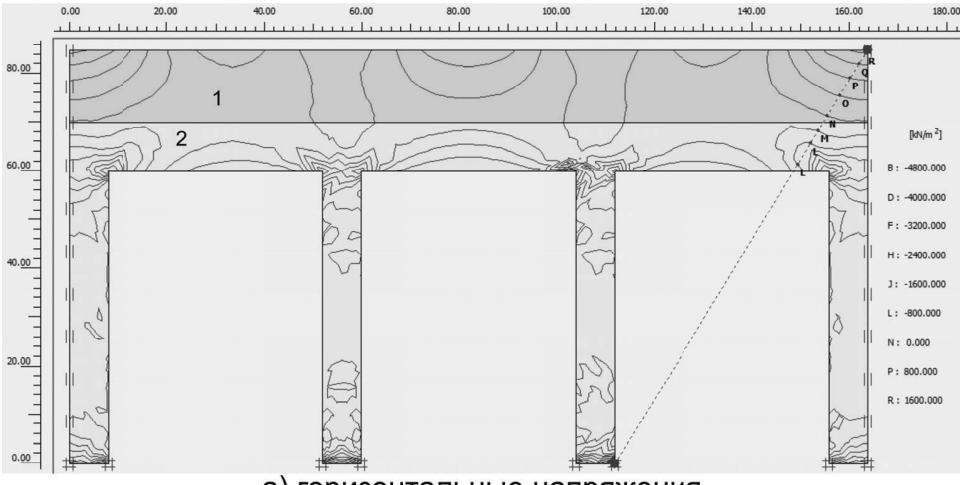
Таблица 1 - Параметры целиков и камер

Параметры	Система разработки	
	Этажное обрушение	Подэтажное штреки
Ширина камеры, м	20	10
Длина камеры (с учетом целиков), м	45	60
Ширина междукамерного целика, м	10	8
Толщина потолочины, м	5	4
Расстояние между дучками, м	10	6

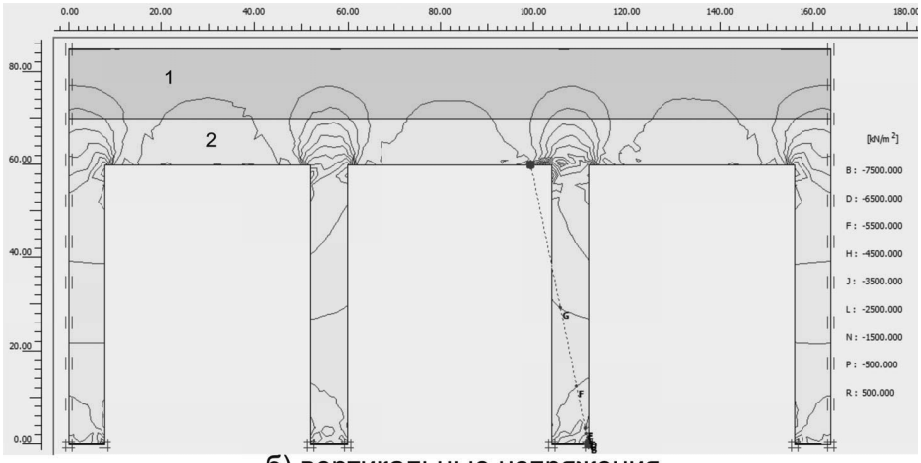
Таблица 2 - Физико-механические свойства рудного тела и пустой породы

Порода	$\sigma_c, \frac{kN}{m^2}$	$\sigma_p, \frac{kN}{m^2}$	$\gamma, \frac{kN}{m^2}$	$E, \frac{kN}{m^2}$	ν	$\varphi, ^0$	$C, \frac{kN}{m^2}$
1 Пустая порода (известняки)	1,16E+05	5,8E+03	26	4,200E+07	0,300	50	1,360E+04
2 Рудное тело	5E+04	2,5E+03	28	4,530E+07	0,290	58	4,400E+04

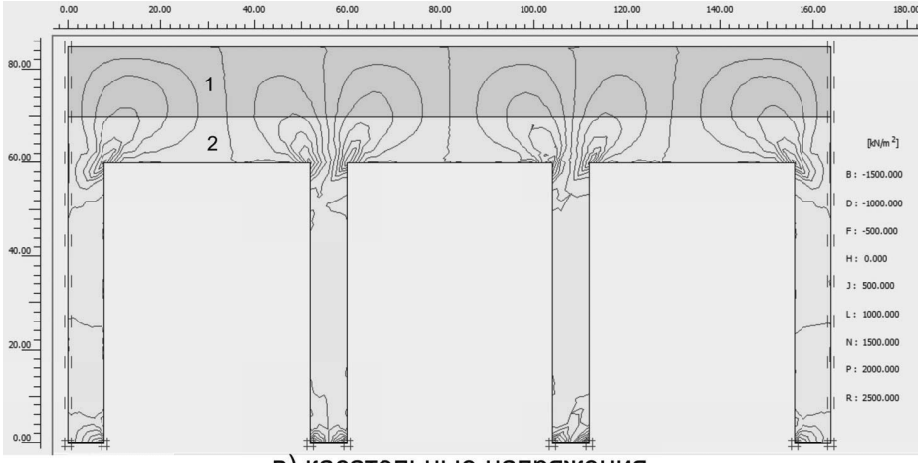
Рассмотрим напряженное состояние подкарьерных целиков в случае, когда применяется система подэтажных штреков (рисунок 1).



а) горизонтальные напряжения



б) вертикальные напряжения



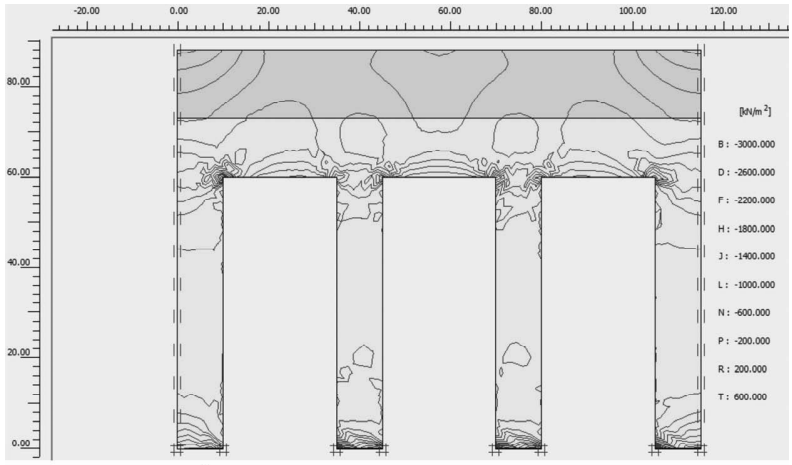
в) касательные напряжения

Рисунок 1 – Распределение напряжений в подкарьерных целиках при системе подэтажных штреков: а) горизонтальные, б) вертикальные, в) касательные;
1-пустая порода (известняки), 2-рудное тело

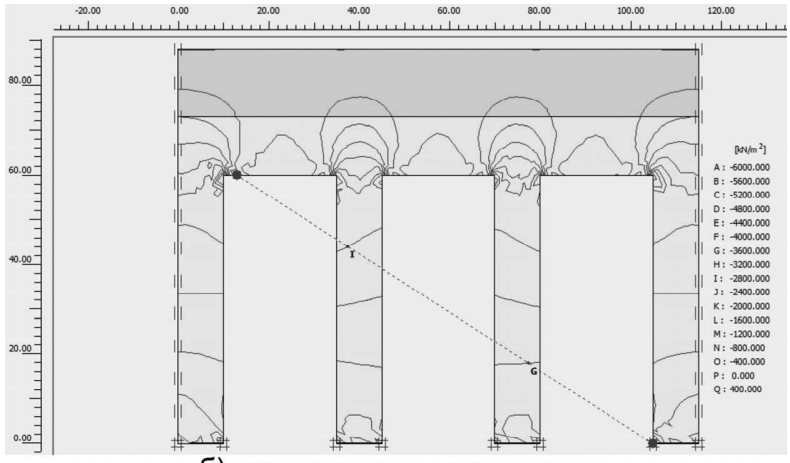
В зоне контакта подкарьерных целиков с потолочиной камерой возникают концентрация сжимающих горизонтальных напряжений и достигает до 1246,82 $\frac{kN}{m^2}$, а на двух крайних целиках – до 2591,72 $\frac{kN}{m^2}$. А в зонах контакта подкарьерных целиков с днищем камеры горизонтальные сжимающие напряжения в целиках составили 1740,92 $\frac{kN}{m^2}$ (рисунок 1 -а).

Из рисунка 1-б можно заметить, что вертикальные сжимающие напряжения в подкарьерных целиках распределяются практически равномерно и увеличиваются в направлении потолочина $\vec{\square}$ днища от 1808,83 $\frac{kN}{m^2}$ до 6092,19 $\frac{kN}{m^2}$. На потолочину камеры действуют вертикальные сжимающие напряжения равные 56,33 $\frac{kN}{m^2}$. А концентрация касательных напряжений возникли в двух зонах – на основаниях подкарьерных целиков, изменяющихся от 9,29 $\frac{kN}{m^2}$ до 2187,9 $\frac{kN}{m^2}$ и на контакте с потолочиной камеры от 41,15 $\frac{kN}{m^2}$ до 1671,48 $\frac{kN}{m^2}$.

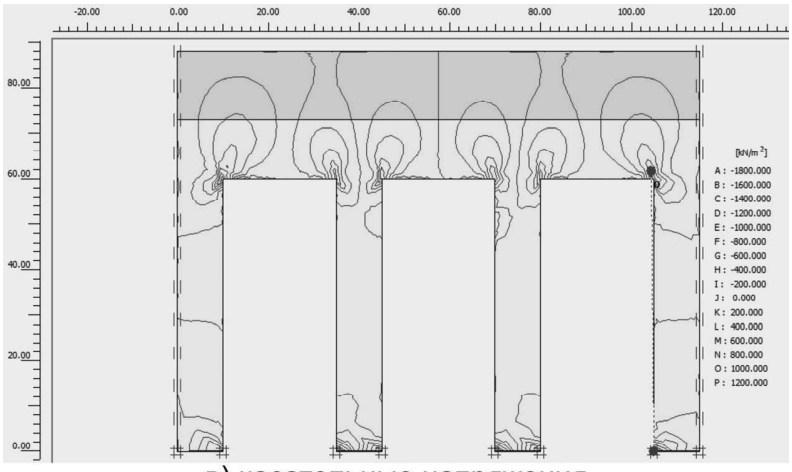
Характер распределения напряжений подкарьерных целиков при системе этажного обрушения получился практически идентичным по отношению к напряженному состоянию подкарьерных целиков при системе подэтажных штреков (рисунок 2).



а) горизонтальные напряжения



б) вертикальные напряжения



в) касательные напряжения

Рисунок 2 – Распределение напряжений в подкарьерных целиках при системе этажного обрушения: а) горизонтальные, б) вертикальные, в) касательные.

На рисунке 2-а показано распределение горизонтальных сжимающих напряжений в подкарьерных целиках, и их концентрация в зоне контакта подкарьерного целика с

потолочиной камеры и на основаниях подкарьерных целиков, изменяющиеся от 8,94 $\frac{kN}{m^2}$ до 1002,51 $\frac{kN}{m^2}$ и от 30,93 $\frac{kN}{m^2}$ до 2778,1 $\frac{kN}{m^2}$ соответственно. Вертикальные сжимающие напряжения в подкарьерных целиках возрастают с увеличением глубины от 1869,16 $\frac{kN}{m^2}$ до 4136,8 $\frac{kN}{m^2}$ (рисунок 2-б). Касательные напряжения в основном возникают на углах потолочины камеры и изменяются от 62,52 $\frac{kN}{m^2}$ до 1231,82 $\frac{kN}{m^2}$ (рисунок 2-в).

В результате моделирования напряженного состояния подкарьерных целиков при комбинированной разработке месторождения «Макмал» пришли к следующим выводам:

- Горизонтальные сжимающие напряжения в подкарьерных целиках при системе подэтажных штреков превосходят в 2,6 раза напряжения в подкарьерных целиках при системе отработки этажного обращения;
- Вертикальные сжимающие напряжения в подкарьерных целиках при системе подэтажных штреков превосходят в 1,5 раза напряжения в подкарьерных целиках при системе отработки этажного обращения;
- Касательные напряжения в подкарьерных целиках при системе подэтажных штреков превосходят в 1,8 раза напряжения в подкарьерных целиках при системе отработки этажного обращения.

В целом можно констатировать, что концентрация вертикальных, горизонтальных и касательных напряжений в подкарьерных целиках при системе подэтажных штреков превосходит приблизительно в 2 раза, чем концентрация напряжений в подкарьерных целиках при системе этажного обрушения. Такая концентрация напряжений объясняется тем, что на подкарьерный целик при системе подэташных штреков с шириной 8 м и с длиной камеры 60 м дейстствуют больше нагрузки, чем на подкарьерный целик с шириной 10м и с длиной камеры 45 метров при системе этажного обрушения.

Литература

1 Гриценко В.К., Яковенко В.П., Минеев И.Ф. отчет о результатах поисковых работ на восточном фланге района месторождения Макмал, и оценка перспектив участка Аирташ, проведенных в 1976-1980 гг. Фрунзе 1981г, 199с.

2 Рабочий проект на отработку запасов горизонта 2310м, штольни 11, месторождения Макмал. ПИЦ «Кен-Тоо», Бишкек, 2012г, 98с.

3 Plaxis – инструмент инженера-геотехника. Примеры расчетов. // *CADmaster*. — 2002. — № 3. — С.62-65.

4 Куваков С.Ж. Моделирование геотехнических задач с использованием программы Plaxis//Современные проблемы механики сплошных сред. Бишкек 2014г.

References

1 Gricenko V.K., Jakovenko V.P., Mineev I.F. otchet o rezul'tatah poiskovyh rabot na vostochnom flange rajona mestorozhdenija Makmal, i ocenka perspektiv uchastka Airtash, provedennyh v 1976-1980 gg. Frunze 1981g, 199s.

2 Rabochij proekt na otrabotku zapasov gorizonta 2310m, shtol'ni 11, mestorozhdenija Makmal. PIC «Ken-Too», Bishkek, 2012g, 98s.

3 Plaxis – instrument inzhenera-geotehnika. Primery raschetov. // CADmaster. — 2002. — № 3. — S.62-65.

4 Kuvakov S.Zh. Modelirovanie geotehnicheskih zadach s ispol'zovaniem programmy Plaxis//Sovremennye problemy mehaniki sploshnyh sred. Bishkek 2014g.

ӘОЖ 622.271

Резюме

Қожоғұлов К.Ч., Куваков С.Ж.
(ҚР ҰҒА Геомеханика және кенді өндіру институты, Бишкек қ., Қырғыз Республикасы)

«МАКМАЛ» КЕНОРНЫН ҚҰРАМДАСТЫРУ ӘДІСІМЕН ИГЕРГЕНДЕ КАРЬЕР АСТЫ КЕНТІРЕКТЕРДІҢ КЕРНЕУЛІ КҮЙІ

Бұл мақалада «Макмал» кенорнын құрамдастыру әдісімен игергенде карьер асты кентіректердің кернеулі күйін модельдеудің нәтижесі ұсынылған. Этаждық опырылу және этажаралық штрек қазу жүйесін қолданғанда карьер асты кентіректердің кернеулі күйінің салыстырмалы талдауы көрсетілген.

Түйінді сөздер: кернеулі күй, карьер асты кентірек, құрамдастыру жүйесі, этажаралық штрек, этаждық опырылу.

UDC 622.271

Summary

Kozhogulov K.Ch., Kuvakov S.Zh.
(Institute of geomechanics and development of subsoil of the National academy of sciences of the Kyrgyz Republic, Bishkek)

THE STRESS CONDITION OF UNDER-PIT BLOCKS AT COMBINED DEVELOPMENT OF «MAKMAL» DEPOSIT

In this article presents results of stress conditions modeling of under-pit pillar of the Makmal field at the combined development. The comparative analysis stress condition of under-pit pillar in cases of use block caving systems and sub level drifts is made.

Keywords: stress condition, under-pit block, combined development, sub level drift, block caving.

УДК 622.831

Асанов В.А., Барях А.А., Токсаров В.Н., Евсеев А.В.
(ГИ УрО РАН, г. Пермь, Россия)

МЕТОДИКА ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ДЛИТЕЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ МЕЖДУКАМЕРНЫХ ЦЕЛИКОВ

Аннотация

В работе рассмотрен экспериментально-теоретический метод оценки устойчивости целиков, сущность которого заключается в расчете их остаточного срока службы на основе анализа результатов моделирования напряженно-деформированного состояния подработанного массива, удовлетворяющего данным натурных исследований напряжений в целиках.

***Ключевые слова**: оценка устойчивости, целик, подработанный массив.*
***Түйінді сөздер**: тұрақтылықты тұтастай бағалау, целик, кен жұмыс істеген массив.*
***Keywords:** estimation of stability, pillar, undermined massif.*

При подземной отработке рудных месторождений широко используются различные варианты камерной системы разработки с поддержанием вышележащей толщи на целиках. В этом случае важнейшим условием безопасной и эффективной отработки запасов полезных ископаемых является контроль состояния междукамерных целиков. Это в наибольшей степени относится к калийным месторождениям, разработка которых связана с необходимостью сохранения сплошности налегающих пород, которые играют роль водоупорного целика, предотвращающего возможность прорыва поверхностных вод в подземные горные выработки [1].

Анализ условий работы междукамерных целиков (МКЦ) показывает, что на характер их деформирования и разрушения оказывают влияние большое число различных факторов, основными их которых являются:

- структурно-текстурные особенности строения массива, наличие зон тектонической нарушенности, анизотропия свойств вмещающих пород, сложный характер распределения напряжений в подработанном массиве;
- форма и размеры грузонесущих элементов подземных конструкций, определяющие прочностные и деформационные параметры камерной системы разработки;
- скорость и время приложения нагрузки, обуславливающие эффект снижения прочности целиков во времени;
- условия энергообмена между вмещающими породами и грузонесущими элементами камерной системы разработки, которые определяют характер разрушения целиков.

В этой связи особое значение приобретает вопрос достоверности оценок устойчивости конструктивных элементов камерной системы. Предсказать расчетным путем службы междукамерных целиков достаточно сложно из-за многочисленности влияющих факторов. В настоящее время состояние целиков оценивается по данным визуальных наблюдений или отмечается постфактум по ускоренным оседаниям земной поверхности. Для снижения степени опасности возникновения аварийных ситуаций необходима гибкая система геомеханического контроля безопасности горных работ, которая бы адекватно отражала разнообразие процессов, происходящих в массиве, и позволяла оперативно учитывать при разработке управленческих решений локальные изменения горно-геологических и горнотехнических условий.

Комплекс исследований особенностей строения массива, физико-механических свойств вмещающих пород, напряженно-деформированного состояния и характера разрушения конструктивных элементов камерной системы разработки позволил разработать методику экспериментально-теоретической оценки состояния междукамерных целиков,

которая включает анализ состояния очистных выработок, инструментальный контроль краевых частей массива и обобщение информации с использованием методов математического моделирования (рисунок 1).

Рисунок 1- Схема геомеханического контроля состояния междукамерных целиков

Исходной информацией для оценки состояния междукамерных целиков и потолочин служит геолого-маркшейдерская документация, полученная в процессе эксплуатационной разведки и отработки рудных тел, акты обследования очистных и подготовительных выработок, данные по оседаниям земной поверхности. По результатам анализа выделяются потенциально опасные участки, требующие более углублённого исследования степени их устойчивости.

Инструментальный контроль состояния краевых частей соляного массива заключается в исследовании напряженного состояния, степени нарушенности, величины деформаций приконтурных пород комплексом «прямых» и геофизических методов. При определении напряжений в приконтурном массиве применяются методы, учитывающие структурно-текстурные особенности строения массива вмещающих пород. Измерения напряжений выполняются методом компенсации напряжений в скважинах с использованием акустоэмиссионных эффектов памяти или методом компенсации в варианте щелевой разгрузки на контуре обнажения измерения. Оценка степени нарушенности пород

приконтурного массива выполняется методом телеинспекции скважин, пробуренных перпендикулярно плоскости обнажения. Контроль деформирования (расслоения) целиков и кровли камер осуществляется с помощью контурных и глубинных реперов [2].

Для параметрического обеспечения геомеханических расчетов на экспериментальных участках отбираются образцы (монолиты или керновый материал) для определения физико-механических свойств пород. При необходимости выполняются специальные исследования по выявлению особенностей поведения соляных пород под нагрузкой в натурных условиях [3].

Одним из главных недостатков прямых методов измерения напряжений является их точечный характер, не дающий информации о состоянии всего контролируемого массива. Для устранения этого недостатка выполняются площадные исследования состояния контролируемого участка комплексом геофизических методов. Для решения этой задачи можно использовать методы шахтной сейсморазведки, имеющие хорошо разработанные аппаратурную и методическую базы. Для получения количественных значений распределения напряжений на исследуемом участке выполняются совместные исследования целиков прямыми и геофизическими методами с последующей обработкой результатов методами математической статистики. При наличии достаточной коррелируемости строятся регрессионные зависимости между действующими напряжениями и характеристиками геофизических полей. На основании регрессионных соотношений оценивается распределение напряжений по площади целиков на экспериментальных участках и строится обобщенная эпюра распределения напряжений по ширине целиков для всего контролируемого участка.

На следующей стадии производится геомеханическая интерпретация результатов натурных измерений, разрабатывается вычислительная схема моделирования напряженно-деформированного состояния массива, подработанного камерной системой разработки, выявляются основные определяющие соотношения, и строится структурная модель для описания процессов деформирования и разрушения междукамерных целиков во времени. Моделирование крупномасштабных объектов, какими являются подрабатываемые массивы, целесообразно выполнять методом геометрического погружения, хорошо разработанным применительно к решению задач деформирования тонкослоистого соляного массива [4]. В процессе расчета определяются параметры реологической модели деформирования междукамерных целиков, при которых расчетная нагрузка на целик на момент измерений и кривая оседаний земной поверхности соответствуют результатам экспериментальных исследований. По данным расчетов строится обобщенная кривая деформирования междукамерных целиков во времени (рисунок 2).

Устойчивость междукамерных целиков оценивается по остаточному сроку службы (t_1) определяемому периодом времени за который нагрузка на запредельном участке достигнет (снизится) уровня половины от максимальной их несущей способности ($q = 0{,}5q_c$). Для повышения достоверности прогноза натурные измерения действующей на целик нагрузки должны проводиться периодически. По их результатам корректируются параметры математической модели междукамерного целика и соответственно уточняется остаточный срок его службы (t_2).

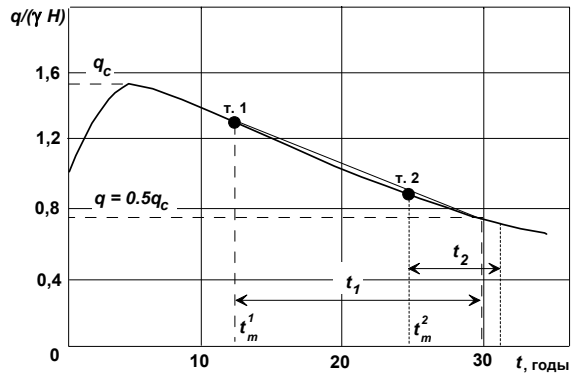


Рисунок 2 - График деформирования междукамерного целика во времени

Данная методика была апробирована на руднике БПКРУ-1 ПАО «Уралкалий» и частично при исследовании устойчивости целиков на руднике Жомарт [5, 6].

Таким образом, предложенная методика контроля состояния междукамерных целиков, позволяет оперативно и своевременно предоставлять информацию о состоянии целиков для разработки рекомендаций по управлению горным давлением налегающих пород и мерам охраны объектов на земной поверхности.

Литература

1 Указания по защите рудников от затопления и охране подрабатываемых объектов в условиях Верхнекамского месторождения калийных солей. – Л.: ВНИИГ, 2004. – 88 с.

2 Асанов В.А., Токсаров В.Н., Евсеев А.В., Бельтюков Н.Л., Аникин В.В. Инструментальный метод контроля напряженно-деформированного состояния приконтурного массива соляных пород / Горный журнал. – 2013. – №6. – С. 40–44.

3 Паньков И.Л., Асанов В.А., Аникин В.В., Ударцев А.А., Кузьминых В.С. Экспериментальное изучение деформирования и разрушения соляных пород / Материалы VI Международной конференции по геомеханике. – Варна, 2014. – С. 233–239.

4 Барях А.А., Асанов В.А., Самоделкина Н.А., Паньков И.Л., Телегина Е.А. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния горных пород на Верхнекамском месторождении калийных солей / Горный журнал. – 2008. – №10.

5 Барях А.А., Асанов В.А. Геомеханический анализ возможных причин массового обрушения пород в калийном руднике / Механика сплошных сред. В сб. материалов Международного конгресса. – Пермь, 2000.

6 Асанов В.А., Токсаров В.Н., Бельтюков Н.Л. Исследование напряженно-деформированного состояния пород на руднике «Жомарт» / Деформирование и разрушение материалов с дефектами и динамические явления в горных породах и выработках. Материалы XXIV Междунар. науч. школа им. академика С.А. Христиановича. – Симферополь, 2014. – С.16–18.

References

1 Ukazanija po zashhite rudnikov ot zatoplenija i ohrane podrabatyvaemyh ob#ektov v uslovijah Verhnekamskogo mestorozhdenija kalijnyh solej. – L.: VNIIG, 2004. – 88 s.

2 Asanov V.A., Toksarov V.N., Evseev A.V., Bel'tjukov N.L., Anikin V.V. Instrumental'nyj metod kontrolja naprjazhenno-deformirovannogo sostojanija prikonturnogo massiva soljanyh porod / Gornyj zhurnal. – 2013. – №6. – S. 40–44.

3 Pan'kov I.L., Asanov V.A., Anikin V.V., Udarcev A.A., Kuz'minyh V.S. Jeksperimental'noe izuchenie deformirovanija i razrushenija soljanyh porod / Materialy VI Mezhdunarodnoj konferencii po geomehanike. – Varna, 2014. – S. 233–239.

4 Barjah A.A., Asanov V.A., Samodelkina N.A., Pan'kov I.L., Telegina E.A. Matematicheskoe modelirovanie naprjazhenno-deformirovannogo sostojanija gornyh porod na Verhnekamskom mestorozhdenii kalijnyh solej / Gornyj zhurnal. – 2008. – №10.

5 Barjah A.A., Asanov V.A. Geomehanicheskij analiz vozmozhnyh prichin massovogo obrushenija porod v kalijnom rudnike / Mehanika sploshnyh sred. V sb. materialov Mezhdunarodnogo kongressa. – Perm', 2000.

6 Asanov V.A., Toksarov V.N., Bel'tjukov N.L. Issledovanie naprjazhenno-deformirovannogo sostojanija porod na rudnike «Zhomart» / Deformirovanie i razrushenie materialov s defektami i dinamicheskie javlenija v gornyh porodah i vyrabotkah. Materialy XXIV Mezhdunar. nauch. shkola im. akademika S.A. Hristianovicha. – Simferopol', 2014. – S.16–18.

ӘОЖ622.831

Резюме

Асанов В.А., Барях А.А., Токсаров В.Н., Евсеев А.В.
(КИ УрБ РҒА, Пермь қ., Ресей)

КАМЕРААРАЛЫҚ ЦЕЛИКТЕРДІҢ ҰЗАҚ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ БАҒАЛАУ ӘДІСТЕМЕСІ

Жұмыс барысында целиктердің тұрақтылығы эксперименттік–теориялық әдісі бойынша бағаланды, оның мәні негізгі кернеу–формасы өзгерген жұмыс істеген массив жағдайының нәтижесінде қызметте қалған мерзім бойынша есептеліп, целиктердың кернеу натуралды зерттеулерін қанағаттандырады.

Түйінді сөздер: тұрақтылықты тұтастай бағалау, целик, кен жұмыс істеген массив.

UDK622.831

Summary

Asanov V.A., Baryakh A.A., Toksarov V. N., Evseev A.V.
(MI UrD RAN, Perm, Russia)

TECHNIQUE OF THE GEOMECHANICAL ASSESSMENT LONG STABILITY OF INTERCHAMBER TSELIK

Experimental-theoretical method of roof stability estimation is considered in article. Its essence consists in estimation of roof retained lifetime, which is based on interpretation of modeling of undermined massif deflected mode and complies with stress measurement in roofs.

Keywords: estimation of stability, pillar, undermined massif.

УКД 622.232

Николаев Ю.И., Ефентьев Г.А.
(Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск, Россия)

ОБОСНОВАНИЕ НОВОГО НАПРАВЛЕНИЯ В РАЗВИТИИ АНКЕРНОГО КРЕПЛЕНИЯ

Аннотация

В статье представлены результаты исследования параметров анкера, выполненного из прессованной древесины. Дана оценка несущей способности анкера и распорного усилия со стороны анкера на стенки шпура. Приведена технология установки анкера и область его применения.

Ключевые слова: *анкер, контурное прессование, набухание, распор, трещиноватость, крепление, мерзлые породы, обводненные породы.*

Түйінді сөздер: *анкер, пресстелген пішін, дүмпу, кедергі, жарықшақтық, бекітпе, мұздалған тау жыныстары, суланған тау жыныстары*

Keywords: *rock bolt, perimeter pressing, swelling, thrust, jointing, structural strength, reinforcement, frozen rocks, water-encroached rocks.*

Практика горного дела показывает преимущество анкерной крепи с точки зрения технологии крепления, механики пород, расхода материалов, трудоемкости работ по поддержанию горных выработок [1]. Анкерная крепь длительное время развивалась в направлении повышения сопротивления анкера на выдергивание. Связано это со стремлением с большими усилиями нагружать породы у опорной плиты анкера для того, чтобы прочнее «пришивать» неустойчивые нарушенные породы к прочному ненарушенному массиву. Результатом стало создание анкерной системы, которая надежно поддерживает горные выработки, проводимые в крупно-блочных массивах с незначительной трещиноватостью и при наличии прочности закрепляемых пород на одноосное сжатие не ниже определенного значения.

Однако при креплении выработок, проводимых в более сложных условиях и месторождениях многолетней мерзлоты, анкерное упрочнение часто не отвечает требованиям обеспечения устойчивости горных пород в выработках. Основным способом повышения эффективности анкерного крепления в рамках вышеназванного направления является увеличение плотности установки анкеров. Но способ не всегда является эффективным. Он позволяет снизить нагрузку на анкер, разгрузить породу у опорной плиты и у замка. Но он не оказывает существенного влияния на крепление с позиций механики горных пород. Наиболее распространенные в настоящее время типы анкеров: стандартные механические анкера, анкера с закреплением по всей длине шпура быстротвердеющими составами с глухой и натяжной головкой – создают зоны активного нагружения пород под опорной плитой и у замка анкера. Однако размер этих зон многократно меньше глубины анкерования и расстояния между анкерами [2]. При увеличении плотности анкерования зоны активного нагружения пород вокруг анкеров остаются изолированными и не обеспечивают значительного повышения устойчивости пород.

Создание анкерных систем «сплит-сет» компанией «Интерсол-ренд» и штанг «свеллекс» фирмой «Атлас Копко» привело к появлению нового направления в механизме действия анкеров. Эти анкеры активны по всей длине. Они создают в шпуре распорное усилие, а вокруг шпура по всей его длине активную зону нагружения пород, которая обеспечивает повышение устойчивости породного массива [2]. Это позволяет расширить область применения анкерного крепления и повысить его надежность.

Анкеры «сплит-сет» и «свеллекс» расширили список многочисленных средств крепления, имеющихся у горного инженера. Однако успехов в развитии нового механизма анкерного крепления до настоящего времени не наблюдается.

Результаты опытов по вытягиванию анкеров «сплит-сет» и «свеллекс» из шпуров позволяют рассчитать распорное усилие анкеров в шпурах. Распорное усилие после установки этих типов анкеров находится в пределах до 1 МПа. Данный распор обеспечивает сцепление штанги с породой достаточное для удержания породы на месте. Однако его недостаточно для исключения сдвижения пород при перегрузках породного массива, как это имеет место в зонах повышенного горного давления или в выработках на большой глубине.

В практике производства и применения анкеров «сплит-сет» и «свеллекс» уже длительное время не прослеживается конструктивных решений для повышения распорного усилия. В то же время развитие анкерного крепления в этом направлении может, во-первых, ликвидировать вышеназванный недостаток анкеров, во-вторых, повысить устойчивость закрепляемых пород за счет расширения активных зон нагружения пород вокруг анкеров в радиальном направлении.

Авторами настоящей статьи предлагается конструкция анкера АДКП, которая представляет собой разработку, направленную на развитие анкерного крепления по пути повышения распорного усилия, создаваемого в анкерных шпурах по всей их боковой поверхности.

Ниже описана конструкция и принцип действия анкера АДКП и приведены результаты исследования некоторых его технических характеристик.

Конструкция, способ установки и механизм действия анкера АДКП

Анкер представляет собой древесную штангу, подвергнутую контурному прессованию. Внутренний и внешний концы штанги имеют конусообразные скосы. На внешнем конце штанги установлена опорная плита, выполненная из древесного пластика.

Для крепления горных выработок анкер с помощью специального хвостовика вгоняют с натягом в предварительно пробуренный шпур до контакта опорной плиты с поверхностью породы. Опорная плита удерживается на штанге силами трения. При установке анкера в сухой шпур, в его торце предварительно устанавливается легкоразрушаемая емкость с жидкостью.

Механизм действия анкеров АДКП аналогичен действию известных анкеров сплит-сет, выполненных из металлической трубы с продольным разрезом. Подобно анкерам сплит-сет, анкера АДКП, благодаря их способности к быстрому набуханию, способствуют внутреннему упрочнению массива, так как они:

1) имеют простую конструкцию;
2) создают в анкерных шпурах распорное усилие, зависящее от свойств пород;
3) являются вначале податливой, а затем жесткой крепью;
4) повышают устойчивость породного массива путем предварительного его нагружения;
5) благодаря полному распору и полному контакту с породой могут оказывать сопротивление нагрузкам на породный массив;
6) снижают до минимума влияние внутренних концентраций напряжений во всех действующих изнутри анкерных системах;
7) повышают безопасность работы горняков [2].

Однако анкера АДКП имеют несколько дополнительных полезных качеств:

1) обходятся дешевле в несколько раз, чем все известные конструкции анкеров;
2) благодаря набуханию штанг создают в анкерных шпурах распорное давление многократно большее, чем анкеры сплит-сет;
3) благодаря набуханию опорных плит, выполняют самонатяжение;
4) благодаря набуханию опорных плит, выполняют нагружение массива усилиями, нарастающими во времени;

5) благодаря набуханию штанг оказывают нарастающее сопротивление нагрузкам на обводненный породный массив;

6) благодаря пластичности штанг, не теряют сцепления с породами, которые подвергаются взрывным и другим сейсмическим воздействиям;

7) благодаря низкой теплопроводности штанг, сохраняют сцепление с мерзлыми породами;

8) дают возможность предусматривать применение анкерной крепи в трещиноватых, обводненных и мерзлых горных породах.

Анкеры АДКП можно изготавливать любого диаметра. В обычных случаях диаметр штанги для шпура диаметром 43 мм составляет 43 мм. Для шпура диаметром 36 мм диаметр штанги равен 36 мм и т.д. Степень прессования древесины штанги в долях от первоначального размера выбирается в диапазоне 0,1-0,5. При контурном прессовании степень прессования определяется по формуле [3]:

$k = (F_0 - F)/ F_0$, где F_0 - площадь поперечного сечения штанги анкера до ее прессования;

F - площадь поперечного сечения штанги анкера после ее прессования.

Выбор зависит от силовых параметров механизмов для установки анкеров, требуемой несущей способности и длины анкеров.

Изготавливается анкер АДКП из древесины прочных пород дерева.

Результаты исследований технических характеристик

Исследования проводились на стенде. Стенд состоит из блока, в котором выбурены шпуры для установки анкеров, домкрата, маслостанции и манометра для измерения давления в гидросистеме домкрата при вытягивании штанг. Эксперименты по определению прочности закрепления анкера АДКП проводились в шпурах диаметром 22 мм, выбуренных в трещиноватом кирпичном блоке прочностью 7,5 МПа. При выборе массива учитывалась его склонность к размоканию. Набухание штанг в шпурах обеспечивалось искусственным увлажнением массива. Измерения проводились в разные периоды времени и продолжались в интервале от 2 часов до 3 недель от момента начала увлажнения массива. На рисунке 1 показаны результаты экспериментов по вытягиванию сосновых штанг анкера АДКП разной степени прессования, но одинакового диаметра, равного 22 мм. Кривые характеризуют нагрузки, которые необходимы для вытягивания штанг из шпура. С ростом степени прессования штанг увеличивается скорость нарастания и максимальная величина прочности закрепления штанг в шпуре.

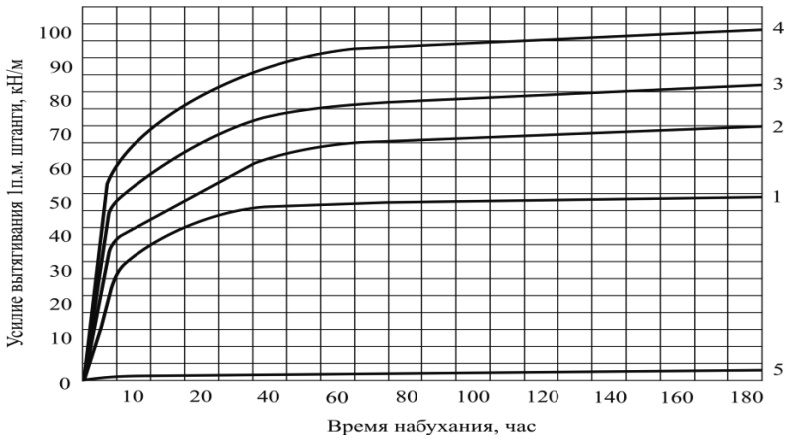


Рисунок 1- Усилие вытягивания 1 п.м. штанги анкера АДКП в зависимости от времени нахождения в увлажненном шпуре (времени набухания) при разной степени прессования штанги (k):

1-k=0,085; 2-k=0,174; 3-k=0,226; 4- k =0,326; 5- k =0,00.

На рисунке 2 показана зависимость максимальной величины прочности закрепления штанги анкера АДКП от степени прессования штанги. За максимальную прочность закрепления штанги анкера принималась прочность закрепления, достигаемая штангой на 21-е сутки после ее нахождения в увлажненном шпуре. Прочность закрепления штанги линейно увеличивается с ростом степени прессования штанги.

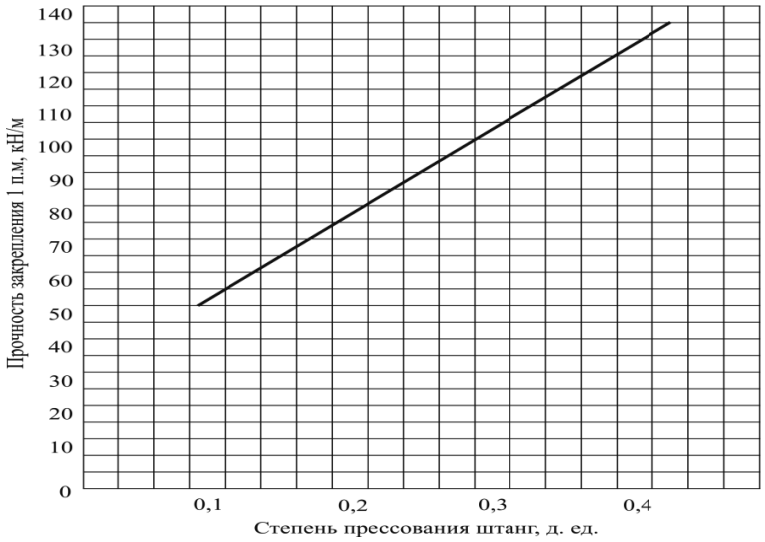


Рисунок 2 - Максимальная прочность закрепления 1 п.м. штанги анкера АДПК в зависимости от степени прессования штанги

На рисунке 3 показана проч-ность закрепления штанги анкера АДКП по отношению к своей максимальной прочности закрепления в зависимости от степени прессования штанги при разной продолжительности нахождения штанги анкера в увлажненном шпуре. Величина отношения не зависит от степени прессования штанги. Через 2 часа после установки и начала увлажнения штанга с разной степенью прессования имела прочность закрепления, равную 32 %, через 4 часа – 51%, через 3 суток – 85%, через 7 суток – 94 % от своей максимальной прочности закрепления.

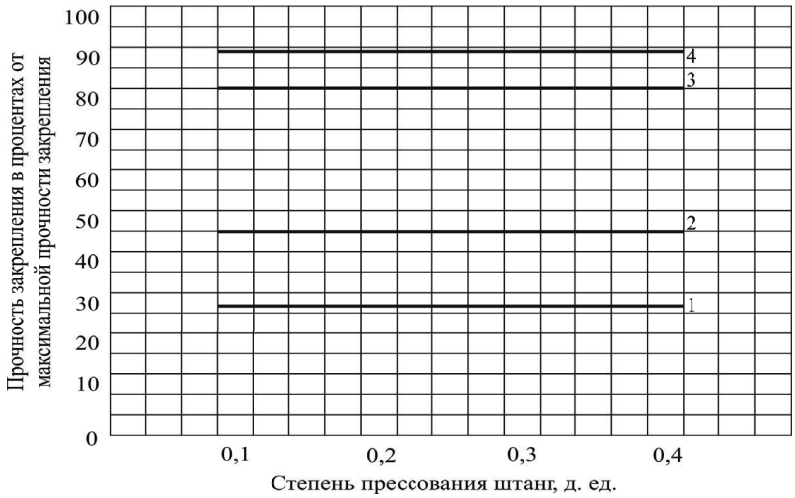


Рисунок 3 - Прочность закрепления штанги анкера АДКП по отношению к своей максимальной прочности закрепления в зависимости от степени прессования штанги при разном времени Т нахождения штанги в увлажненном шпуре: 1-Т=2 часа; 2-Т=4 часа; 3-Т=3 суток; 4-Т=7 суток.

На основании результатов исследований получена эмпирическая зависимость для оценки прочности закрепления анкера АДКП, выполненного из сосны:

$P = L\ d\ (11k + 1{,}5)$ кН, где:

P – прочность закрепления анкера, кН;

L – длина замка (длина штанги анкера, располагаемая в устойчивой части массива), м;

d – диаметр анкерного шпура, мм;

k – степень прессования штанги, д.ед.

В таблице 1 приводится техническая характеристика анкера АДКП, выполненного из сосны. Показатели анкера определены на основании результатов проведенных исследований и расчетов с использованием полученной эмпирической зависимости для оценки прочности закрепления анкера АДКП.

Таблица 1 - Техническая характеристика анкера АДКП, выполненного из сосны.

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Значение при степени прессования, д.ед.					Значение при степени прессования, д.ед.				
			0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
1.	Диаметр шпура	мм	22	22	22	22	22	28	28	28	28	28
2.	Длина замка анкера	м	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
3.	Прочность закрепления:	кН										
	через 2 час.	кН	6	10	13	16	19	9	13	17	21	25
	через 4 часа	кН	11	16	21	26	31	14	20	26	33	39
	через 36 часов	кН	19	27	36	44	52	24	34	45	56	66
	максимальная	кН	22	32	42	52	62	29	41	53	66	78
4.	Разрывное усилие штанги	кН	14	15	17	20	24	22	25	28	33	39
5.	Прочность на срез	кН	5	6	7	8	10	10	11	13	15	18
6.	Масса 1 п.м.	кг	0,22	0,25	0,28	0,33	0,4	0,36	0,4	0,46	0,53	0,64

продолжение таблицы 1

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Значение при степени прессования, д.ед.					Значение при степени прессования, д.ед.				
			0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
1.	Диаметр шпура	мм	36	36	36	36	36	43	43	43	43	43
2.	Длина замка анкера	м	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
3.	Прочность закрепления:	кН										
	через 2 час.	кН	11	17	22	27	32	14	20	26	32	38
	через 4 часа	кН	19	26	34	42	50	22	31	42	50	60
	через 36 часов	кН	31	45	59	72	85	37	53	69	85	102
	максимальная	кН	37	53	69	85	100	44	63	82	101	120
4.	Разрывное усилие штанги	кН	36	41	46	54	65	52	58	66	78	93
5.	Прочность на срез	кН	17	19	22	25	30	24	27	31	36	43
6.	Масса 1 п.м.	кг	0,59	0,66	0,76	0,88	1,06	0,84	0,94	1,08	1,26	1,51

Выводы

1. Закрепление анкера АДКП происходит по всей площади соприкосновения с боковыми стенками шпура. Прочность закрепления нарастает во времени в результате набухания древесины штанг. Прирост прочности закрепления анкерного замка, длиной 0,4 м, за первые два-четыре часа после установки в увлажненном шпуре составляет не менее 50% от прочности штанги на разрыв. За первые сутки прирост прочности закрепления анкерного замка превышает величину прочности штанги на разрыв и увеличивается на протяжении последующих шести суток.

2. Первые сутки после установки в увлажненном шпуре анкер АДКП с замком длиной 0,4 м является податливой крепью, а затем переходит в работу жесткой крепи.

3. Анкер АДКП, в зависимости от степени прессования штанг, способен создать по всей боковой поверхности шпура распор от 1,5 до 4,5 МПа, который в 4 раза превышает распорное давление, создаваемое анкерами сплит-сет.

4. Прочность закрепления анкера АДКП растет пропорционально увеличению диаметра и степени прессования штанг. Целесообразно применять анкер АДКП диаметром

не менее 36 мм с высокой степенью прессования штанг, равной 0,3 д.ед. и более. Несущая способность, прочность закрепления и другие технические характеристики такого анкера с длиной замка 0,4 м не уступают аналогичным показателям анкеров других конструкций, используемых в настоящее время в горной промышленности для крепления выработок.

5. Уникальные свойства древесины обеспечивают анкеру АДКП способность к активному действию на горные породы по всей длине шпура с большим по величине распором, и позволяют улучшить качество закрепления пород, в том числе сильно трещиноватых, дают возможность использовать анкер АДКП для упрочнения сильно обводненных и мерзлых горных пород.

Литература

1 Яковлев Д.В. Нормативно-методические основы крепления горных выработок анкерной крепью на угольных шахтах России// Уголь.-2014. -№7.-С. 12-14.

2 Скотт Д. Новая анкерная крепь//Глюкауф.- 1980. № 3.-С.6-10.

3 Хухрянский П.Н. Прессование древесины.-М.: «Лесная промышленность», 1964.-С.28-29.

References

1 Jakovlev D.V. Normativno-metodicheskie osnovy kreplenija gornyh vyrabotok ankernoj na ugol'nyh shahtah Rossii// Ugol'.-2014. -№7.-S. 12-14.

2 Skott D. Novaja ankernaja krep'//Gljukauf.- 1980. № 3.-S.6-10.

3 Huhrjanskij P.N. Pressovanie drevesiny.-M.: «Lesnaja promyshlennost'», 1964.-S.28-29.

ӘОЖ 622.232

Резюме

Николаев Ю.И., Ефентьев Г.А.
(Тау-кен институты СБ РҒА, Новосибирск қ., Ресей)

АНКЕРЛІК БЕКІТПЕНІ ДАМЫТУДЫҢ ЖАҢА БАҒЫТТАРЫН НЕГІЗДЕУ

Бұл мақалада пресстелген ағаштан жасалған анкердің параметрлерінің зерттеу нәтижелері қарастырылған. Қолдануға жарамды анкер және тесіпе қабырғасына кедергі күш келтіретін анкерлер бағаланған. Анкерді орнату технологиясы мен қолдану аймағы ұсынылған.

Түйінді сөздер: анкер, пресстелген пішін, дұмпу, кедергі, жарықшақтық, бекітпе, мұздалған тау жыныстары, суланған тау жыныстары

UDC 622.232

Summary

Nikolaev Y., Efentev G.A.
(Mining institute SD RAS, Novosibirsk, Russia)

JUSTIFICATION OF THE NEW DIRECTION IN DEVELOPMENT OF ANCHOR FASTENING

The article reports testing of a rock bolt made of compressed wood. The load-bearing capacity of the rock bolt and the thrust force applied by the rock bolt to drillhole walls are estimated. The installation technology and application range of the rock bolt are described.

Keywords: rock bolt, perimeter pressing, swelling, thrust, jointing, structural strength, reinforcement, frozen rocks, water-encroached rocks.

УДК 622.831

Шамганова Л. С., Тулебаев К. К., Абдибеков Н. К.
(ИГД им. Д. А. Кунаева, г. Алматы, Казахстан)

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОГО СОСТОЯНИЯ БОРТОВ КАРЬЕРА И ВНУТРЕННЕГО ОТВАЛА НА ЖИТИКАРИНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Аннотация

В данной работе с помощью компьютерного моделирования произведена оценка совместной устойчивости внутреннего отвала и пригруженного им нерабочего борта карьера без учета и с учетом динамического действия взрывов и землетрясений силой 9-12 баллов.

Ключевые слова: *устойчивость, борт карьера, отвал, оценка.*
Түйінді сөздер: *тұрақтылық, карьер борты, үйінді, бақылау.*
Keywords: *stability, flank of an opencast, internal dump, estimate.*

В теории открытых горных работ известны технологические схемы для углубочно-сплошных систем разработки с внутренним отвалообразованием с выположенным нерабочим бортом, пригружаемым внутренним отвалом. Назначение таких схем – создать условия возможности внутреннего отвалообразования уже в период строительства карьера. Тогда порядок и направление развития отвала будет осуществляться от выположенного нерабочего пригружаемого борта. Выполаживание борта достигается за счет расширения горизонтальных берм до размеров, не менее рабочих площадок. При этом увеличение затрат, связанное с дополнительным объемом вскрышных работ, прирезаемым углом наклона выполненного борта, компенсируется переадресацией вскрышных грузопотоков с внешнего на внутренний отвал. Одним из таких примеров является Житикаринское асбестовое месторождение.

Житикаринское месторождение хризотил-асбеста находится на Южном Урале в пределах Костанайской области, от районного центра – г. Житикара расположено в 5 км на юго-восток.

На Житикаринском асбестовом карьере применяется углубочная система разработки. Восточный борт его достиг своего предельного положения и достаточная длина карьерного поля по простиранию залежи являются благоприятными условиями для использования углубочно-сплошной системы разработки с внутренним отвалообразованием.

Поскольку генеральный угол наклона нерабочего борта карьера в основном более 30°, то начало формирования отвала должно быть привязано к моменту постановки дна карьера на свое конечное положение по глубине. А порядок и направление развития отвала – от дна карьера «снизу вверх» до проектной высоты.

Часть нерабочего борта Житикаринского асбестового карьера, образуемая верхними горизонтами, имеет широкие горизонтальные бермы, которые определили ломаный профиль борта. Поэтому верхний выположенный участок нерабочего борта позволил разместить на нем заданный объем вскрышных пород.

В геоморфологическом отношении район месторождения представляет собой слабо всхолмленную равнину, имеющую незначительный уклон на восток. Абсолютные отметки колеблются в пределах 250-300 м.

Промышленная асбестоносность приурочена к южной части Житикаринского ультраосновного массива, простирающегося в меридиональном направлении на 17-18 км при максимальной ширине до 3 км. Массив имеет форму плоской линзы, круто поставленной в интенсивно дислоцированной толще палеозойских пород [1].

Структура месторождения характеризуется наличием разломов, сопровождающихся мощными зонами дробления, смятия и рассланцевания горных пород. Наиболее интенсивная трещиноватость и рассланцевание горных пород наблюдается в юго-западной части карьера. Отмечается возрастание интенсивной трещиноватости в сторону висячего бока в пределах Центрального и Южного участков. С глубиной трещиноватость горных пород уменьшается.

В среднем зона интенсивной трещиноватости наблюдается до глубины 60-70 м, однако на отдельных разведочных линиях Центрального и Южного участков она погружается до глубины 150-300 м.

Открытые трещины встречаются редко и приурочены, как правило, к зонам сжатия. В остальных случаях в большинстве своем они выполнены хризотил-асбестом, серпофитом, карбонатами.

Карьер, отрабатывающий Житикаринское месторождение асбестовых руд, своими Северо-восточным и Восточным бортами достиг предельного контура. В связи с этим возник производственный вопрос о целесообразности частичного размещения вскрышных пород в выработанном пространстве карьера с целью улучшения геомеханической безопасности.

Устойчивость горных пород в бортах карьера зависит от глубины развития зоны выветривания, интенсивности трещиноватости, рассланцевания и условия подземных вод, которое выражается в дислокации линии депрессии и изменчивости свойств водонасыщающихся грунтов.

Большинство распространенных в настоящее время методов расчета устойчивости борта карьера основано на определении сдвигающих и удерживающих сил, действующих по наиболее вероятной поверхности скольжения. Определение положения поверхности скольжения карьерного откоса и ее формы является наиболее важным этапом расчета.

Выбор условий математического моделирования организации внутреннего отвала производился с учетом предельных контуров отработки карьера, влияния геологических и гидрогеологических факторов. В расчетах фильтрационный режим таков, что линия депрессии начинается с отметки по высоте 260 м у Восточного борта карьера и понижается к центру карьера.

Для расчетов устойчивости откосов нами были использованы усредненные данные физико-механических свойств грунтов, полученных по результатам исследований МГМИ им. Г.И. Носова (таблица 1) [3, 4].

Таблица 1 - Физико-механические свойства грунтов, слагающих борт карьера

№ п/п	Тип грунта	Объемный вес, т/м^3		Угол внутреннего трения, град		Сцепление, т/ м^2		Коэф-т бокового давления в состоянии покоя		Коэффициент степени консолидации водонасыщенного грунта, в долях от 1, U
		Сухого грунта, γ_c	Водонасыщенного грунта, γ_w	Сухого грунта, φ_c	Водонасыщенного грунта, φ_w	Сухого грунта, Cc	Водонасыщенного грунта, Cw	Сухого грунта, Loc	Водонасыщенного грунта, Low	
1	Глина	2.02	2.26	26	26	6	6	0.47	0.62	1
2	Глинистые сланцы	2.12	2.53	28	28	6.85	6.85	0.5	0.7	1
3	Порфириты, серпентиниты	2.54	2.61	35	35	30	30	0.2	0.2	1
4	Порода насыпи	1.8	1.8	36	36	2.48	2.48	0.37	0.37	1

Все расчеты устойчивости откосов бортов карьера и отвалов производились с помощью программы УСТО “Расчет устойчивости откосов” [2].

При проведении расчетов коэффициент сейсмичности первоначально принят равным нулю.

На рисунке 1 приведены характерные геологические разрезы I - VII Восточного борта Житикаринского карьера.

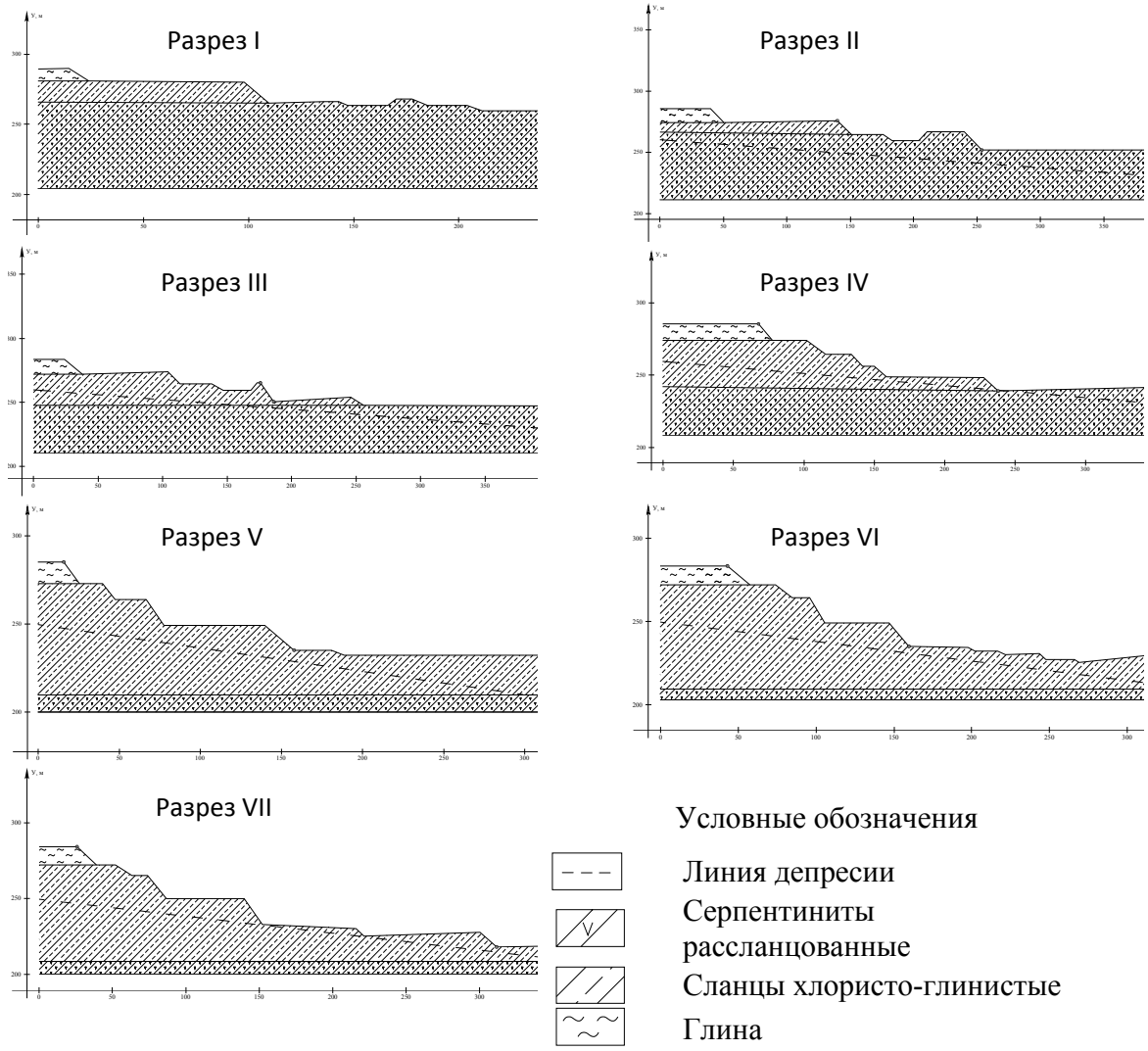


Рисунок 1 – Разрезы по ортогональным линиям I-VII Восточного борта Житикаринского карьера

Расчеты по разрезам I-VII показали устойчивость всех откосов на поверхности Восточного борта карьера Житикаринского карьера.

Минимальный коэффициент запаса устойчивости (КЗУ) равен 2.1, который наблюдается в одном из откосов разреза III (по ПЛ-32), на всех остальных разрезах КЗУ превышает значение 2.3. В дальнейшем были проведены расчеты устойчивости борта карьера с учетом насыпи первой и второй очереди. Внутренний отвал формировался последовательно в два этапа. Такой порядок развития внутреннего отвала выбран самим предприятием.

На графиках всех разрезов слой № 2 представляет насыпь первой очереди, а слой № 1 – насыпь второй очереди.

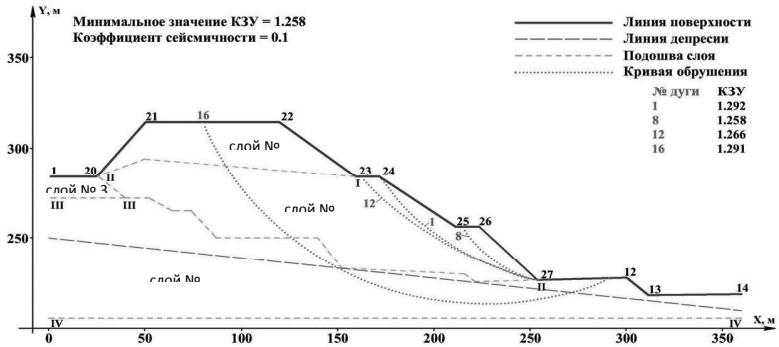
Результаты расчета минимального коэффициента запаса устойчивости (КЗУ), углы откосов, их размеры по протяженности для каждого откоса насыпи (первой и второй очереди) приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчет минимального коэффициента запаса устойчивости

Обозначение разреза	Номер откоса	Номер точек бровки, подошвы откоса	Угол откоса, градусы	Тангенс угла откоса	Минимальный КЗУ
Разрез VII (по ПЛ-24)	1	21, 20	49	1.15	1.5
	2	22, 23	36.8	0.75	1.8
	3	24, 25	35	0.7	1.6
	4	26, 27	44.8	0.99	1.6
Разрез VI (по ПЛ-26)	1	26, 25	50	1.2	1.5
	2	27, 28	38	0.79	1.8
	3	29, 30	35	0.7	1.6
	4	31, 32	49	1.15	1.5
Разрез V (по ПЛ-28)	1	19, 18	51.3	1.25	1.5
	2	20, 21	35	0.7	1.8
	3	22, 23	38	0.78	1.5
	4	24, 25	54	1.38	1.49
Разрез IV (по ПЛ-30)	1	20, 19	49	1.15	1.5
	2	21, 22	36.8	0.75	1.8
	3	23, 24	35	0.7	1.7
	4	25, 26	65	2.18	1.5
Разрез III (по ПЛ-32)	1	21, 20	49.3	1.16	1.49
	2	22, 23	37.7	0.77	1.8
	3	24, 25	32.4	0.63	2.0
Разрез II (по ПЛ-34)	1	19, 18	44	0.96	1.6
	2	20, 21	37.7	0.77	1.7
	3	22, 23	37.8	0.77	1.8
Разрез I (по ПЛ-36)	1	21, 20	53	1.33	1.6
	2	22, 23	32	0.62	1.7
	3	24, 25	55	1.43	1.5

С помощью компьютерного моделирования произведена оценка совместной устойчивости внутреннего отвала и пригруженного им нерабочего борта карьера без учета и с учетом динамического действия взрыва на примере VII разреза.

На рисунке 2 приведен графический результат расчета устойчивости пригруженного борта карьера при землетрясении с силой 9-12 баллов.

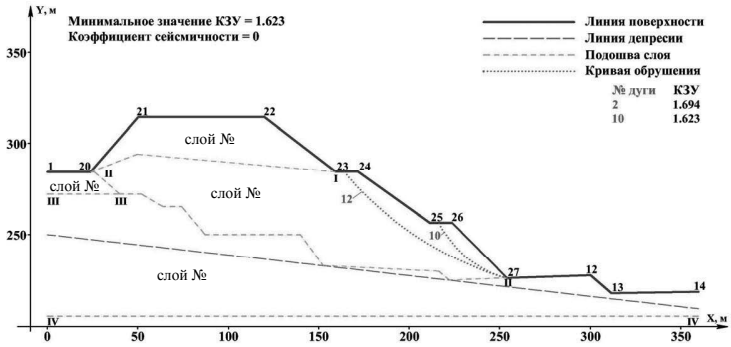


1, 2 – насыпь внутреннего отвала; 3 – борт карьера.

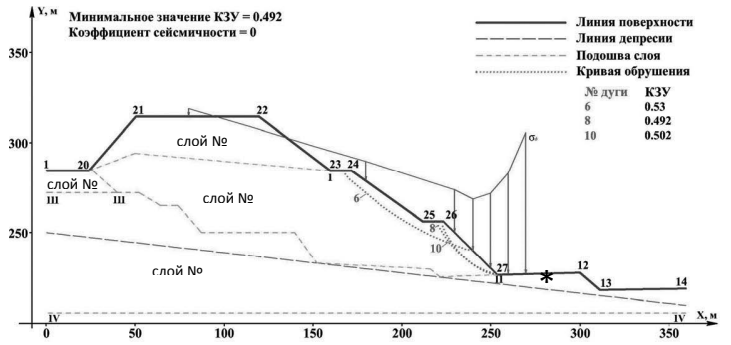
Рисунок 2- Результат расчета устойчивости пригруженного борта карьера при землетрясении силой 9-12 баллов

На рисунке 3 приведены графические результаты расчетов устойчивости пригруженного борта карьера при отсутствии динамического действия и с учетом сейсмического воздействия взрыва.

Расчет величины динамического действия взрыва производился по программе ВЗРЫВ (таблица 3) [5].



а) Устойчивость борта карьера без динамического воздействия взрыва



б) Устойчивость борта карьера с учетом динамического действия взрыва.

1, 2 – насыпь внутреннего отвала; 3 – борт карьера.

Рисунок 3 – Сравнительный расчет устойчивости борта карьера

Таблица 3 – Количественные значения максимальной динамической нагрузки от взрыва на борт карьера

Нагрузки от взрыва		
R, м	**кГс/см^2**	**$\sigma_д$, МПа**
10	200	19,6
20	143	14,014
30	105	10,29
40	72	7,056
50	60	5,88
100	28	2,744
200	12	1,176

Результаты расчета показали, если предположить землетрясение силой в 9–12 баллов, то минимальный коэффициента запаса устойчивости (КЗУ) борта карьера составит 1.2 (рисунок 2).

При отсутствии динамического действия взрыва минимальное значение КЗУ отвала и борта составляет 1.6 (рисунок 3а).

Мгновенное динамическое действие взрыва, при производстве одновременного подрыва пяти вертикальных зарядов, каждый весом 300 кг, на участке борта карьера расположенного у взрываемой скважины, приводит к потере его устойчивости до КЗУ – 0.5 (рисунок 3б).

Таким образом, можно сделать вывод, что сейсмическое воздействие взрыва оказывает существенное влияние на коэффициент запаса устойчивости откоса, вплоть до его обрушения.

Взрыв заряда весом более 1,5 т и более существенно снижает устойчивость откоса в радиусе 70 м от точки заложения зарядов.

Сейсмическое возмущение района (землетрясение) понижает общую устойчивость всего откоса от бровки до подошвы, причем обнаруживаются глубинные отсеки борта с малым запасом устойчивости.

В ходе горных работ, при проведении промышленных взрывов, резко снижается устойчивость отдельных участков откоса борта, находящихся в непосредственной близости от взрыва.

Таким образом, для условий отработки Житикаринского месторождения коэффициенты запаса устойчивости колеблются в пределах от 2,1 до 2,3, минимальный коэффициент устойчивости, пригруженного насыпью первой и второй очереди откосов Восточного борта карьера равен 1,5, что характеризует их как устойчивые. По полученным показателям устойчивости разработаны рекомендации для организации внутреннего отвала.

Литература

1. Пояснительная записка к гидрогеологическому отчету по Джетыгаринскому месторождению хризотил-асбеста за 2006 г. Житикара, 2007 г.
2. Г.Ф. Рожковский. Способы расчета устойчивости откосов земляных плотин. УДК 622.7’17:622.69 ,РГАСНТИ 52.45.27
3. Отчет по научно-исследовательской работе «Определение оптимальных углов откосов рабочих уступов взорванной и невзорванной горной массы и высоты уступов в привязке к применяемому горнотранспортному оборудованию». Магнитогорский горно-металлургический институт имени Г.И. Носова. Магнитогорск, 1970.
4. Отчет по научно-исследовательской работе «Исследование устойчивости бортов карьера, пыльного отвала и сложности строения залежи Джетыгаринского месторождения асбеста». Магнитогорский горно-металлургический институт имени Г.И. Носова. Магнитогорск, 1980.
5. Программа ВЗРЫВ (версия 2.2 – 23.03.2011).

References

1 Pojasnitel'naja zapiska k gidrogeologicheskomu otchetu po Dzhetygarinskomu mestorozhdeniju hrizotil-asbesta za 2006 g. Zhitikara, 2007 g.

2 G.F. Rozhkovskij. Sposoby rascheta ustojchivosti otkosov zemljanyh plotin. UDK 622.7’17:622.69 ,RGASNTI 52.45.27

3 Otchet po nauchno-issledovatel'skoj rabote «Opredelenie optimal'nyh uglov otkosov rabochih ustupov vzorvannoj i nevzorvannoj gornoj massy i vysoty ustupov v privjazke k primenjaemomu gornotransportnomu oborudovaniju». Magnitogorskij gorno-metallurgicheskij institut imeni G.I. Nosova. Magnitogorsk, 1970.

4 Otchet po nauchno-issledovatel'skoj rabote «Issledovanie ustojchivosti bortov kar'era, pyl'nogo otvala i slozhnosti stroenija zalezhi Dzhetygarinskogo mestorozhdenija asbesta». Magnitogorskij gorno-metallurgicheskij institut imeni G.I. Nosova. Magnitogorsk, 1980.

5 Programma VZRYV (versija 2.2 – 23.03.2011).

ӘОЖ 622.831

Резюме

Шамғанова Л.С., Төлебаев Қ. К., Әбдібеков Н. К.
(Д.А. Қонаев атындағы Тау-кен институты, Алматы қ., Қазақстан)

ЖІТІҚАРА КЕНОРНЫНДАҒЫ КАРЬЕР БОРТЫ МЕН ІШКІ ҮЙІНДІНІҢ ТҰРАҚТЫЛЫҚ КҮЙІН БАҒАЛАУ

Бұл жұмыста ішкі үйіндімен жүктелген карьер бортының тұрақтылығы және 9-12 баллдық жер сілкінісі кезінде немесе өнеркәсіптік жарылыстың сейсмикалық әрекеті нәтижесінде компьютерлік модельдеудің көмегімен қалай өзгеретінін туралы қарастырылған.

Түйінді сөздер: тұрақтылық, карьер борты, үйінді, бақылау.

UDC 622.831

Summary

Shamganova L.S., Tulebayev K.K., Abdibekov N.K.
(Mining Institute named after D.A. Kunaev, Almaty, Kazakhstan)

ESTIMATION THE STATUS OF SUSTAINABLE PIT AND INTERNAL DUMP IN ZHITIKARY FIELD

At this paper with using computer modeling pit wall stability, domestic stockpiling and how it changes as a result of the seismic action of industrial explosions or earthquakes in 9-12 points.

Keywords: stability, flank of an opencast, internal dump, estimate.

УДК 622.50.3

Рахимбеков С.М.[1], **Ниязов А.В.**[2], **Ниязов А.А.**[3]
([1]КазНТУ им. К.И.Сатпаева, Алматы, Казахстан,[2] Банк RBK, Алматы, Казахстан
[3] ТОО «Марганец», Алматы, Казахстан)

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Аннотация

В статье раскрывается картина имеющегося интеллектуального опыта в области геологического и геомеханического обеспечения горных работ. Эти материалы, представленные на соответствующих форумах, критически проанализированы. Отмечены особенности компьютеризации и возможности «автоматизирования» управления, а также трудности формализации многих факторов горного производства .

***Ключевые слова**: Трехмерное объемное моделирование, мониторинг, ГИС, ГГИС, геомеханика, компьютеризация.*

***Түйінді сөздер:** Үш өлшемді қатты модельдеу, мониторинг, ГАЖ, ТКГАЖ, геомеханика, компьютерлендіру.*

***Keywords:** Three-dimensional volume simulation, monitoring, GIS, MGIS, geomechanics, computerization.*

Прежде всего, мы должны поставить перед собой задачу представить, по возможности полную и ясную картину аккумулированного и систематизированного имеющегося интеллектуального опыта в области геологического и геомеханического обеспечения горных работ. Эти материалы, представленные на соответствующих форумах, были нами критически проанализированы. В целом, к новым информационным технологиям (ИТ) на современном этапе относят:

Интернет-технологии. Среди популярных услуг предоставление различного рода документов, распространение программ, текстов, книг, служба новостей, электронная почта и многое другое.

Системы искусственного интеллекта, реализуемые различными средствами: нейронными сетями, генетическими алгоритмами и др.

Видеотехнологии и мультимедиатехнологии.

Объектно-ориентированная технология, основанная на выявлении и установлении взаимодействия множества объектов, используется при создании компьютерных систем на стадии проектирования и программирования.

Технология управления знаниями, в которой идет распространение знаний и др.

Сегодняшний процесс горно-геологических исследований в корне изменился, меняются традиции, методики, формы этого процесса, появилась новая техника и технологии и информационные технологии пронизаны инновационными идеями на всех стадиях горных и геологоразведочных работ. Все это ведет к повышению поисковой эффективности и удешевлению всех видов работ.

Наблюдается сквозная компьютеризация всех стадий и элементов процесса горно-геологического изучения недр с внедрением инноваций для эффективного информационного обеспечения, полевые работы оснащаются современной высокоточной аппаратурой и комплексами, спутниковой связью. Уровень достигнутого картирования позволяет проводить действенный мониторинг, анализ, оценку по всем проблемам процесса горно-геологических исследований. Множество создаваемых программ предназначены для графического отображения геологической, маркшейдерской и расчетной информации для самых различных месторождений с громадным количеством интервалов опробования в одном чертеже в модификациях самого мощного графического редактора AutoCAD™ 2000 - 2006 и его расширений.

Наблюдаемая эволюция в управлении горными предприятиями позволяет сделать вывод о том, что как только удается адекватная формализация базовых элементов, состояний и ситуаций природно-технической системы (ПТС) или основных компонент горной технологии, так сразу же появляются «контуры» проектируемой автоматизированной подсистемы или системы. С каждым периодом исследований в процесс управления горными предприятиями прибавляется новый «штрих» автоматизации или, вернее будет сказать, автоматизирования, с учетом в контуре управления - человека. Но следует отметить, что во многих случаях формализация процедур оценки, в особенности горнотехнической ситуации и выработки в соответствии с этой оценкой адекватного решения, оказывается очень сложной. Требуются весьма значительные затраты для, во-первых, их программной реализации и, во-вторых, создания адекватных инструктивных материалов в виде методических положений и технологических регламентов. Ведь надо учитывать огромное число возможных горнотехнических ситуаций, с которыми может встретиться пользователь и компьютерная система.

Это еще лишний раз заставляет исследователей искать новые концепции и принципы и в то же время по достоинству оценить поразительную способность специалиста - горняка, его мозга, ориентироваться в этих ситуациях, принимать быстрые и достаточно точные технические решения, распознавать образы.

Для компьютерных программ, на сегодняшний день, это нерешенная проблема.

Тем не менее, сегодня, этот процесс автоматизации представляется последовательностью функционирующих автоматизированных подсистем, таких как САПР - системы автоматизированного проектирования, АСУ - автоматизированные системы управления, АСУТП - автоматизированные системы управления технологическими процессами, ГИС - географические информационные системы, desktop mapping - настольные картографические системы , СУБД или DBMS - системы управления базами данных, дистанционного зондирования, GPS - технологий глобального позиционирования. Такая проводимая автоматизация дает лучшую информированность, что, в свою очередь, помогает принять лучшее решение. Современные системы, в числе прочего, выполняют в автоматизированном режиме, в режиме on-line, все основные пять процедур (задач) с данными: ввод, манипулирование, управление, запрос и анализ, визуализацию.

Отметим особенности процесса автоматизации для горного производства. Для решения трудоемких горных задач прошлых периодов характерна централизация, которая имела свои преимущества и в то время свои также известные недостатки. Следует отметить, что с использованием локальных сетей компьютеров с выходом на региональные и глобальные сети (Internet, SWIFT и др.) централизация вновь находит свое место.

Другая особенность заключается в том, что мониторинг состояния горного массива в автоматизированном режиме при подземной добыче полезных ископаемых является достаточно сложной задачей. Лишь в настоящее время благодаря современным информационным технологиям и постоянно пополняющемуся списку приборов и средств, которые осуществляют замеры и регистрацию параметров природной среды, ее решение стало возможным. При этом конечной целью является осуществление наиболее эффективных управляющих технологических воздействий для обеспечения эффективных и безопасных условий ведения горных работ.

Крайне важно также установить номенклатуру важнейших природных факторов, в наибольшей степени существенно влияющих на процесс добычи полезного ископаемого.

Кроме того, ранее мы решали управленческие горные задачи, каждую в отдельности и, в целом создаваемая подсистема или система управления представляла собой совокупность решений различных задач. Понятно, что единого хранилища данных, которым бы пользовались при решении каждой задачи, не было, то есть данные дублировались, причем, программы, используемые для решения задач, были ориентированы на структуру данных, изменение которой приводило соответственно, к необходимости изменения программ. Все эти недостатки привели к появлению баз данных, и соответственно СУБД.

Таким образом, именно необходимость автоматизации задач управления стимулировала возникновение и развитие СУБД. Сначала появились локальные СУБД, затем файл-серверные, затем клиент-серверные, многозвенные. На этой основе было создано огромное количество прикладных систем, решающих задачи управления горной технологией и, в целом, горным предприятием.

Целью этих программ и является обеспечение, прежде всего сквозной компьютеризации всех стадий и элементов процесса горно-геологического изучения недр, начиная от исключения рутинных операций при выполнении графических работ и заканчивая расчетными задачами.

Исходными данными служит, прежде всего, вся информация о геометрии горных выработок, которая вместе со всей аналитической, геологической и геофизической информацией считывается из текстовых файлов базы данных в электронном виде, которая в свою очередь набивается в базы данных, со всех имеющихся геологических материалов. Эта самая трудоемкая часть работы, так как она включает в себя многочисленную набивку координат выработок, инклинометрию, интервалы опробования, содержание элементов в этих интервалах, выход керна, литологию, номера проб, топоповерхности, тектонику, интерпретацию рудных тел и т. п. Вся эта необходимая цифровая информация извлекается из горной документации: дела скважин, технические паспорта бурения, журналы маркшейдерских съемок и замеров, каталоги координат пунктов подземной маркшейдерской сети и др.

Следует отметить, что интерпретация, иначе оконтуривание рудных тел производится «вручную», так как при принятии многих решений надо исходить из опыта геолога, его знаний, здравого смысла.

Круг задач сквозной компьютеризации в разных разработках приблизительно один и тот же, различаясь предпочтениями пары «постановщик – горняк и программист». Основное требование - охват всех геологических объектов в контуре рассмотрения: горных выработок, блоков, профилей, скважин, трехмерных проложений горных выработок (линий опробования), линии вееров взрывных скважин, целики, породы висячего бока и т. п.

Что касается применения геостатистики, пространственное распределение изучается при помощи вариограмм Матерона. Как показывает анализ опубликованных работ, эти распределения имеют для каждого месторождения свои параметры. Они отражают пространственную корреляционную зависимость содержаний в пробах в зависимости от расстояния между ними. Вариограмма, как известно, рассчитывается как сумма квадратов разности содержаний между пробами, отстоящими друг от друга на расстоянии h, отнесенная к удвоенному числу пар проб. Функция экспериментальной вариограммы имеет следующий вид:

$$\gamma(h) = \frac{\sum (C_i - C_{(i+h)})^2}{2\,N}$$

где C_1 – содержание элемента в точке i,

$C_{(i+h)}$ – содержание элемента в точке, отстоящей на расстояние h от «i» пробы.

В сущности, вариограмма представляет собой дисперсию содержаний элемента в пробах. С увеличением расстояния между пробами увеличивается дисперсия и функция вариограммы поднимается вверх до определенного предела, который называется зоной (радиусом) влияния или RANGE. В дальнейшем значения функции колеблются вблизи горизонтальной линии, соответствующей дисперсии проб в массиве. В вариографии она называется порогом или SILL. В природных объектах значение дисперсии никогда не равно 0, даже при нулевых расстояниях между пробами. В вариографии это явление названо эффектом самородков (NUGGET EFFECT).

Как мы уже отмечали, важный этап «автоматизирования» наступил с разработкой и внедрением ГИС в различные сферы человеческой деятельности.

С точки зрения ГИС природную среду можно представить совокупностью моделей. А что такое построить модель? Это выразить определенные особенности рассматриваемого

явления, процесса в формализованном виде. Такими особенностями являются, например, признаки, отображающие атрибуты породного массива. Таким образом, наша задача построить систему моделей, которые в максимальной степени отражали бы особенности природной среды.

В ГИС, природная среда, как и любой объект, рассматривается как совокупность слоев. Тогда система моделей по мере развития горных работ как бы будет отображать всю динамику освоения месторождения, и накапливать всю информацию. Трехмерное объемное моделирование позволяет «мониторить» изменения информации в режиме реального времени, так как в отличие от двухмерного изображения дает представление в динамике о реальной картине подземных горных выработок в пространстве. Такими моделями можно « манипулировать», например, повернуть так, как удобно, чтобы оценить взаимное расположение выработок, реальную глубину их залегания и другие особенности. Такие модели весьма удобны в части интерпретации тектонических нарушений, предоставляют наглядную картину форм и границ между пустой породой и рудным телом и горными выработками, что обеспечивает нахождение поверхностей пересечений, слияний, разломов и, в целом, проектировании горных выработок. Или, например, дешифрация контуров выхода полезного ископаемого на поверхность карьера легко обеспечивается ГИС ее возможностями четкого цветового изображения контактов полезного ископаемого и вмещающих пород.

Следует отметить, что возможность современного представления информационной базы в форматах, приемлемых для компьютерных технологий, позволяет также вплотную подступиться к «автоматизированию» управления. Конечно, не следует бесповоротно обольщаться возможностями компьютеризации, так как многие факторы горного производства на данный момент не формализованы и полностью находятся в компетенции опыта и здравого смысла горняка. Например, компьютер может отстроить контур карьера, но последнее слово остается за специалистом, который окончательно обеспечивает эффективную и безопасную работу персонала и оборудования.

Дальнейшее развитие горно-геологических информационных систем (ГГИС) ознаменовал переход от системы простых моделей представления той или иной горнотехнической ситуации к геолого-математическим и экономико-математическим моделям. Интеграция географических информационных систем (ГИС), получила название **ArcGIS**. Его составными частями являются **Desktop c** интегрированным набором мощных ГИС-приложений, **ArcSDE** – шлюз для работы с базами геоданных, хранящихся в системах управления базами данных (СУБД), серверное приложение **ArcIMS**, Интернет – ГИС для работы с распределенными данными и службами.

ӘОЖ 622.50.3

Резюме

Рахимбеков С.М.[1], Ниязов А.В.[2] Ниязов А.А.[3]
([1]Қ. И. Сатпаев атындағы КазНТУ, Алматы, Қазақстан,[2] Bank RBK, Алматы, Қазақстан, [3] ЖШС "Марганец", Алматы, Қазақстан)

ГЕОМЕХАНИКА ПРОЦЕСТЕРДІ БЕЙІМДЕЛМЕ БАСҚАРУ

Мақалада бар зияткерлік тәжірибенің суреті таудың жұмысының геологиялық және геомеханикалық қамсыздандыруының облысында ашылады. Бул материалдар лайықты алқалы жиындарда ұсынған, қысылшаң сараланады. Компьютеризацияның және басқарманың "автоматтандыруының" мүмкіндігінің өзгешеліктері, ал да таудың өндірісінің көптеген факторының формалдауының зорлары белгіленеді

Түйінді сөздер:Үш өлшемді қатты модельдеу, мониторинг, ГАЖ, ТКГАЖ, геомеханика, компьютерлендіру.

UDC` 622.50.3

Summary

Rakhimbekov of C.M.[1], Niyazov of A.B.[2], Niyazov A.A.[3]
([1] KAZNTU of K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan, [2] RBK Bank, Almaty, Kazakhstan
[3] Manganese *LLP, Almaty, Kazakhstan)*

ADAPTIVE MANAGEMENT OF GEOMECHANICAL PROCESSES

The article reveals the pattern of the existing intellectual experience in the field of geological and geomechanical maintenance of mining. These materials are provided in the appropriate fora, critically analyzed. The features of computerization and the possibility of "automation" of management, as well as the difficulty of formalizing a number of factors mining.

Keywords: Three-dimensional volume simulation, monitoring, GIS, MGIS, geomechanics, computerization.

УДК 622.831

Токсаров В.Н[1], **Шамганова Л.С.**[2], **Асанов В.А.** [1], **Бельтюков Н.Л.** [1], **Ударцев А.А.** [1]
([1]ГИ УрО РАН, г. Пермь, Россия; ПНИПУ, г. Пермь, Россия;
[2],ИГД имени Д.А. Кунаева, г. Алматы, Казахстан)

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЦЕЛИКОВ НА РУДНИКЕ ЖОМАРТ

В статье приведены результаты определения напряжений в целиках медистого песчаника на руднике Жомарт. Контроль напряжений в породном массиве осуществлялся с использованием акустоэмиссионного эффекта памяти пород околоскважинного пространства. Экспериментами установлено, что распределение вертикальных напряжений по сечению, как барьерного, так и междукамерного целика имеет скачкообразный характер, что обусловлено блочным строением пород.

Ключевые слова: *горный массив, напряжения, горные выработки, деформации, трещина, прочностные свойства, акустоэмиссионная память.*

Түйінді сөздер: *тау диапазоны, кернеу, жерасты қазбалары, деформация, сызат, төзімділік сипаттамалары, акустоэмиссиялық жады.*

Keywords: *mountain range, voltage, underground workings, deformation, cracking, strength properties, akustoemissionny memory.*

Рудник Жомарт, отрабатывающий запасы медистых песчаников месторождения Жаман-Айбат, расположен в центральном Казахстане. Пологопадающие залежи медистых песчаников мощностью 2–12 м залегают на глубинах 500–800 м. Добыча ведется камерно-столбовой системой с оставлением междукамерных и барьерных целиков. В работе [1] отмечается, что по геолого-структурному строению, химико-технологическому составу руд и вмещающих пород месторождение Жаман-Айбат является аналогом Жезказганского. Однако, глубина залегания рудных тел больше, а прочность руды и вмещающих пород ниже. Исследования физико-механических свойств пород месторождения показал, что предел прочности на сжатие руды в массиве целиков составляет порядка 20 МПа [1]. В тоже время, прочность руды на сжатие в образцах изменяется в диапазоне от 90 до 280 МПа. Таким образом, на руднике Жомарт наблюдается резкое (в 3–10 раз) снижение прочности руды в массиве по сравнению с прочностью в образце, что связано с интенсивной трещиноватостью пород рудных тел.

В связи с переходом горных работ на более глубокие горизонты наиболее актуальным стал вопрос об оценке устойчивости целиков. В качестве первого этапа исследований выполнены работы по оценке напряженного состояния целиков на нижних отрабатываемых горизонтах. Для измерения напряжений в скальных трещиноватых породах использован эффект акустоэмиссионной памяти пород при нагружении околоскважинного пространства [2, 3]. Суть метода заключается в следующем. Вначале осуществляется локальная разгрузка участка массива посредством бурения скважины. Затем проводится восстановление исходного напряжённого состояния путем нагружения стенок скважины гидродомкратом с одновременной регистрацией параметров акустической эмиссии (АЭ). За напряжения, действующие в массиве, принимается давление, при котором происходит скачкообразное увеличение интенсивности акустической эмиссии (эффект Кайзера). Этот метод хорошо себя зарекомендовал при определении напряжений в пластичных соляных породах [4].

Измерения напряжений в междукамерном и барьерном целиках проводились в пределах панели 47 (рисунок 1). Расстояние между осями барьерных целиков на панели составляет 128 м. Ширина барьерных целиков – 40 м. Сетка расположения междукамерных целиков 19×19 м. Размеры междукамерных целиков – 10×10 м, при мощности отработки до 13 м. Глубина разработки составляет 605 – 610 м, мощность рудного тела в среднем составляет – 7–9 м.

Массив целиков характеризуется наличием большого количества трещин. Размер элементарного блока в целике не превышает 0,15÷0,2 м. Всего при проведении измерений было пробурено 6 горизонтальных скважин (рисунок 1). Комплект оборудования для контроля напряжений показан на рисунке 2.

В процессе нагружения стенок скважины гидродомкратом Гудмана одновременно измерялись следующие параметры: давление в гидросистеме, деформация стенок скважины в направлении нагружения, параметры интенсивности АЭ. На Рисунок 3, а показана характерная диаграмма интенсивности АЭ, полученная при нагружении стенок скважины гидродомкратом. На графике интенсивности АЭ отмечается пик, по местоположению которого оценивался уровень действующих напряжений.

Необходимо отметить, что механизм проявления эффекта Кайзера в скальных трещиноватых породах существенно отличается от такового в соляных породах (рисунок 3,б). В соляных породах при достижении напряжения уровня предыдущей нагрузки происходит скачкообразное возрастание активности АЭ с плавным увеличением скорости возрастания при дальнейшем нагружении стенок скважины.

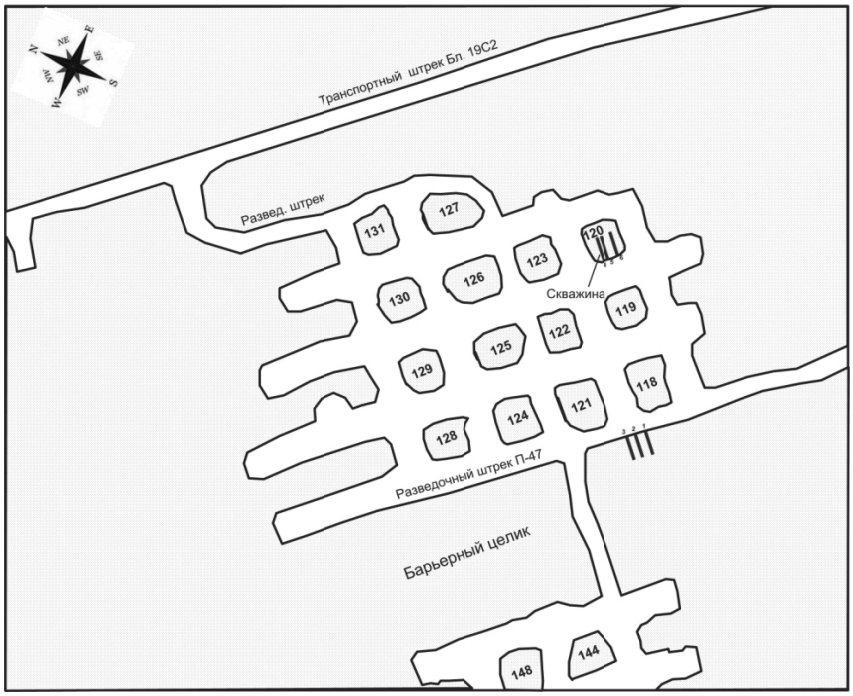


Рисунок 1 - Выкопировка из плана горных работ с указанием мест выполнения экспериментов

В связи пластическим характером деформирования соляных пород установлено, что основными источниками акустической эмиссии в соляных породах являются микротрещины растяжения, которые зарождаются на границах зерен и при деформировании образца произрастают в направлении действия максимального главного напряжения. Данный процесс трещинообразования практически равномерно распределен по всему объему образца и сопровождается равномерным выделением механической энергии в виде импульсов АЭ. С ростом нагрузки происходит слияние микротрещин с образованием крупных магистральных трещин, что отражается в постоянном повышении уровня активности АЭ [5, 6].

Строение массива скальных пород осложнено различными системами открытых трещин, которыми он разбит на отдельные блоки. В этом случае проявление эффекта Кайзера в виде отдельного всплеска активности АЭ, скорее всего, связано с переходом накопленной упругой энергии в необратимые деформации сдвига по существующим поверхностям ослабления.

1- гидродомкрат; *2* – шланги; *3* – датчик давления; *4* – регистратор; *5* – ручной насос; *6* – деформометр; *7* – усилитель; *8* – блок регистрации АЭ; *9* – ноутбук

Рисунок 2 - Комплект оборудования для контроля и напряженного состояния породного массива

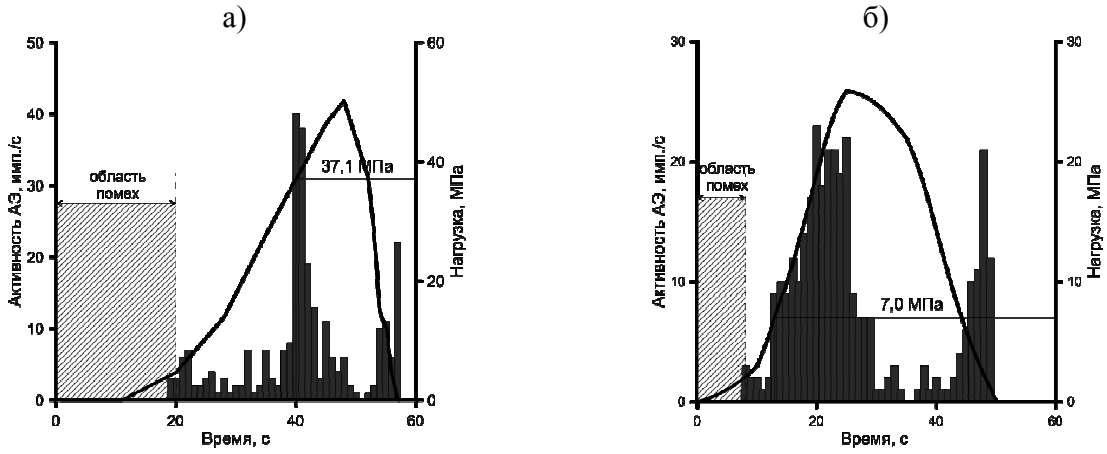


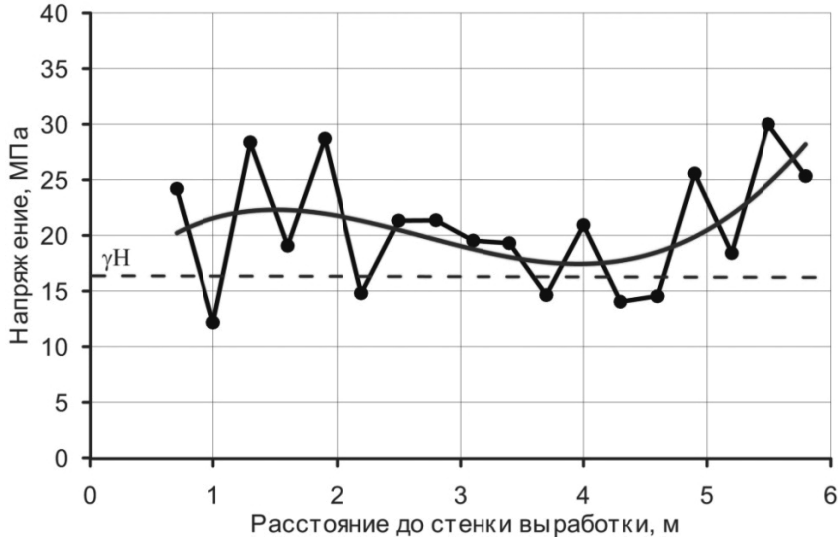
Рисунок 3 - Характерные графики изменения параметров АЭ и нагрузки от времени при испытании скважин в массиве: *а* - скальных пород; *б* - соляных пород

Осредненные результаты измерений вертикальных напряжений в целиках приведены на Рисунок 4. Установлено, что распределение вертикальных напряжений по сечению барьерного целика имеет скачкообразный характер (рисунок 4,а). Величина вертикальных напряжений колеблется в диапазоне от 15–20 до 30–35 МПа. Расстояние между локальными максимумами, а также между минимумами напряжений, составляет 1,0–1,5 м. Такой характер распределения напряжений свидетельствует о делении краевой части барьерного целика на отдельные блоки со стороной ребра 1,0–1,5 м. В данном случае, по-видимому, имеет место эффект зональной дезинтеграции горных пород под действием напряжений, близких к пределу прочности породного массива [7].

Скачкообразный характер изменения вертикальных напряжений наблюдается и в междукамерном целике, что также объясняется блочным строением массива. Размер

отдельностей, которые формируются в междукамерном целике несколько ниже, чем в барьерном целике и составляет 0,3–0,4 м (рисунок 4,б).

а)



б)

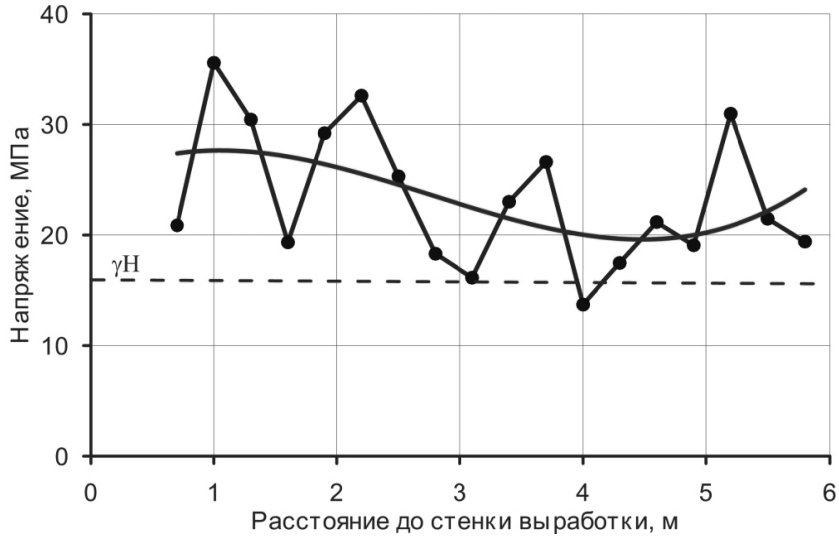


Рисунок 4 - Распределение средних вертикальных напряжений по сечению междукамерного (*а*) и барьерного (*б*) целиков

Анализ результатов экспериментальных исследований показал, что нагрузка от веса вышележащих пород приходится в основном на барьерный целик. Вместе с тем максимум вертикальных напряжений в барьерном целике предположительно расположен на глубине более 6 м. Об этом свидетельствует уровень и характер распределения напряжений в краевой части целика: ярко выраженная зона опорного давления отсутствует, а массив разбит на блоки.

Междукамерный целик выполняет свою функцию по поддержанию непосредственной кровли и, скорее всего, находится на допредельной стадии деформирования, т. к. находится вблизи нетронутого массива.

Литература

1 Макаров А.Б. Обратный расчет прочности массива руды по факту разрушения междукамерных целиков // Проблемы и пути инновационного развития горнодобывающей промышленности. Мат. 6-й межд. науч.-техн. конф. – Алматы, 2013.

2 Асанов В.А., Токсаров В.Н., Евсеев А.В., Бельтюков Н.Л. Опыт изучения акустоэмиссионных эффектов памяти в соляных породах с использованием скважинного гидродомкрата Гудмана // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М., МГГУ. – №10.

3 Асанов В.А., Токсаров В.Н., Бельтюков Н.Л. Скважинный метод контроля напряжений в соляном массиве // Научные исследования и инновации: Научный журнал, 2011. – Т. 5. – № 4. – С. 53-55.

4 Лавров А.В., Шкуратник В.Л., Филимонов Ю.Л. Акустоэмиссионный эффект памяти в горных породах. – М., МГГУ, 2004. – 456 с.

5 Manthei G. Characterization of Acoustic Emission Sources in a Rock Salt Specimen under Triaxial Compression // Bulletin of the Seismological Society of America, 2005. Vol. 95, No 5. P. 1674 –1700.

6 Mlakar V., Hassani F.P., Momayez M. Crack Development and Acoustic Emission in Potash Rock // Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr. Vol. 30, No 3. P. 305–319.

7 Опарин В.Н., Тапсиев А.П., Розенбаум М.А. и др. Зональная дезинтеграция горных пород и устойчивость подземных выработок // ИГД СО РАН. – Новосибирск, 2008.

References

1 Makarov A.B. Obratnyj raschet prochnosti massiva rudy po faktu razrushenija mezhdukamer-nyh celikov // Problemy i puti innovacionnogo razvitija gornodobyvajushhej promyshlen-nosti. Mat. 6-j mezhd. nauch.-tehn. konf. – Almaty, 2013.

2 Asanov V.A., Toksarov V.N., Evseev A.V., Bel'tjukov N.L. Opyt izuchenija akustojemissi-onnyh jeffektov pamjati v soljanyh porodah s ispol'zovaniem skvazhinnogo gidrodomkrata Gudmana // Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten'. – M., MGGU. – №10.

3 Asanov V.A., Toksarov V.N., Bel'tjukov N.L. Skvazhinnyj metod kontrolja naprjazhenij v soljanom massive // Nauchnye issledovanija i innovacii: Nauchnyj zhurnal, 2011. – T. 5. – № 4. – S. 53-55.

4 Lavrov A.V., Shkuratnik V.L., Filimonov Ju.L. Akustojemissionnyj jeffekt pamjati v gornyh porodah. – M., MGGU, 2004. – 456 s.

5 Manthei G. Characterization of Acoustic Emission Sources in a Rock Salt Specimen under Triaxial Compression // Bulletin of the Seismological Society of America, 2005. Vol. 95, No 5. P. 1674 –1700.

6 Mlakar V., Hassani F.P., Momayez M. Crack Development and Acoustic Emission in Potash Rock // Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr. Vol. 30, No 3. P. 305–319.

7 Oparin V.N., Tapsiev A.P., Rozenbaum M.A. i dr. Zonal'naja dezintegracija gornyh porod i ustojchivost' podzemnyh vyrabotok // IGD SO RAN. – Novosibirsk, 2008.

ӘОЖ 622.831

Резюме

Токсаров В.Н[1], Шамганова Л.С.[2], Асанов В.А. [1], Бельтюков Н.Л. [1], Ударцев А.А. [1]
([1]КИ ОБ РҒА, Пермь қ., Ресей; ПҰЗПУ, Пермь қ., Ресей;
[2] Д.А. Қонаев атындағы Тау-кен институты, Алматы қ., Қазақстан)

ЖОМАРТ КЕНІШІНДЕГІ КЕНТІРЕКТЕРДІҢ КЕРНЕУЛІ ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУ

Мақалада Жомарт кенішіндегі жезді құмтас целиктарындағы қысымның анықтама көрсеткіші көрсетілген. Массивтағы тау жыныстарының қысымды бақылау ұңғыма жанындағы кеңістік породалардың жадындағы акустоэмисиялық әсерді қолдану арқылы жүзеге асырылды. Тәжірибе жүргізу барысында, бөлісу сатылас қауырттылық қимасы, кедергі ретінде, сонымен қатар қапасаралық целик секірмелік сипаты бар, құрылыс блок түрінің уағдалысы белгіленген.

Түйінді сөздер: тау диапазоны, кернеу, жерасты қазбалары, деформация, сызат, төзімділік сипаттамалары, акустоэмиссиялық жады.

UDC 622.831

Summary

Toksarov V.N.[1], Shamganova L.S.[2], Asanov V.A.[1], Beltiukov N.L.[1], Udartsev A.A.[1]
([1]GI UB RAS, Perm, Russia; PNIPU, Perm, Russia;
[2]Mining Institute named after D.A. Kunaev, Almaty, Kazakhstan)

ESTIMATION STRESS STATE OF PILLAR ON ZHOMART MINE

The results of determination of the in situ stresses in copper sandstone pillars at the Zhomart mine are presented in the article. The measurements were performed using the Kaiser effect under loading of rocks by 76-mm borehole jack. Experiments have shown that the distribution of vertical stress on the cross-section of barrier and interchamber pillars is spasmodic character, due to the block structure of rocks.

Keywords: mountain range, voltage, underground workings, deformation, cracking, strength properties, akustoemissionny memory.

УДК 622.831

Шамганова Л.С., Тулебаев К.К., Баитов Ж.К., Съедина С.А., Алтаева А.А.
(ИГД им. Д. А. Кунаева, г. Алматы, Казахстан)

ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОТРАБОТКИ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

Аннотация

В данной статье рассмотрен вопрос расчета устойчивости бортов карьера для золоторудных месторождений Казахстана с применением программного обеспечения, даны примеры рассчетов устойчивости бортов Васильковского месторождения.

Ключевые слова: *геомеханика, устойчивость, борт карьера, золоторудное месторождени.*

Түйінді сөздер: *геомеханика, тұрақтылық, карьер борты, алтын кенорны.*

Keywords: *geomechanics, stability, pit edge, gold mine deposits.*

Казахстан располагает богатыми природными ресурсами и является одним из лидеров по запасам золота. По объему добычи золота в мире за 2013 год Казахстан занимает 17 место. В настоящее время заметно возрос уровень добычи золота в Казахстане. Золоторудные и золотосодержащие месторождения Казахстана локализованы в 16 горнорудных районах. На сегодняшний день выявлено более 2 тысяч золотоносных объектов, включая месторождения различной крупности, рудопроявления и точки минерализации. Сегодня практически все казахстанское золото добывается из коренных месторождений, в то время как на россыпи остается менее 1%.Больше половины ресурсов золота приходится на десять крупнейших месторождений, включая Васильковское, Бакырчик, Аксу, Суздальское и Варваринское, расположенных в восточном и северном Казахстане.

Одним из актуальных вопросов при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом является вопрос устойчивости бортов карьера. Потому что с устойчивостью бортов связаны вопросы технологии разработки месторождения, предельная глубина карьера, его производительность и безопасность горных работ. С этой целью нами проведены исследования на золоторудных месторождениях Казахстана. Для построения и решения различных горнотехнических и геомеханических задач на крупных золоторудных предприятиях рационально применять современные информационные технологии.

По результатам этих исследований была разработана программа расчета устойчивости бортов карьера USTO-4(Au) для золоторудных месторождений. К этой программе разработана методика и алгоритм.

В основу методики программного обеспечения по расчету устойчивости бортов карьера заложен поиск минимумов коэффициентов запаса устойчивости (КЗУ) и следующие основные положения:

– расчет устойчивости откосов производится по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения в плоскости XY;

– учет неоднородности породы, разделенной на слои с разными физико-механическими характеристиками грунтов, а также водонасыщенности по положению линии депрессии;

– учет веса грунта расчетного отсека, фильтрационного давления воды, порового давления – в случае неконсолидированных грунтов; сейсмического воздействия, внешнего давления на отдельные участки верхового откоса.

Для расчетного отсека («отсека обрушения») производится расчет Коэффициента запаса устойчивости (КЗУ) [1] одним из двух методов: методом моментов или методом горизонтальных сил и одним из трех способов учета действующих сил: способом К. Терцаги [2], способом весового давления [3] и способом бокового давления [4].

Каждый из этих методов и способов содержит определенные допущения и ограничения и требует взаимного контроля и последующего анализа.

Поиск расчетного отсека с минимальным КЗУ производится в два этапа:

1) рассчитываются КЗУ 10-ти отсеков в каждой из восьми зон участков, опирающихся на заданные точки бровки гребня и подошвы откоса (рисунки 1-2);

2) От каждого расчетного отсека (при расширенном поиске) или от отсека с минимальным КЗУ в каждой зоне (обычный поиск) производится поиск отсека с локальным минимумом КЗУ по методу конфигураций [5].

Апробация разработанной программы «USTO-Au» проведена на примере Васильковского месторождения.

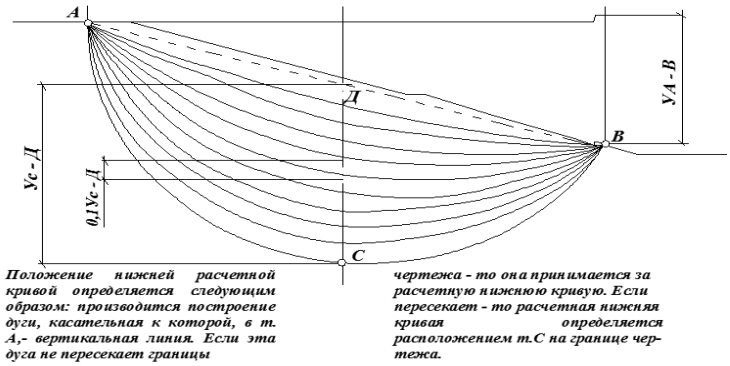


Рисунок 1 - Расчетные отсеки в одной из зон

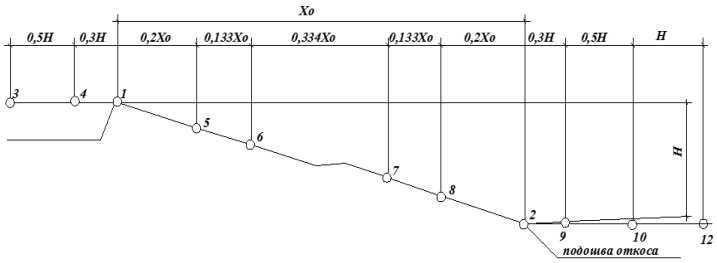


Рисунок 2 - Зоны участков

Расчетный отсек разбивается вертикальными линиями на «столбики» достаточно малой ширины (в один метр или менее), и все суммы (∑) в нижеследующих формулах означают суммирование значений по всем столбикам разбиения (Рисунок3).

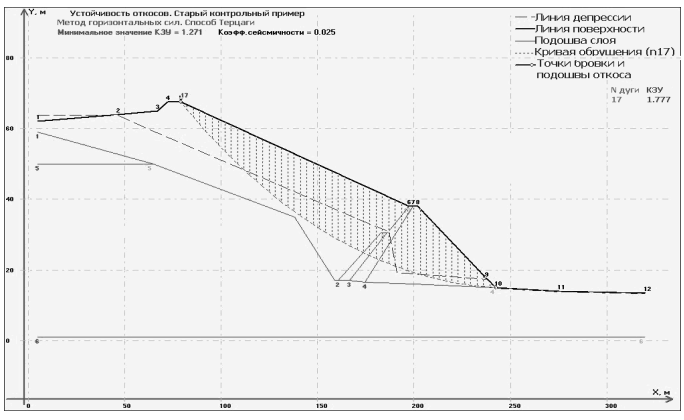


Рисунок 3 - Один расчетный отсек («отсек обрушения»)

По разрезам А-А и 4-4 Васильковского месторождения (рисунок 4) определены данные расположения бортов карьера для расчета устойчивости бортов (координаты оси по Х и У, высота уступов, ширина берм и т.д.).

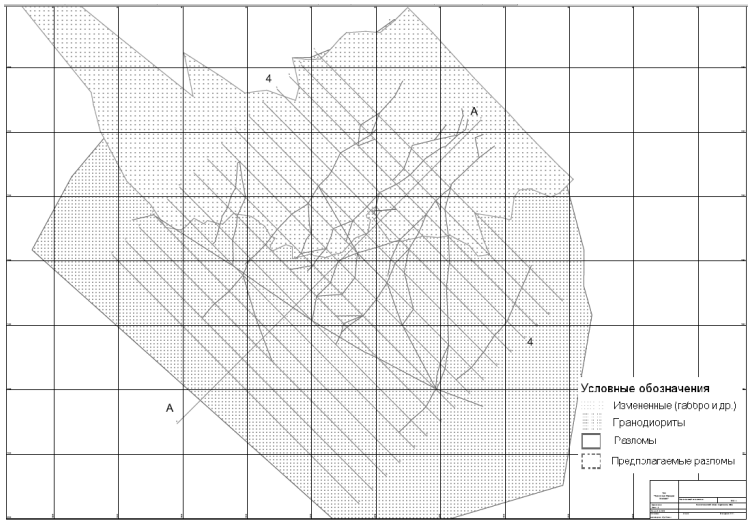


Рисунок 4 - Расположение разрезов А-А и 4-4 по Васильковскому месторождению

Расчеты устойчивости бортов карьера производились в двух вариантах: первый из них для крепких пород (габро- и гранодиориты), второй с учетом разломов, представленных слабой породой (флюорит) с получением графической модели (рисунок 5).

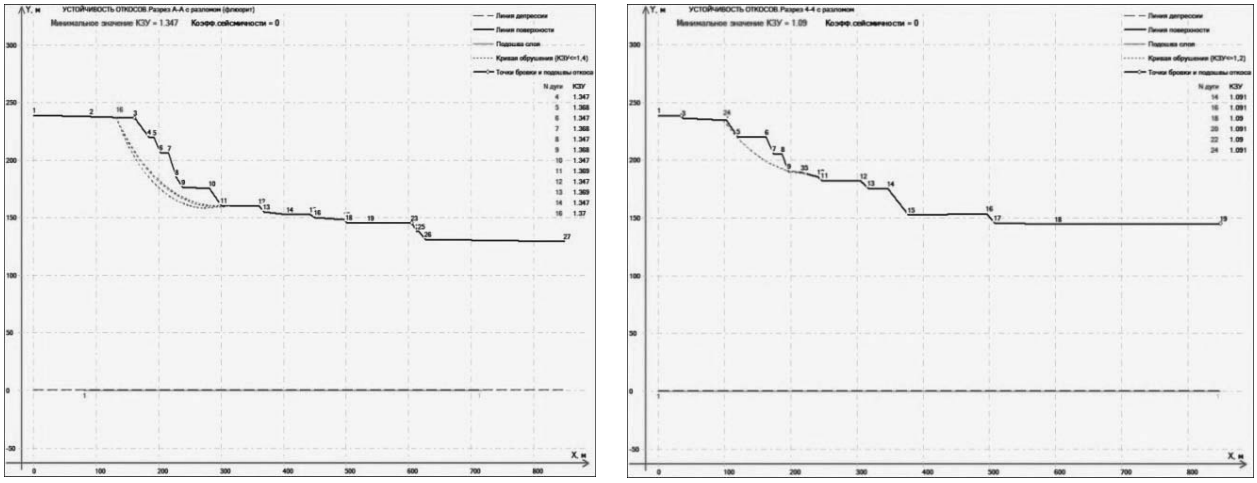


Рисунок 5 - Графическая модель результатов программы по расчету устойчивости борта карьера Васильковского месторождения по разрезам А-А и 4 - 4 с учетом разлома

При расчете КЗУ для одного и того же борта карьера важную роль играют породы, слагающие разрез этого борта. По данным, представленным на рисунке 8 видно, как изменяется коэффициент запаса устойчивости при расчете для разных пород. На разрезе А-А без учета разломов наименьший КЗУ составляет 7,19, это говорит о том, что борт карьера устойчив. Но если ввести в расчеты, данные по разломам, то КЗУ резко снижается и колеблется в пределах от 1,15 до 1,3, что характеризует о том, что борт карьера слабоустойчив.

Такую же ситуацию можно заметить и для разреза 4-4. При учете разлома, сложенного слабой породой (флюоритом),наименьший КЗУ резко снижается до значения 1,09, что означает неустойчивое состояние борта карьера.

Если принять во внимание сейсмическое действие взрывов проводимых на карьере, то можно прогнозировать, что некоторые участки борта карьера Васильковского месторождения могут потерять устойчивость и обрушится.

Анализ полученных результатов данных по расчету устойчивости бортов карьера Васильковского месторождения по программе «USTO-Au» показывает, как значительно снижается коэффициент запаса устойчивости при наличии слабой породы (Васильковский карьер), что необходимо учесть при проведении взрывных работ на границе разломов, которые заполнены слабой породой (флюорит), на таких участках проводить сейсмосберегающую технологию БВР.

ӘОЖ 622.831

Резюме

Шамғанова Л.С., Толебаев Қ.К., Баитов Ж.К., Съедина С.А., Алтаева А.А.
(Д.А. Қонаев атындағы Тау-кен институты, Алматы қ., Қазақстан)

АЛТЫН КЕНОРЫНДАРЫН АШЫҚ ӘДІСПЕН ИГЕРУ КЕЗЕНДЕГІ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ДӘЛЕЛДЕМЕСІ

Бұл мақалада Қазақстан Республикасының алтын кенорындарына арналған карьер борттарының тұрақтылығын бағдарламалық жасақтама көмегімен есептеу және Васильковск кенорнындағы борт тұрақтылығының есептелуі берілген.

Түйінді сөздер: геомеханика, тұрақтылық, карьер борты, алтын кенорны

UDC 622.831

Summary

Shamganova L.S., Tulebaev K.K., Baitov Zh.K., Sedin S.A., Altaeva A.A.
(Mining Institute named after D.A. Kunaev, Almaty, Kazakhstan)

GEOMECHANICAL SUBSTANTIATION OF WORKING-OFF GOLD DEPOSIT BY OPEN PIT

In this article are reviewed the question of calculating the stability of pit edges for gold deposits in Kazakhstan with software application, are examples the calculations of edges stability of Vasilkovsky field..

Keywords: geomechanics, stability, pit edge, gold mine deposits

УДК 622.273

Шамганова Л.С.[1], Тулебаев К.К.[1], Магзумов Т.М.[2], Волков А.П.[1], Битимбаев М.Ж.[2], Майстровский М.А.[1], Джапаев С.К.[1]
([1]Институт горного дела им. Д.А. Кунаева,
[2]Корпорация «Казахмыс» г. Алматы)

ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОТРАБОТКИ ПОЛОГИХ РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖАМАН-АЙБАТ

Аннотация

В данной работе рассмотрен вариант камерно-столбовой системы разработки с многостадийной выемкой руды из открытого выработанного пространства и полевых выработок для отработки пологих рудных залежей средней мощности 4 – 12 м.

Ключевые слова: *геомеханика, полезные ископаемые, мощность залежи, целик.*
Түйінді сөздер: *геомеханика, пайдалы қазбалар, кен қалыңдығы, кентірек.*
Keywords: *geomechanic, minerals, power of deposit, pillar.*

Горно-геологические условия месторождения Жаман-Айбат характеризуются большим разбросом значений прочностных и деформационных параметров горных пород, обусловленных изменчивостью петрографического состава, средней плотности, пористости и условий залегания. Месторождение относится к медно-полиметаллическому типу медистых песчаников. Глубина залегания рудных тел колеблется в пределах 380 – 910 м, а их мощность изменяется от 0,5 до 17,8 м. Залегание рудных тел, в основном, пологое и контролируется напластованием вмещающих пород. Часть рудных тел во флексурной зоне Северного участка падает под углами 20 – 45°.

По геолого-структурному строению, структурным и текстурным особенностям, химико-технологическому составу руд и вмещающих пород месторождение Жаман-Айбат является аналогом Жезказганского. Поэтому, добыча руды на руднике Жомарт начата в 2006 г. в панелях 1,2,3 камерно-столбовой системой со столбчатыми междукамерными целиками (МКЦ) с параметрами, аналогичными жезказганским.

Однако, после оформления первых трех рядов МКЦ в панелях 1,2 и одного ряда в панели 3 началось интенсивное разрушение МКЦ. Стало ясно, что принятые параметры системы разработки по аналогии с рудниками Жезказгана не соответствуют горно-геологическим и геомеханическим условиям рудника Жомарт: прочность массива руды оказалась почти в 2 раза ниже, чем в Жезказгане; строение толщи вмещающих пород и руды характеризуется гораздо более частым переслаиванием пород, включая существенно более слабые прослойки углистых пород.

В связи с этим ширина БЦ увеличена с 20 м до 55 м, по ширине панели количество камер снижено с 8 до 6, целиков – с 7 до 5, столбчатые МКЦ заменены ленточными с размерами (9 × 30) м (ширина × длина) в шахматном порядке. С такими параметрами отработаны панели 1,2,3,39сев,40,41. Состояние ленточных МКЦ и кровли удовлетворительное.

Постоянные наблюдения за состоянием целиков и кровли показали, что ввиду сложности горно-геологических условий месторождения (частая слоистость, трещины напластования без заполнения связующим материалом, большая глубина разработки, превышение горизонтальных тектонических напряжений над вертикальными от веса пород налегающей толщи и др.) проектные параметры в начальный период не обеспечивали необходимой устойчивости и были существенно увеличены, что привело к тому, что больше половины запасов сосредоточилось в барьерных (БЦ) и междукамерных целиках (МКЦ). В процессе опытно-промышленных работ и геомеханических наблюдений за состоянием

целиков и кровли постепенно были откорректированы технологические параметры отработки по пролетам панелей, камер, сетке расположения целиков, их форме и по креплению кровли.

Однако из-за больших потерь руды в целиках (более 50%) позднее была сделана еще одна корректировка параметров системы: шаг БЦ уменьшен до 130 м, пролет панели в свету снижен до 90 м, ширина БЦ уменьшена до 40 м, по ширине панели оставлено 5 камер и 4 МКЦ, МКЦ заменены столбчатыми по сетке – 18 × 18 м с диаметром и шириной камер – 9 м. При таких параметрах системы разработки состояние столбчатых МКЦ удовлетворительное, наблюдаются признаки локальных разрушений в отдельных целиках и обрушения кровли [1-2].

Принципиальная схема панельно-столбовой системы разработки для условий месторождения Жаман-Айбат приведена на рисунке 1, где видно, что отработку БЦ и МКЦ предлагается вести одновременно с поэтапной их прорезкой и оставлением в выработанном пространстве сигнальных целиков с последующим их самопроизвольным обрушением [1].

Однако, одновременная отработка БЦ с МКЦ (поэтапно прорезками) может привести к изменению напряженно-деформированного состояния несущей конструкции целик-кровля за счет изменения давления на барьерный целик и как следствие будут пригружаться МКЦ с последующим их разрушением и обрушением кровли, что в свою очередь может привести к самопроизвольному внезапному обрушению кровли при достижении шага обрушения (для пород Жомарта 40-50 м) с возникновением воздушной волны.

Кроме того, необходимо учесть, что пролет выработанного пространства при отработке БЦ увеличивается вдвое, при этом давление на МКЦ смежной от отрабатываемой панели (МКЦ) увеличивается до полного веса пород налегающей толщи. МКЦ же рассчитаны на давление свода пород с коэффициентом 0,6-0,7 (от полного веса пород налегающей толщи). Поэтому разрушение МКЦ будет внезапным и на большой площади с возникновением сильной воздушной волны.

В данной работе рассмотрим вариант камерно-столбовой системы разработки с многостадийной выемкой руды из открытого выработанного пространства и полевых выработок для отработки пологих рудных залежей средней мощности 4 – 12 м.

Основная идея состоит в том, чтобы отработка МКЦ и БЦ велась раздельно и строго последовательно друг за другом, а первоначальная ширина камер составляла 7 м. Это обусловлено тем, что принятая на руднике Жомарт-1 ширина камер, равная 9 м, является предельной с точки зрения устойчивости кровли. То есть увеличение пролета камер свыше 9 м повлечет за собой повышение напряженно-деформированного состояния налегающей толщи пород, что приведет к более интенсивному отслоению пород кровли в процессе доработки МКЦ из открытого выработанного пространства, так как в результате уменьшения МКЦ до размеров сигнального целика произойдет увеличение пролета камер до 13 – 14 м. Если ширина камер при доработке МКЦ будет составлять 7 м, то величина пролета между уменьшенными и целыми соседними МКЦ будет равняться 9 – 10 м, что позволит обеспечить более безопасное ведение очистных работ в панели, как на стадии выемки камерных запасов, так и на стадии доработки запасов в МКЦ. При этом для планомерного (управляемого) погашения выработанного пространства потребуется осуществить принудительное обрушение налегающей толщи пород.

Сущность предлагаемого варианта камерно-столбовой системы разработки с многостадийной выемкой руды из открытого выработанного пространства и полевых выработок заключается в следующем.

Отрабатываемую пологую пластообразную залежь разбивают на панели, которые ограничиваются контуром залежи (рисунок 2 а, б, в). За контуром залежи в торцовых частях панелей проходят сборный вентиляционный штрек 1, с одной стороны панели и вентиляционно-транспортный штрек 2, с другой стороны. Между сборным вентиляционным штреком 1 и вентиляционно-транспортным штреком 2 вдоль осей барьерных целиков проходят вентиляционные штреки 3, 4, из которых по мере отработки панели проходят заезды 5 сбиваемые с выработанным пространством. В торцовой части панели проходят заезды 6 соединяющие выработанное пространство панели с вентиляционно-транспортным штреком 2.

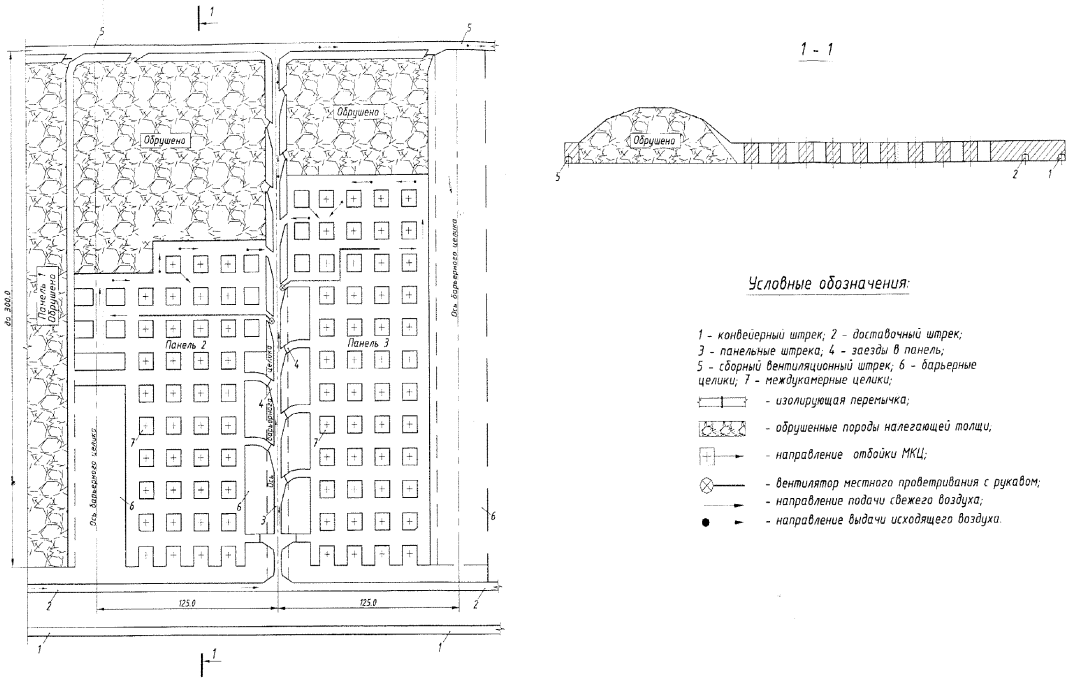


Рисунок 1 – Принципиальная схема выемки целиков и погашения пустот из открытого выработанного пространства

После завершения указанных подготовительных работ приступают к очистным работам. На рисунке 2 а показана стадия выемки камерных запасов.

Для повышения интенсивности очистной выемки используют многозабойную схему отработки камерных запасов на всю ширину панели с диагональным расположением линии забоев. При этом с целью эффективного проветривания свежую струю воздуха направляют вдоль линии забоев путем перекрытия участков вентиляционных штреков 3, 4 регулируемыми перемычками 7 и перекрытия заездов 5 глухими разборными перемычками 8. В результате такой схемы свежая струя воздуха поступающая из вентиляционного штрека 3 через заезд в выработанное пространство панели далее проходит вдоль линии забоев до открытого заезда сбитого с вентиляционным штреком 4, по которому загрязненная струя воздуха проходит до сборного вентиляционного штрека 1. Через заезды 6 свежая струя воздуха поступает в выработанное пространство с торца панели, проветривая трассы движения автотранспорта, проложенные вдоль выемочных камер. Отбитую в забоях руду забирают при помощи автосамосвалов, которые заезжают в панель со стороны вентиляционного штрека 3 по пути движения свежего воздуха. После загрузки автосамосвалов при помощи погрузочно-доставочных машин они выезжают из панели навстречу свежей струе воздуха, поступающей из заездов 6. Далее отбитая руда по вентиляционно-транспортному штреку 2 доставляется до капитального рудоспуска.

При этом одновременно в одной части забоев осуществляется отгрузка отбитой руды, а в другой части производят буровые работы.

После выемки камерных запасов в панели приступают к частичной отработке МКЦ из открытого выработанного пространства с принудительной посадкой пород кровли (рисунок 2 б).

В начальной стадии в торцовой части панели на всю её ширину между массивом и первым рядом МКЦ оформляют отрезную щель, путем бурения и взрывания зарядов ВВ в скважинах, пробуренных в кровлю панели. При этом частичную отработку МКЦ ведут в обратном направлении по сравнению с выемкой камерных запасов. Бурение шпуров МКЦ производят из камер, ориентированных вдоль барьерного целика. Причём обуривается часть МКЦ, находящаяся вблизи со следующим рядом МКЦ, а дальняя (не обуренная) часть МКЦ со стороны отрезной щели составляет временный (сигнальный) целик. Причём МКЦ

заранее разбуривают с опережением на 2 – 3 ряда. Также заранее бурят скважины в прикровельной части временного (сигнального) целика и в кровлю камеры. Параметры БВР по принудительному обрушению налегающих пород кровли будут представлены в промежуточном отчете после завершения II-го этапа работ.

После завершения и взрывания зарядов ВВ в шпурах производится оборка кровли и отгрузка отбитой руды из МКЦ с помощью того же комплекса оборудования, которое использовалось на стадии выемки камерных запасов. Причем отгрузка осуществляется в максимально короткое время с резервом доставочных машин и без допущения простоя погрузочной машины. При этом для обеспечения безопасного ведения погрузочных работ временный (сигнальный) целик должен иметь достаточный запас прочности на период отгрузки руды до момента его отрезки от кровли и обрушения налегающих пород. Размеры временного (сигнального) целика составляют 7× 5 м.

Для проветривания забоя свежая струя воздуха подается по заперемыченному участку вентиляционного штрека 3 через заезд 5 вдоль линии отрабатываемых МКЦ и далее загрязненная струя по вентиляционному штреку 4 выдается на сборный вентиляционный штрек 1. Погрузка и доставка отбитой руды до капитального рудоспуска осуществляется также как при отработке камерных запасов (рисунок 2 а).

После отгрузки отбитой из МКЦ руды сразу же приступают к заряжанию заранее пробуренных скважин в прикровельной части МКЦ и в самой кровле. Причем пролет между временным (сигнальным) целиком и следующим за ним в ряду целым МКЦ будет оставаться неизменным, то есть равным 7 м, что, на наш взгляд, будет способствовать большей безопасности при проведении по заряжанию скважин из относительно защемленного выработанного пространства. После частичной отработке МКЦ и погашения выработанного пространства панели приступают к отработке барьерного целика (рисунок 2 в). Подготовительные работы заключаются в проходке в подстилающих породах сборного вентиляционного штрека 9 и вентиляционно-транспортного штрека 10, между которыми вдоль оси БЦ проходят доставочный штрек 11.

Отработку запасов руды из БЦ начинают с прорезки его камерами вдоль и поперек оси, разбивая таким образом БЦ на отдельные междукамерные целики. Ширину продольных и поперечных камер принимают равной 7 м. Проветривание выработанного пространства в камерах при прорезке БЦ осуществляют при помощи вентиляторов местного проветривания, путем забора свежего воздуха из вентиляционно-транспортного штрека 2.

Одновременно с прорезкой БЦ в подстилающих породах из доставочного штрека 11 под МКЦ проходят буро-погрузочные заезды 12 под углом 45 – 55 % относительно его оси. Причем прорезку БЦ осуществляют с некоторым опережением относительно выемки запасов руды в МКЦ через полевые выработки.

Из буро-погрузочных заездов 12 бурят веера скважин 13 в МКЦ с перебуром в налегающую над ними толщу пород на 2 – 2,5 м. Затем заряжают концы скважин зарядами ВВ и путем их последовательного взрывания отрезают МКЦ от кровли, вызывая обрушение пород. Параметры БВР и технология отрезки МКЦ от кровли будут представлены в промежуточном отчете после выполнения II-го этапа работ.

Обрушив налегающую толщу пород над МКЦ, производят их отбойку в зажиме обрушенных пород, путем взрывания зарядов ВВ в веерных комплектах скважин 13 пробуренных ранее (рисунок 2 г). Отбитую руду выпускают с торца погрузочных заездов и с помощью погрузочных машин с загребающими лапами типа ПНБ отгружают в автосамосвалы и далее доставляют её до капитального рудоспуска. При этом свежая струя воздуха подается по вентиляционно-транспортному штреку 10 и доставочному штреку 14 навстречу движения автотранспорта. Загрязненная струя воздуха поступает в сборный вентиляционный штрек 9 и по нему выдается к вентиляционному стволу.

Таким образом, чередуя выемку руды из открытого выработанного пространства при опережающем порядке отработки БЦ камерами и выемку МКЦ из под обрушенных пород

через полевые выработки производят отработку запасов руды в БЦ и полное погашение выработанного пространства панели.

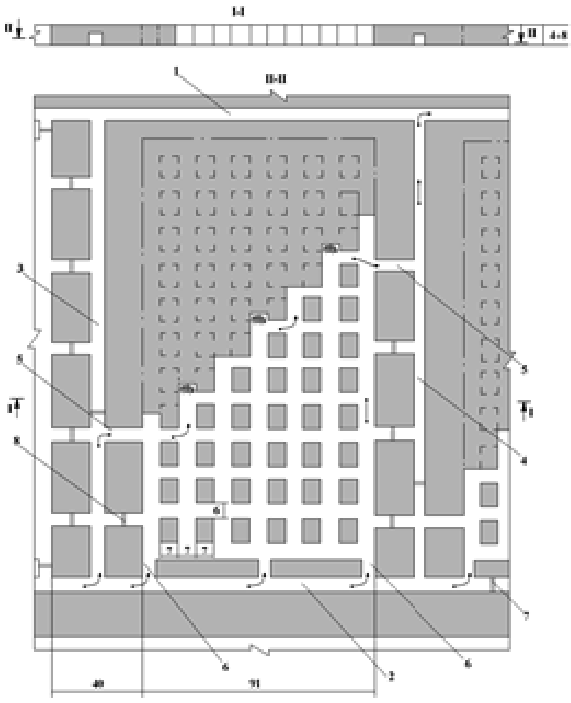


Рисунок 2 а – Стадия выемки камерных запасов

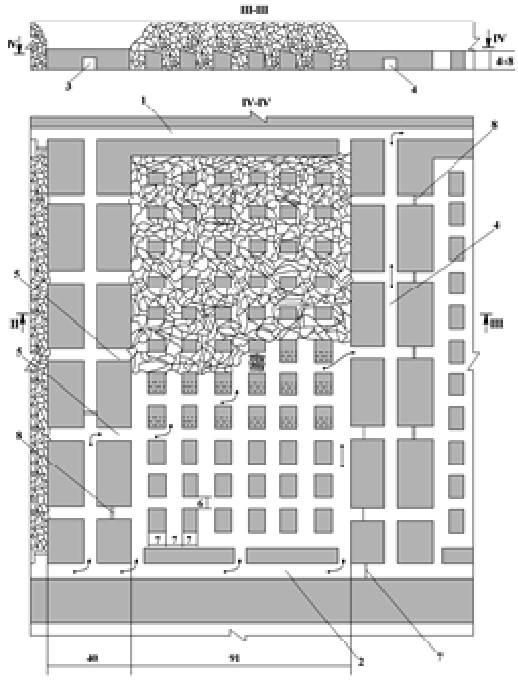


Рисунок 2 б – Стадия частичной отработки МКЦ из открытого выработанного пространства с принудительным обрушением кровли

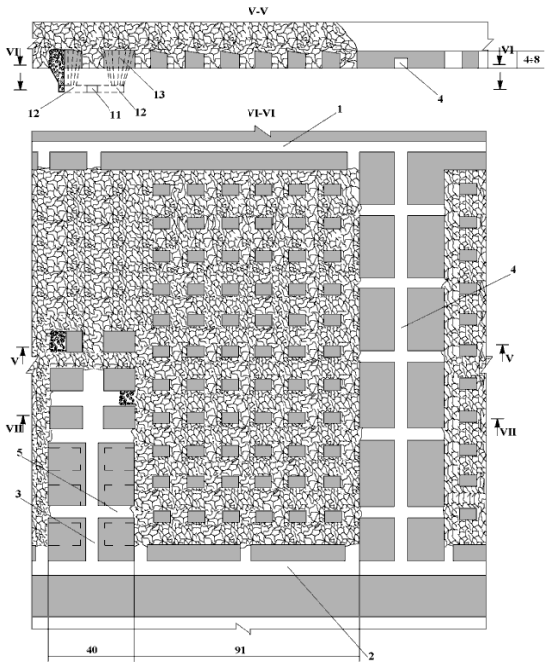


Рисунок 2 в – Стадия отработки барьерного целика

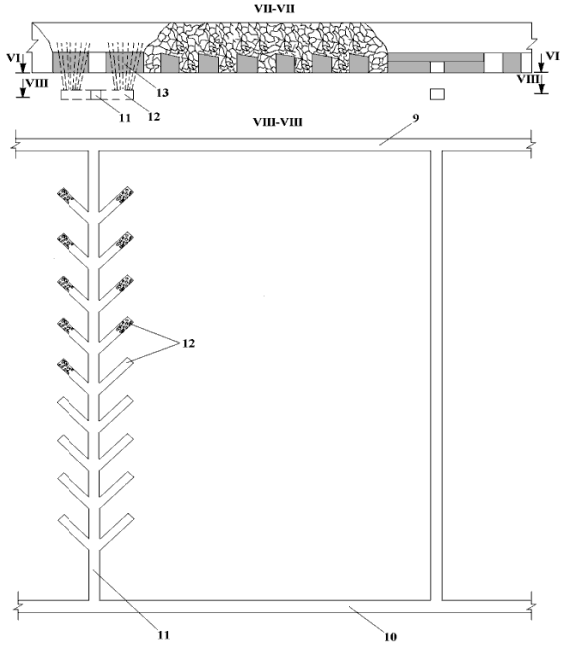


Рисунок 2 г – План полевой подготовки выемки руды из БЦ

В зависимости от технологических особенностей предлагаемых вариантов систем разработки для отработки пологих рудных тел различной мощности, расчет параметров

необходимо производить исходя из условия надежного сопротивления статическим и динамическим напряжением, возникающим в МКЦ от горного давления с учетом влияния их структурного строения и буровзрывных работ [3].

В зависимости от горнотехнических и горно-геологических условии разработки при расчете нагрузок на МКЦ коэффициент нагрузки $k_н$ определяется по формуле:

$$k_н = 0.8 - 0.11H/L \qquad (1)$$

В таблице 2 приведены коэффициенты нагрузки на МКЦ для глубин *700, 800 и 900 м* при ширине панели $L = 131,\ 133$ *м*

Таблица 2 - Значение коэффициента нагрузки $k_н$ на МКЦ

Наименование показателей	Глубина разработки, м		
	700	800	900
L=131 м: L/H $k_н$	0,187 0,213	0,163 0,129	0,145 0,045
L=133 м: L/H $k_н$	0,19 0,222	0,166 0,139	0,147 0,056
L=136 м: L/H $k_н$	0,194 0,234	0,17 0,153	0,151 0,073

Указанные в таблице 2 величины коэффициента нагрузки обеспечивается при соблюдении условия $A/h \geq 1{,}4 - 1{,}5$.

Однако, согласно выводам приведенной в работе [3], при соотношении $L/H < 0{,}17$ коэффициенты нагрузки принимается равным 0,2 для вмещающих пород из серого песчаника и 0,6 - для красноцветов. Нагрузка на БЦ должна рассчитываться, исходя из давления на него полного веса столба пород, при $k_н^{'} = 1$.

Выбор сетки расположения МКЦ в пределах панели обуславливается принятой к проектированию технологической схемой и формой поперечного сечения целика. При отработке пологопадающих залежей на глубинах свыше 700 м и в сложных горно-геологических условиях резко сокращаются пролеты очистных камер (ширина камер в свету). Поэтому для предлагаемых систем отработки рекомендуется регулярно-переменная сетка междукамерных целиков квадратной и прямоугольной сеткой $\left(a + l_{уст}\right)^2$ и $\left(a + l_{уст}\right)\left(b + b_{тех)}\right)$, где a и b ширина и длина прямоугольного целика, $l_{уст}$ -устойчивый пролет, равный *7 м;* $b_{тех} \geq 6$ *м* - просечка между МКЦ

Коэффициент запаса прочности целиков в расчетах принимать в соответствии с работой [4] для МКЦ - $n_{МКЦ} = 2$ и для БЦ.- $n_{БЦ} = 3$.

Для столбчатых целиков круглого и квадратного поперечного сечения $k_ф = d/h$, $k_ф = a/h$ соответственно, для ленточных целиков $k_ф = 1.15 - 0.15h/a$ [4-5], где d -диаметр целика; a - ширина целика; h – высота целика.

При расчете МКЦ рекомендуется принимать $k_{тр} = 0.63$ - для трещиноватого серого песчаника и $k_{тр} = 0.4$ -для сильно трещиноватых руд. Для барьерных целиков для

соотношения размеров $A/h \geq 1.5$, которое обеспечивает необходимый эффект разгрузки принимать $k_{тр} = 0.65$

$k_{пр}$ -определяется следующим выражением: $k_{пр} = 1-(1-\eta)\sqrt{2\varphi}$, при количестве прослоев в целике более одного. Здесь $\eta = \sigma_{пр}/\sigma_{л}$ - соотношение прочностей прослоя и основной породы целика: $\varphi = \dfrac{\sum h_{пр}}{h}$ - соотношение суммарной мощности прослоев к высоте целика [6].

При изменении $\varphi = 0.005 - 0.4$ для кальцита принимать $k_{пр} = 0.85$, соответственно для алевролита и красного песчаника при $\varphi = 0.005 - 0.1$ принимать $k_{пр} = 0.8$ и 0.86.

$k_{бвр} = 1-\eta_1$, где $\eta_1 = S_н/S$ и $S_н$ - часть площади целика, нарушенная буровзрывными работами, величина который зависит от способа отбойки руды (шпуровой или скважинной) и одно или двухслойной выемки руды в очистной камере. При шпуровом способе отбойки и двухслойной выемке руды в очистной камере $k_{бвр} = 0.77-0.81$, при скважинной отбойке $k_{бвр} = 0.69-0.73$. В расчетах принимать: при шпуровой отбойке $k_{бвр} = 0.8$, при скважинной $k_{бвр} = 0.7$

При наличии почве и кровле серого песчаника $k_к = 1$, присутствие на одной из контактных поверхностей МКЦ с вмещающими породами красноцветов $k_к = 0.7$.

Таким образом, при заданных постоянных величинах ширины камеры и МКЦ, равных 7,0 м, оптимальная ширина выработанного пространства между БЦ будет составлять 91 м и включает 6 рядов МКЦ прямоугольной формы.

С учетом существующих (апробированных) размеров БЦ на руднике «Жомарт-1», равных 40 м, ширина панели будет составлять 131 м.

Поверочные расчеты показали, что в зависимости от мощности залежи в интервале от 2,6 м до 12,0 м, при глубине разработки Н = 700 м, ширина БЦ изменяется от 22,36 м до 38,74 м, при Н= 800 м – от 23,91 м до 41,41 м и при Н= 900 м – от 25,36 м до 43,95 м.

Поскольку в пределах почти каждой панели отрабатываемой камерно-столбовой системой на руднике «Жомарт-2» мощность залежи не является постоянной величиной и изменяется в указанных пределах (2,6 ÷ 12,0 м), то за основу следует принять размеры БЦ при максимальной мощности, равной 12,0 м. То тесть для глубины разработки Н = 700 ÷ 800 м ширина БЦ будет составлять 40 м, а для глубины Н = 800 ÷ 900 м ширина БЦ будет равняться 44,0 м с учетом их прорезки продольными вентиляционно-доставочными штреками. При этом увеличение размеров БЦ на сечение проводимых в них штреков, как это принято на руднике «Жомарт-1», не потребуется, так как они рассчитаны на максимальную мощность залежи с коэффициентом запаса прочности n > 3. Более того, в предлагаемых вариантах камерно-столбовой системы разработки для рудника «Жомарт-2» ширина камер составляет 7,0 м, что в 1,3 раза меньше по сравнению с рудником «Жомарт-1». Таким образом, существенное уменьшение пролетов между МКЦ уже само по себе позволит повысить устойчивость кровли выемочных камер и обеспечить более безопасное ведение очистных работ в панели.

При расчете прорезки барьерного целика для варианта камерно-столбовой системы разработки с навсегда покидаемыми целиками $k_н$ – коэффициент нагрузки принят равным 0,7; коэффициент запаса прочности МКЦ $n_{МКЦ} = 2.0$.

При варианте камерно-столбовой системы разработки с многостадийной выемкой руды из открытого выработанного пространства и полевых выработок (рисунок 2) барьерный целик прорезается одной продольной и несколькими поперечными камерами и образуются МКЦ примерно равной площади.

Размеры продольных и поперечных прорезок должны обеспечивать безопасную дальнейшую отработку сформированных МКЦ с коэффициентом запаса прочности не ниже 2,0.

Расчеты, проведенные с целью установления возможности прорезки БЦ до размеров столбчатых целиков прямоугольного сечения, при камерно-столбовой системе разработки с многостадийной выемкой руды из открытого выработанного пространства и полевых выработок (рисунок 2), показали, что при заданных размерах БЦ (ширина $L=40$ м, высота $h=7$ м) уменьшение площади БЦ исключается**,** так как ширина возможных поперечных прорезок составляет всего 2,47 м, при ширине продольных прорезок 5 м.

Таким образом, барьерный целик не может быть прорезан до размеров столбчатых целиков из открытого выработанного пространства. Запасы руды в БЦ могут безопасно отрабатываться только через полевые выработки при условии отрезки барьерного целика от кровли и распределении горного давления налегающих пород по всей площади отработанных и погашенных панелей.

Литература

1 Проект «Вскрытие, подготовка и отработка запасов I очереди месторождения Жаман-Айбат», 2008 г.

2 Отчет об опытно-промышленной отработке запасов панелей I очереди рудника Жомарт. Жезказган, 2007 г. Фонды ПО «Жезказганцветмет».

3 Временная инструкция по расчету целиков для пологопадающих залежей на глубинах более 400 м и наклонных залежей Джезказганского месторождения. Тип. «Корпорации Казахмыс». Алматы-Жезказган, 1998 г.

4 Методические указания по наблюдениям за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных месторождений. 2008 г.

5 Требования промышленной безопасности при ведении работ подземным способом. г. Астана, 2008 г.

6 Методические рекомендации по охране сооружений от вредного влияния подземных разработок на рудниках ПО «Жезказганцветмет». 2011 г.

References

1 Proekt «Vskrytie, podgotovka i otrabotka zapasov I ocheredi mestorozhdenija Zhaman-Ajbat», 2008 g.

2 Otchet ob opytno-promyshlennoj otrabotke zapasov panelej I ocheredi rudnika Zho-mart. Zhezkazgan, 2007 g. Fondy PO «Zhezkazgancvetmet».

3 Vremennaja instrukcija po raschetu celikov dlja pologopadajushhih zalezhej na glubinah bolee 400 m i naklonnyh zalezhej Dzhezkazganskogo mestorozhdenija. Tip. «Korporacii Kazahmys». Almaty-Zhezkazgan, 1998 g.

4 Metodicheskie ukazanija po nabljudenijam za sdvizheniem gornyh porod i zemnoj poverhnosti pri podzemnoj razrabotke rudnyh mestorozhdenij. 2008 g.

5 Trebovanija promyshlennoj bezopasnosti pri vedenii rabot podzemnym sposobom. g. Astana, 2008 g.

6 Metodicheskie rekomendacii po ohrane sooruzhenij ot vrednogo vlijanija podzemnyh razrabotok na rudnikah PO «Zhezkazgancvetmet». 2011 g.

ӘОЖ 622.273

Резюме

Шамғанова Л.С.[1], Төлебаев Қ.К.[1], Мағзұмов Т.М.[2], Волков А.П.[1],
Бітімбаев М.Ж.[2], Майстровский М.А.[1], Джапаев С.К.[1]
([1]Д.А. Қонаев атындағы Тау-кен институты, Алматы қ., Қазақстан,
[2] «Қазахмыс» Корпорациясы Алматы қ.)

ЖАМАН-АЙБАТ КЕНОРНЫНДАҒЫ ОРТА ҚУАТТЫ ЖАЙПАҚ КЕНДІ ИГЕРУДІҢ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ДӘЛЕЛДЕМЕСІ

Бұл мақалада тік-оқпанды қазу жүйесін көп сатылы пайдалы қазбаны ашық кеңістіңтен қазып алу және орта салмақты 4-12 м жайпақ пайдалы қазбаны дала қазбаларынан қазып алу.

Түйінді сөздер: геомеханика, пайдалы қазбалар, кен қалыңдығы, кентірек.

UDC 622.831

Summary

Shamganova L.S.[1], Tulebayev K.K.[1], Magzumov T.M.[2] Volkov A.P.[1],
Bitimbayev M.ZH.2, Maistrovskii M.A.1, Dzhapaev S.K.[1]
([1]Mining Institute named after D.A. Kunaev, Almaty, Kazakhstan,
[2] «Kazakhmys» Corporation)

GEOMECHANICAL SUBSTANTIATION OF SLOPING MINING ORE DEPOSITS MEDIUM POWER ZHAMAN AIBAT FIELD

In the article showed version of room and pillar mining system with multi-stage recess of ore from the open out space and field workings for developing gently sloping ore deposits the average power of 4 - 12 m.

Keywords: geomechanic, minerals, power of deposit, pillar.

УДК 622.28 + 622.02

Чабдарова Ю.И., Метакса Г.П.
(Институт горного дела им.Д.А. Кунаева, г. Алматы)

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЖЕЗКАЗГАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

(макроуровень рассмотрения)

Аннотация

В статье предложен новый способ мониторинга состояния горных пород, основанный на статистической обработке потока катастрофических проявлений Жезказганского месторождения.

Ключевые слова: *мониторинг, прогноз состояния, катастрофические события, горные породы, статистический анализ, Жезказганское месторождение.*

Түйінді сөздер: *мониторинг, жағдайды болжау, апатты оқиға, тау жыныстары, статистикалық талдау, Жезқазған кенорны.*

Keywords: *monitoring, weather conditions, catastrophic events, rocks, statistical analysis, Zhezkazgan's deposit.*

Оценку и прогноз состояния горных пород при добыче полезных ископаемых чаще всего проводят разными методами измерения подвижек и смещений массива относительно неподвижного репера [1]. При этом обработка получаемых результатов с датчиков разной пространственной ориентации ведется методами усреднения без учета внешнего воздействия динамических проявлений суточного вращения, сезонных колебаний температурного поля и скоростных изменений орбитального цикла. Откликом на такие изменения являются взрывы, горные удары, внезапные выбросы и другие способы разрядки возникающих при нарушении массива напряжений. Это значит, что статистическая обработка потока катастрофических событий при добыче полезных ископаемых может быть использована для мониторинга и прогноза состояния горных пород. Для этой цели нами разработана методика статистической обработки обрушений для Жезказганского месторождения.

Выполнена статистическая обработка приведенных в отчете [2] данных по изучению количества обрушений в зависимости от мощности выработки (рисунок 1), от глубины горизонта обрушений (рисунок 2), от мощности пород междупластия (рисунок 3) и от глубины, на которой зафиксировано обрушение (рисунок 4).

Полученные гистограммы распределения потока обрушений от разных масштабных признаков разрабатываемого месторождения свидетельствуют о том, что существует прямая зависимость числа катастрофических событий от масштабных факторов разработки месторождения.

Так, на рисунке 1 представлена гистограмма распределения потока обрушений в зависимости от мощности выработки. Полученная кривая имеет два неравнозначных максимума, что означает присутствие 2-х причинно-следственных источников их появления. Первый максимум зафиксирован для мощностей выработки, для которых характерный размер находится в пределах 3,5-5 м, а второй характерен для размеров вдвое больших предыдущего.

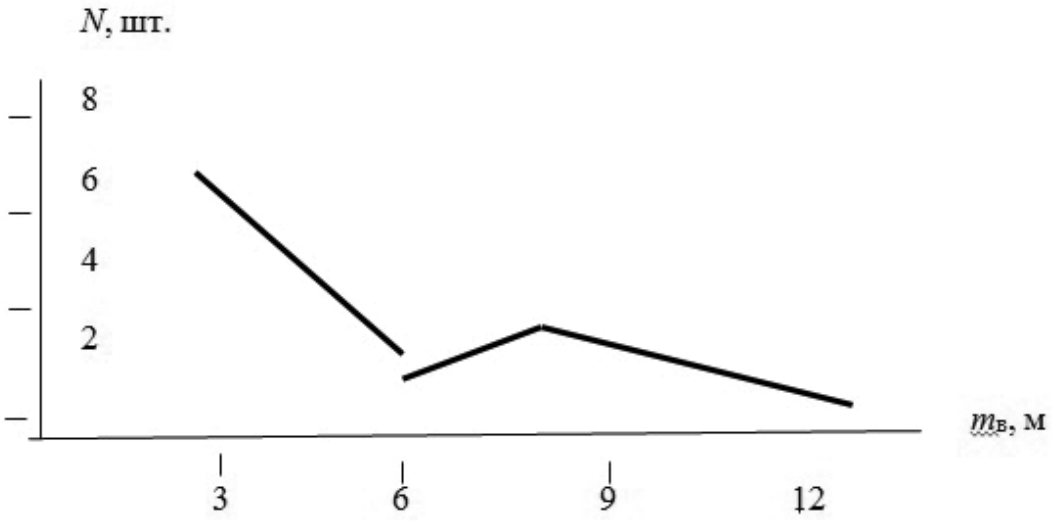


Рисунок 1 - Гистограмма распределения потока обрушений (*N*, шт.) в зависимости от мощности выработки ($m_в$, м)

Предполагая причину возникновения динамической неравновесности в поверхностном слое литосферы взаимосвязанной с условиями равновесия планетного масштаба, воспользуемся соотношением, устанавливающим связь между размером (R)и периодом (T) устойчивости основного состояния (третий закон Кеплера).

$R^3 / T^2 = K = 3.36 \cdot 10^{18}$ м^3/с^2 (1),

где К – константа, одинаковая для всех тел Солнечной системы, R – радиус Земли (6 378 км), Т – период земных циклов (суточного, лунного, годового, солнечного).

Анализируя третий закон Кеплера можно заметить, что для объектов солнечной системы он выполняется с математической точностью для всех твердых объектов системы. При этом значение коэффициента К равно постоянной величине К = 3,36 $\cdot 10^{18}$ м^3/с^2. Если обратить внимание на размерность этого коэффициента, он имеет физический смысл ускорения (с^2), с которым происходит изменение объема (м^3) в разреженном пространстве солнечной системы.

Для уплотненного вещества (планеты, спутники, астероиды) может работать этот же закон, но знак его должен характеризовать условия сжатия. По закону симметрии величина его полярна по отношению к условиям разреженного вещества и, предположительно, составляет К = 3,36 $\cdot 10^{-18}$ м^3/с^2. Однако в земных условиях планета находится под влиянием суточных циклов вращения вокруг своей оси, приливно – отливных воздействий, связанных с положением спутника Луны, а также с цикличностью процессов на Солнце. Поэтому для каждого цикла в условиях сжатия должен быть свой коэффициент сжатия, определяемый радиусом Земли и соответствующим временным циклом (смотрите таблицу 1).

Таблица 1 – Расчетные значения Кеплеровского соотношения для основных ритмов Земли

Наименования цикла	К, м^3/с^2
Суточный	$3{,}477 \cdot 10^{10}$
Лунный	$3{,}767 \cdot 10^{7}$
Годовой	$2{,}6 \cdot 10^{5}$
Солнечный	$1811 = 1{,}811 \cdot 10^{3}$

Если известно, что со времени начала разработки Жезказганского месторождения прошло уже 70 лет (Т), то можно определить радиус сферы R, которая характеризует критический размер неоднородности (R), готовой перейти в новое состояние. Так для

периода Т=70 лет получаем масштаб Rкр. = 2,53 м, т.е. объемы с радиусом 2,53 м или диаметром более 5 метров должны находиться в состоянии максимальной активизации. В отчете имеется ссылка на «отдельные породы мощностью до 5 м». Этот же масштаб присутствует в виде максимума на рисунке 1. Такое совпадение случайным быть не может, а может свидетельствовать о том, что размах человеческой деятельности достиг уровня изменения внутрипланетного равновесия. В отчете отмечается, что первый очаг массового обрушения приходится на 1957 г., здесь расчет дает для Т=30 годам разработки, $R_{кр.}$ = 1,45 м. или d ~ 3 м. Приведенная гистограмма отражает характер постепенности нарастания потока обрушений с критическим масштабом или кратным ему значением R.

Глубина горизонта (рисунок 2) также имеет большое значение для возникновения потока обрушений, но здесь на гистограмме всего один максимум, что означает единственную причину обрушений, определить которую по третьему закону Кеплера не удается. Здесь критическим масштабом является глубина Н = 260-270 м, для которой период устойчивости по КеплеруТ определяется миллионами лет, поэтому на нашем уровне знания анализу не поддается. Однако можно решить обратную задачу: раз статистика указывает этот масштаб, то должна быть причина, его обуславливающая.

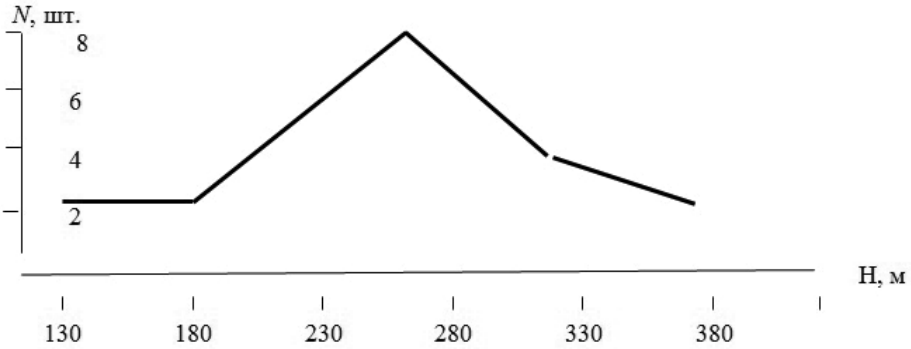


Рисунок 2 - Гистограмма распределения потока обрушений (*N*, шт.) в зависимости от глубины горизонта (*H*, м)

В отчете указывается, что основной породой целиков и налегающей толщи является серый с прослойками и алевролиты красного песчаника, т.е. кварцсодержащий минерал, который, как известно, обладает пьезоэлектрической активностью. Неоднородность строения основной породы и налегающей толщи обуславливает различную реакцию их на внешние воздействия, которые фиксируются на осциллограммах в виде частоты отклика и амплитуды (мощности). Проанализируем их реакцию на электромагнитные и механические колебания, используя известное соотношение для волновых взаимодействий:

$$\nu = \upsilon / \lambda \qquad (2),$$

здесь:ν - частота колебаний, υ - скорость воздействия, λ - длина волны.

Принимая λ = ½ Н, в качестве условия для возникновения резонансных взаимодействий, получим:

- для электромагнитных волн $\nu_{эм.} = 3 \cdot 10^8 / 135 = 2{,}2 \cdot 10^6$ Гц - это диапазон, характерный для ультразвука; его используют при дроблении твердых пород;
- для механических продольных волн (кварц имеет V = 5000 ÷ 6000 м/с, а песчаники < 1000 м/с) $\nu_{мех.} \approx 5000/135 = 37$ Гц или ν = 1000/135 = 7,4 Гц - это диапазон частот инфразвука и близкий к промышленной частоте (50 Гц), кроме того, этот же диапазон характерен для разрядки сейсмических напряжений при землетрясениях [3].

Собственная частота неоднородности f_c с таким размером по Протодьяконову М.М. равна:

$$f_c = 1/2L \cdot \sqrt{V_{зв}} \qquad (3),$$

тогда f_c= 1/540$\sqrt{5000}$ = 0,13 Гц, Т = 7,7 с для кварца или 1/540$\sqrt{1000}$ = 0,058 Гц; T = 17 с - для песчаника.

Это диапазон отклика среды на действие промышленных взрывов, фиксируемый на осциллограммах с помощью тензометрических датчиков [4,5]. Таким образом, выбранный подход дает расчетные значения, практически совпадающие с реальными записями осциллограмм.

Влияние масштаба пород междупластия отражено на гистограмме рисунка 3.

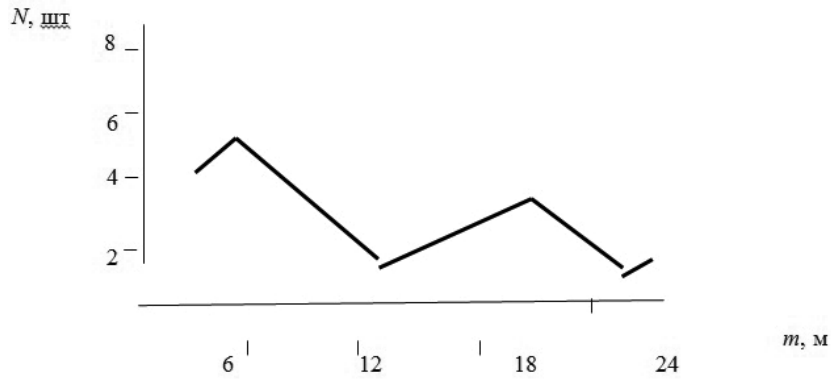


Рисунок 3 - Гистограмма распределения потока обрушений (N, шт.)
в зависимости от мощности пород междупластья (m, м)

Здесь видны три точки перегиба, что указывает на разные механизмы возникновения потока обрушений. Для первого максимума с масштабами 4-5 и 6-10 м справедливы соотношения, использованные для анализа вида равновесия гистограммы рисунка 1, т.е. определенные по третьему закону Кеплера. А для масштабов 20-22 и >40 м применимы соотношения, использованные для анализа гистограммы рисунка 2. Таблица 2 дает представление о спектре и параметрах процессов преобразования поступающей извне энергии.

Глубина, на которой зафиксировано обрушение, также не является случайной величиной. Статистический анализ, представленный на гистограмме рисунка 4, показывает три точки перегиба: вблизи 100 м (представительность выборки 246 событий), 210 м (185 – событий) и 340 м (325 событий). В причинной цепочке должны участвовать почти равноправно три разных механизма взаимодействия, определить которые можно с помощью расшифровки записей на соответствующих осциллограммах, дающих представление о конкретной геомеханической ситуации на разрабатываемом месторождении.

Таблица 2 – Спектральный состав отклика
на внешнее воздействие кварцсодержащих пород междупластия при h = 20 м

Вид воздействия	Частота отклика, Гц	Процессы, протекающие с частотой отклика
электромагнитные волны λрез. = ½ h = 20 м	3 · 107 = 30 мГц	Ультразвуковое дробление
механические волны λр. = ½ h для кварца, λр. = ½ h для песчаника	 500 Гц 100 Гц	Моды промышленной энергосети, громовые раскаты, транспорт
Собственные колебания по Протодьяконову М.М. λ = h, для кварца для песчаника	 1,76 0,79	 взрывы, землетрясения -/-/-/-

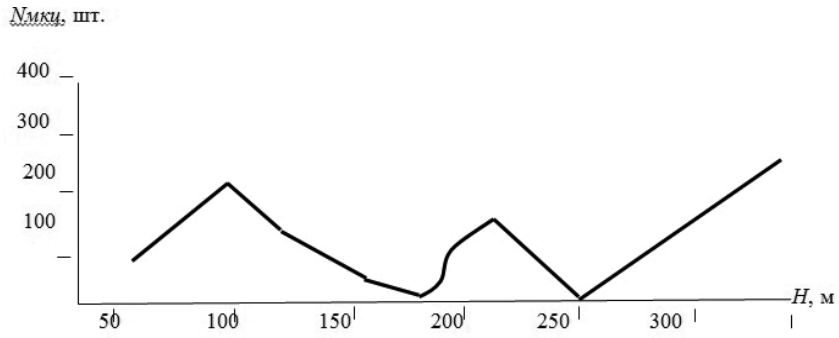


Рисунок 4 - Гистограмма распределения потока обрушений (количество разрушенных МКЦ) в зависимости от глубины горизонта (*H*, м)

В качестве примера можно показать одну из схем анализа геомеханического состояния разрабатываемого горного массива. Так, в отчете указано, что «разрушение междукамерных целиков происходит отдельными участками с интервалами времени 55-200 дней».

Для известной периодичности T определяем размер элементов структуры R, находящихся в напряженном состоянии, по третьему закону Кеплера:

для T = 55 дней, $R = 4{,}23 \cdot 10^{-2}$ м = 4 см.

Отсюда, принимая R = λ, по этому соотношению получим частоту отклика на внешнее воздействие:

- для электромагнитных волн $\nu_{эм.} = 3 \cdot 10^8/(4{,}23 \cdot 10^{-2}) = 7 \cdot 10^9$ Гц, полученный диапазон частот соответствует диапазону процессов СВЧ-разогрева;

- для механических (звуковых) волн красных и серых песчаников Джезказгана $\nu_{мех.} = 500/(4{,}23 \cdot 10^{-2}) = 11820$ Гц ≈ 12 кГц, такой диапазон частот имеют ультразвуковые процессы, используемые для дробления компонентов горных пород;

- для собственных колебаний таких элементов структуры, соотношение Протодьяконова М.М. дает величину $1 / (2 \cdot 4{,}23 \cdot 10^{-2})\sqrt{500} = 264$ Гц этот диапазон частот характерен для 5 гармоники промышленной частоты современной энергосети, а также для процессов акустической эмиссии образцов горных пород, находящихся в напряженном состоянии.

Для периодичности обрушений T = 200 дней, размер активных элементов структуры R = 0,1 м. Порядок определения преобладающего процесса такой же, как в предыдущем случае.

Отсюда следует, что каждый отклик имеет свой конкретный диапазон преобразования поступающей энергии из внешней среды и его можно регистрировать во всех указанных диапазонах для целей предсказания состояния каждого компонента горных пород разрабатываемого месторождения.

Выводы

1. Статистический анализ результатов обработки отчета по теме [2] показал, что поток обрушений имеет несколько причин для его возникновения, определяемых по виду гистограмм распределения потока обрушений от масштабных особенностей разрабатываемого Джезказганского месторождения:

- появление дополнительных степеней свободы нарушенного массива в связи с определенным сроком от начала выработки (обычно больше 10 лет);

- внешние воздействия техногенного происхождения.

2. Гистограмма распределения потока обрушений в зависимости от мощности выработки, максимум которой находится в пределах 3,5 – 5 м, показывает хорошую сходимость с теоретическими расчетами, выполненными с использованием третьего закона Кеплера.

3. Анализ причинно-следственных связей возникновения потока обрушений в зависимости от глубины горизонта, мощности пород междупластия и глубины, на которой зафиксировано обрушение, показал зависимость его от причин техногенного происхождения,

что позволяет прогнозировать сроки устойчивости выработки при возникновении напряженного состояния пород при разработке месторождения.

Литература

1 Сатов М.Ж. Оценка состояния массива горных пород и прогоз возможных обрушений. // Горный журнал. – 1999, № 3, с. 12-14, 44-47

2 Отчет Института горного дела им. Д.А. Кунаева по теме «Прогноз и управление геомеханическими процессами в породном и приконтурных массивах при добыче твердых полезных ископаемых» Джезказганское месторождение, Алматы, 1995, 195 с.

3 Экспериментальная сейсмология. // под ред. М.А. Садовского. М., Наука, 1971, 422 с.

4 Соболев Г.А., Дёмин В.М. Механоэлектрические явления в Земле. М., Наука, 1980, 214 с.

5 Петухов И.М., Смирнов В.А., Винокур Б.Ш., Дальнов А.С. Геофизические исследования горных ударов. // М., Недра, 1975, 136 с.

References

1 Satov M.Zh. Ocenka sostojanija massiva gornyh porod i progoz vozmozhnyh obrushenij. // Gornyj zhurnal. – 1999, № 3, s. 12-14, 44-47.

2 Otchet Instituta gornogo dela im. D.A. Kunaeva po teme «Prognoz i upravlenie geomehanicheskimi processami v porodnom i prikonturnyh massivah pri dobyche tverdyh poleznyh iskopaemyh» Dzhezkazganskoe mestorozhdenie, Almaty, 1995, 195 s.

3 Jeksperimental'naja sejsmologija. // pod red. M.A. Sadovskogo. M., Nauka, 1971, 422 s.

4 Sobolev G.A., Djomin V.M. Mehanojelektricheskie javlenija v Zemle. M., Nauka, 1980, 214 s.

5 Petuhov I.M., Smirnov V.A., Vinokur B.Sh., Dal'nov A.S. Geofizicheskie issledovanija gornyh udarov. // M., Nedra, 1975, 136 s.

ӘОЖ 622. 28 + 622.02

Резюме

Чабдарова Ю.И., Метакса Г.П.
(Д. А. Қонаев атындағы Кен істері институты, Алматы қ.)

ЖЕЗҚАЗҒАН КЕНОРНЫНДАҒЫ ТАУ ЖЫНЫСТАРЫН ҚАЗЫП АЛУ ЖАҒДАЙЫН БАҚЫЛАУ
(макродеңгейде қарастыру)

Бұл мақалада Жезқазған кенорнының қирау салдарын статистикалық өңдеуіне негізделген тау жыныстарының күйін бақылаудың жаңа әдісі ұсынылған.

Түйінді сөздер: мониторинг, жағдайды болжау, апатты оқиға, тау жыныстары, статистикалық талдау, Жезқазған кенорны

UDC 622.28 + 622.02

Summary

Chabdarova Yu. I., Metaxa G.P.

THE MONITORING OF ROCK'S CONDITION FOR JESKHASGAN'S FIELD.

Proposed a new method for monitoring the condition of rocks, based on the statistical treatment of the manifestations of the catastrophic flow Zhezkazgan deposit.

Keywords: monitoring, weather conditions, catastrophic events, rocks, statistical analysis, Zhezkazgan's deposit.

УДК 622.026

Шамганова Л.С., Тулебаев К.К., Джангулова Г.К., Черманов С.Б.
(Институт горного дела им. Д. А. Кунаева, г. Алматы)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОКТАСЖАЛ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Аннотация

В данной статье приведены результаты определения физико-механических свойств горных пород для оценки устойчивости при отработке месторождения Коктасжал открытым способом.

Ключевые слова: *горные породы, физико-механические свойства, прочность, система разработки.*

Түйінді сөздер: *тау жыныстары, физика-механикалық қасиеттер, орнықтылық, қазу жүйесі.*

Keywords: *rocks, physico- mechanical properties, strength, development system.*

Для решения вопроса выбора рациональных параметров системы разработки необходимы достоверные знания свойств массива и, в первую очередь, прочностные и механические свойства слагающих его пород. Основными физико-механическими свойствами пород, необходимыми при проектировании и эксплуатации месторождения, являются прочность на сжатие и растяжение, а также физические параметры - объемный вес, влажность, трещиноватость и другие показатели.

В данной статье отражены результаты определения характеристик пород, которые непосредственно связаны с прочностными и деформационными показателями массива и служат необходимым материалом для проведения соответствующих расчетов и оценки устойчивости при отработке месторождения Коктасжал открытым способом.

Месторождение Коктасжал расположено в северо-восточной части Карагандинской области на территории Шарыктинского сельского округа Каркаралинского района в 356 км от г. Караганды.

Рудное поле представлено северо-западными грядами с выходами рудолокализующей интрузии плагиогранит-порфиров. Холмообразные возвышенности быстро переходят в ложбины и впадины различных направлений, образуя седловидные формы рельефа.

Абсолютные отметки 630-730м, относительные превышения отдельных сопок в пределах 30 – 50м.

Геолого-структурная особенность района месторождения Коктасжал определяется его положением на перегибе Баян-Аул-Чингизской мобильной глыбы, ограничивающейся с востока и запада ответвлениями. Эти региональные структуры в той или иной степени влияли на процессы формирования складчатых структур района месторождения, который неоднократно подвергался воздействию мощных тектонических подвижек пликативного и разрывного характера [1].

Одновременно с этими структурами образовались многочисленные ослабленные зоны и глубинные разломы, вдоль которых локализованы проявления меди, золота, свинца, цинка, молибдена и других полезных ископаемых.

В результате проведенных нами исследований получены результаты физико-механических свойств порфиритов, вторичных кварцитов, плагиогранитов и диоритов.

Исследования проводились по керновому материалу в лабораторных условиях по согласованию с геологической службой рудоуправления «Алтай Полиметаллы».

В лабораторных условиях из кернов вырезались образцы цилиндрической формы d = 48 мм с соотношением высоты h к диаметру h:d ≈2,0. Распиливание производилось на

камнерезном станке САСП-1 алмазным диском, площадь поперечного сечения испытываемого образца равнялась 18,1 см^2 [1]. Образцы для исследований на растяжение были изготовлены в пределах 1,0х1,0 см и 1,5х1,5 см, а из слабых трещиноватых пород образцы изготавливались с соотношением 4,5х1,5 см .

После проведения всех подготовительных операций образцы испытывались на на 40-тонном прессе WPM-Leipzig со шкалами давления 0-4000 кг, 0-10000 кг, 0-20000 кг.

Определение предела прочности образца при одноосном сжатии (раздавливании) является одним из наиболее распространенных способов оценки прочности горной породы и характеризуется максимальной величиной сжимающего напряжения, возникающего в образце, определяется отношением величины разрушающей нагрузки P_{max} к площади ее приложения F. Аналитически это выражается следующим образом

$$\sigma_{сж} = \frac{P_{\max}}{F}, МПа \qquad (1)$$

где d –диаметр образца.
P_{max} – максимальная разрушающая нагрузка при сжатии, МПа
F- средняя площадь поперечного сечения образца, см^2

Сущность метода испытание на одноосное растяжение заключается в определении максимальной разрушающей нагрузки, приложенной к длинной стороне образца. В результате при данной схеме нагружения в образце возникают растягивающие напряжения, которые приводят к разрыву сплошности горной породы. Перед испытанием образцы тщательно осматривались на наличие структурных нарушений, замерялись и определялись наиболее рациональные направления ориентиров установки образцов на металлических зажимах с резиновыми накладками. После испытаний анализировался характер разрушения образцов, замерялись плоскости разрушения по образующей поверхности, затем производились расчеты, причем в расчет принимались только те образцы, разрушение которых произошло по нормали. Неправильные формы разрушения, что в большей степени характерно для материала с низкой прочностью, в расчет не принимались. В окончательном виде предел прочности на растяжение определялся по формуле [1-2]:

$$\sigma_p = \frac{P}{F} МПа, \qquad (2)$$

где P_{max}– максимальная разрушающая нагрузка;
F – площадь разрыва образца, м^2.

Основными деформационными характеристиками исследуемого материала являются модуль упругости Е, коэффициент Пуассона μ, к динамическим характеристикам можно отнести силы сцепления в образце С, угол внутреннего трения (град), скорость продольных и поперечных волн V.

При подготовке к измерениям упругих параметров горных пород торцевые поверхности керна были тщательно отшлифованы, их длина строго соответствовала 100 мм, диаметр 48мм, соблюдено соотношение $l/d \geq 2$, где d – диаметр образца.

Определение скорости распространения продольных и поперечных упругих волн в образцах проводилось с использованием соответствующей ультразвуковой аппаратуры и методики измерений.

Измеренные скорости распространения продольных и поперечных упругих волн позволяет с определенной точностью получить такие динамические показатели, как модуль упругости E_n и коэффициент Пуассона μ,

$$E_n = V_P \cdot \rho \frac{(1+\mu)\cdot(1-2\mu)}{(1-\mu)}; \quad (3)$$

где V_p скорость распространения продольных волн, м/сек ;

r – плотность породы, кГ /м^3 ;

Для определения коэффициента Пуассона использовалась зависимость:

$$\mu = \frac{0{,}5 - \left(\frac{V_S}{V_P}\right)^2}{1 - \left(\frac{V_S}{V_P}\right)^2}; \quad (4)$$

где V_s/V_p –соотношение скорости распространения поперечной волны к скорости продольной волны.

Для лабораторных исследований скорости распространения продольных и поперечных волн использованы аппаратура и методика измерения, описываемые в литературе [3], на основании ранее проведенных исследований лабораторией управления геомеханическими процессами [4].

В качестве приборов были использованы генератор высоких частот фирмы MATRIX Corp. MFG-8216 и цифровой запоминающий осциллограф (ЦЗО) фирмы ACUTE Tecn. DS 1002.

В качестве преобразователей применены пьезоэлектрические приборы ПРИЗ-12 (ТУ 25-7761.033-86) [5] (рисунок 1).

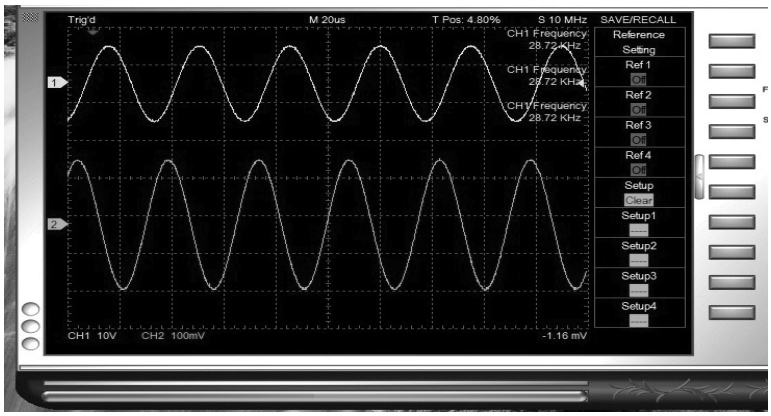


Рисунок 1 - Ультразвуковой метод исследования

Основным параметром измерения при определении упругих свойств горных пород является время акустической задержки Δt фронта первого полупериода импульса принимаемого сигнала, что при постоянной величине образца породы L = 100мм позволяет определить скорость распространения продольной волны $Vp = L/\Delta t$. Для определения скорости распространения поперечной волны датчик приема сигнала (пьезоэлектрический преобразователь- излучающий или приемный) располагался на образце под углом:

$$90^\circ V_s = L(90^\circ)/\Delta t\,, \quad (5)$$

где $L\ (90^\circ)$-длина образца с учетом смещения датчиков на поверхности образца.

Данные V_p и V_s позволили на основании формул теории упругости произвести математические расчеты значений коэффициента Пуассона и модуля упругости E_n для горных пород.

Отобранные для измерения упругих параметров образцы были выбраны во всех интервалах скважин с полным представлением всех описанных по скважине пород.

Угол внутреннего трения (φ) и сцепление (С) определялись по паспорту прочности. Паспортом прочности горной породы является кривая, огибающая все максимальные круги напряжений Мора, построенная в координатах нормальных σ и касательных τ напряжений. Паспорт прочности горных пород строился согласно ГОСТ 21153.0-75 [3].

Для измерения трещинной пустотности, которая в полной мере характеризует трещиноватость горных пород посредством прозвучивания образца, определялась по формуле:

$$T = \frac{V_{p1}\Delta t - d}{V_{p2} - V} V_{p^2} \text{ м} \qquad (6)$$

где V_p- максимальная скорость прохождения продольных волн в монолите, м/сек;
Δt - время прохождения V_p в образце, м/сек;
D - линейный размер образца, см;
V_{p2} - скорость продольных волн в образце, м/сек;
V- скорость звука, м/сек.

Результаты испытаний приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные физико–механические свойства горных пород

Основные ФМС горных пород	Наименование горных пород					
	Порфириты / Зеленоватые порфириты	Кварциты	Вторичные кварциты	Диориты	Плагио-граниты	Туфо-алевролиты
Предел прочности на сжатие, МПа	17,0-109,0 / 7,0-49,0	8,0-95,0	17,0-77,0	17,0-57,0	5,0-67,0	28,0-34,0
Предел прочности на сжатие,МПа	3,0-23,0 / 2,0-11,0	4,0-12,0	4,0-15,0	3,0-8,6	2,0-4,3	10,2-11,3
Динамический модуль упругости, МПа	$1{,}91\times10^4$ -$6{,}92\times10^4$					
Скорость продольных волн, м/сек	2800-5291					
Скорость поперечных волн,м/сек	1460-3383					
Коэффициент Пуассона, ε	0,06-0,31					
Угол внутреннего трения, φ, град	18-48					
Трещинная пустотность %	1,6-15					

Литература

1 Ильницкая Е.И. и др. Определение свойств горных пород. - М.: Недра. – 1969. – 392 с.

2 ГОСТ 21153.0-75. Породы горные. Отбор проб и общие требования к методам физических испытаний. Госкомитет СССР по стандартам. - М., 1975. - 35 с.

3 И.И. Зурабишвили, Н.Р. Надирашвили, Э.Д. Матарадзе. Геофизические исследования напряженно-деформированного состояния горного массива при разработке рудных месторождений пластового типа, Мецниереба, Тбилиси, 1971 120 с.

4 О.А. Байконуров. Методы контроля физико-технических параметров подземной разработки руд. Изд. Наука АН Каз.ССР., Алма-Ата ,1979.

5 Савич А.И. и др. Сейсмоакустические методы изучения массивов скальных пород. – М: Недра, 1969. - 240 с.

References

1 Il'nickaja E.I. i dr. Opredelenie svojstv gornyh porod. - M.: Nedra. – 1969. – 392 s.

2 GOST 21153.0-75. Porody gornye. Otbor prob i obshhie trebovanija k metodam fizicheskih ispytanij. Goskomitet SSSR po standartam. - M., 1975. - 35 s.

3 I.I. Zurabishvili, N.R. Nadirashvili, Je.D. Mataradze. Geofizicheskie issledovanija naprjazhenno-deformirovannogo sostojanija gornogo massiva pri razrabotke rudnyh mestorozhdenij plastovogo tipa, Mecniereba, Tbilisi, 1971 120 s.

4 O.A. Bajkonurov. Metody kontrolja fiziko-tehnicheskih parametrov podzemnoj razrabotki rud. Izd. Nauka AN Kaz.SSR., Alma-Ata ,1979.

5 Savich A.I. i dr. Sejsmoakusticheskie metody izuchenija massivov skal'nyh porod. – M: Nedra, 1969. - 240 s.

ӘОЖ 622.026

Резюме

Шамғанова Л.С., Төлебаев К.К., Жанғұлова Ғ.Қ., Шорманов С.Б.
(Д. А. Қонаев атындағы кен істері институты, Алматы қ.)

КӨКТАСЖАЛ КЕНОРНЫНДАҒЫ ТАУ ЖЫНЫСТАРЫНЫҢ ФИЗИКА-МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖАҒДАЙДА АНЫҚТАУ

Мақалада Көктасжал кенорнын ашық тәсілмен қазымдау барысында, тұрақтылық қасиеттерін бағалауға арналған кен жынысының физика-механикалық қасиеттерін анықтау нәтижелері қарастырылған.

Түйінді сөздер: тау жыныстары, физика-механикалық қасиеттер, орнықтылық, қазу жүйесі.

UDC 622.026

Summary

Shamganova L.S., Tulebaev K.K., Dzhangulova G.K., Chermanov S.B.,
(Mining Institute named after D.A. Kunaev, Almaty, Kazakhstan)

DETERMINATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF ROCKS DEPOSIT IN KOKTASZHAL FIELD IN LABORATORY CONDITIONS

In this article results definitions of physico-mechanical properties of rocks for a stability assessment are given at working off of a field Koktaszhal by an open mode.

Keywords: rocks, physico- mechanical properties, strength, development system.

УДК 622.83

Портнов В.С., Демина Т.В., Маусымбаева А.Д.
(Карагандинский государственный технический университет,
г. Караганда, Казахстан)

БОРЬБА С ПУЧЕНИЕМ ПОРОД ПОЧВЫ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТКАХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Аннотация

Разработана технология анкерного крепления, направленная на снижение пучения пород почвы в различных горнотехнических условиях разработки, при применении различных видов крепи с учетом осложняющих факторов ведения горных работ с учетом геомеханических условий проведения и поддержания выработки.

***Ключевые слова**: напряженно-деформированное состояние, вмещающий массив горных пород, выбор прогрессивных средств и способов крепления горных выработок, технологические схемы проведения горных выработок, зоны с повышенным горным давлением, параметры крепления, геомеханические процессы, анкерная крепь.*

***Түйінді сөздер**: дүбірлі-деформацияланған күй, тау кен жыныстардың сыйдыру тау сілемі, тау кен қазбалардың бекіту әдістері мен прогрессивті амалдарды таңдау, тау кен қазбаларды жүргізудің технологиялық сұлбалары, тау қысымы жоғары аймақтар, бекіту параметрері, геомеханикалық үрдістер, анкер тіреуіші .*

***Keywords:** stress-strain state, a capacity array of rocks, the choice of means and methods of progressive lining of mine workings, technological schemes of mining, areas with high rock pressure, fastening parameters, geomechanical processes, roof bolting.*

Все меры борьбы с пучением пород горных выработок могут быть подразделены на пять групп: использование благоприятных горно-геологических и технических условий (проведение выработки вприсечку к выработанному пространству, позади очистного забоя, в обрушенных и уплотненных породах); укрепление пород (применение анкерной крепи, полимерное упрочнение почвы и использование смол); разгрузка породного массива (взрывощелевая разгрузка породного массива, управление устойчивостью горной выработки взрывной бутовой полосой, устройство разгрузочных щелей, разгрузка массивов горных пород с помощью выбуривания пласта, торпедирование пород кровли в выемочных выработках); комбинированные способы (активная разгрузка с последующим упрочнением с образованием обратного свода, взрывоукрепление. с одновременной разгрузкой массива горных пород и его укреплением, разгрузка пород почвы буровзрывным способом с последующим применением усиливающих крепей-лежней и гидростоек); специальные методы борьбы (применение замкнутых и усиливающих крепей, а также комбинированные крепи).

Наибольший эффект в борьбе с пучением достигается путем разгрузки вмещающего выработку массива от высоких напряжений. В качестве способов разгрузки возможно применение: проведения разгрузочных выработок, создание различного рода щелей и скважин, взрывание пород с образованием в почве зон дробления и т.п. Данные решения характеризуются весьма сложной технологией работ, большой трудоемкостью и стоимостью.

Это приводит к тому, что в практике эксплуатации угольных шахт основным способом по-прежнему остается подрывка вспучившихся пород, т.е. ликвидируются последствия этого явления, а не его причины. При этом достигается только кратковременный и незначительный эффект, а в долгосрочной перспективе на борьбу с пучением расходуются большие материальные и трудовые затраты.

В последнее время начинает успешно применяться способ борьбы с пучением путем крепления кровли (почвы) сталеполимерной и другими видами анкерной крепи высокой несущей способности [5, 6].

Ниже рассматриваются технологические разработки с применением анкерного крепления, направленные на снижение и предотвращение пучения пород почвы в горных выработках.

Анкерная крепь применяется для сохранения достаточного уровня монолитности приконтурных пород путем ограничения их смещений в выработку, что позволяет максимально поднять эффективность, надежность, максимальный безремонтный срок службы и безопасность выработок.

Процессами пучения пород почвы можно управлять в т.ч. за счет формы поперечного сечения выработки с расположением к породам кровли в виде обратного трапецевидного контура - грузонесущего свода (рисунок 1), который позволяет повысить устойчивость почвы выработок [4].

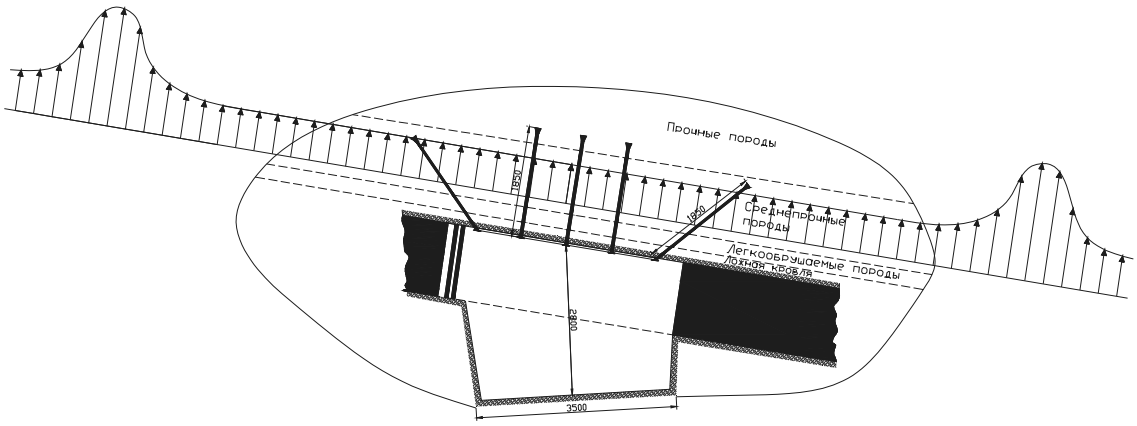


Рисунок 1 – Управление процессами пучения почвы
за счет обратного трапецевидного контура выработки

Прогрессивным способом является активное упрочняющее воздействие на породы почвы выработки посредством анкерного крепления. Для его реализации необходимо определение необходимой толщины упрочняемого слоя горных пород в почве, за счет упрочняющего слоя установленных в нее анкеров с формированием опорных блоков для опоры для несущего свода выработки на опорные блоки [2, 3] (рисунок 2), исходя из глубины распространения зоны пучения в почве выработки, которую определяют по известному методу проф. Цимбаревича П.М. [1]

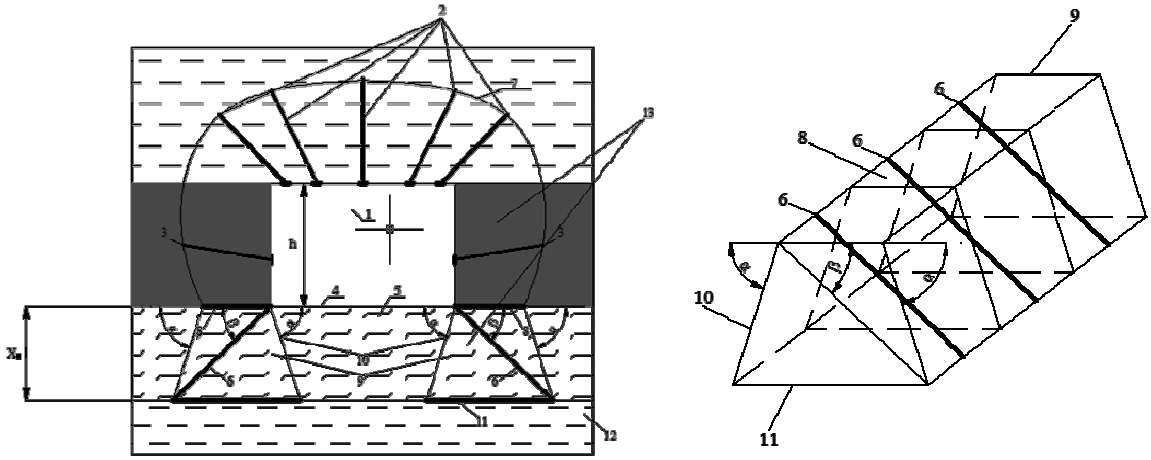
$$x_0 = \frac{H_1 tg^4\left(\frac{90^0 - \varphi}{2}\right)}{1 - tg^4\left(\frac{90^0 - \varphi}{2}\right)}; \quad (1)$$

H_1 - высота пригрузки почвы, приведенная к объемному весу пород почвы, м;

$$H_1 = h\frac{\gamma_б}{\gamma_П}; \quad (2)$$

где h - высота стен выработки, м; $\gamma_б$ - объемный вес пород боковых пород, т/м^3; $\gamma_п$ - объемный вес пород почвы, т/м^3 ; - угол внутреннего трения пород почвы, град.

а б



а – способ крепления и упрочнения пород почвы; б – опорные блоки в почве.

1-выработка; 2-сталеполимерные кровельные анкера; 3-сталеполимерные боковые анкера; 4, 5 - пучащиеся слои почвы выработки; 6 - сталеполимерные анкера в почву выработки; 7- контур несущего свода выработки; 8 - основание несущего свода; 9 -опорные блоки; 10 - линии скольжения пород пучащего слоя; 11 - нижнее основание опорного блока; 12- слой устойчивых пород; 13-зона укрепления пород вокруг выработки.

Рисунок 2 – Создание опорных блоков в почве выработки для поддержания ее свода

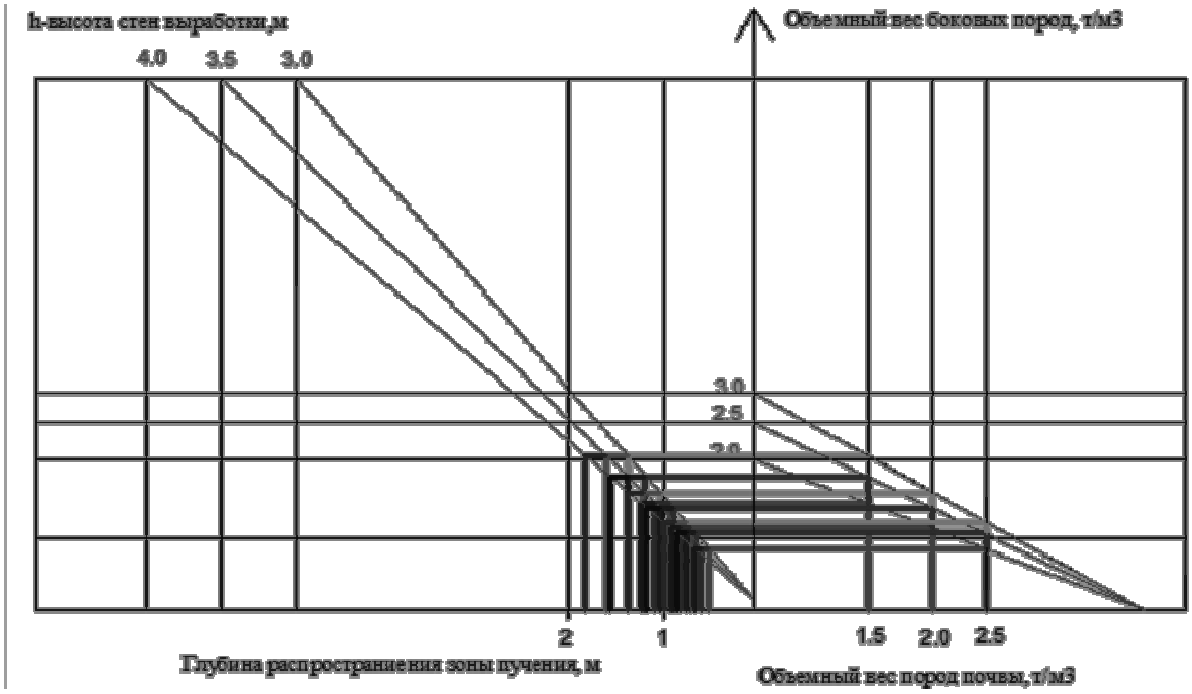


Рисунок 3 – Номограмма для определения глубины распространения зоны пучения в почве выработки в зависимости от влияющих факторов

Проведен анализ степени зависимости X_0 глубины распространения зоны пучения в почве выработки к объемного весу боковых пород, пород почвы и высоты стенок выработки: h = 3,0; 3,5 и 4,0 м; $\gamma_б$ = 2,0; 2,5; 3,0 т/м^3, H_1 изменяется от 4,0; 5,0 до 6,0 м,

Исходя из расчетных значений расчетов построена номограмма – рисунок 3.

Как видно из расчетов, что с ростом значения объемного веса пород кровли, меньше глубина распространения зоны пучения в почве выработки или чем больше значение объемного веса боковых пород и высоты стен выработки, тем больше глубина распространения зоны пучения [7, 8].

Как видно из расчетов, что с ростом значения объемного веса пород кровли, меньше глубина распространения зоны пучения в почве выработки или чем больше значение объемного веса боковых пород и высоты стен выработки, тем больше глубина распространения зоны пучения [7, 8].

Разработана также технология анкерного крепления, направленная на снижение пучения под почвы в различных горнотехнических условиях разработки, при применении различных видов крепи с учетом осложняющих факторов ведения горных работ с учетом геомеханических условий проведения и поддержания выработки. Технология работ по установке крепи – припочвенных анкеров предусматривает установку анкерной крепи в почву вдоль бортов горной выработки. Забуриваются наклонных шпуры под анкеры под углом 20 – 40° к вертикали. Длина шпуров предусматривается их расчета технической возможности их бурения и принимается равной 1,6; 2,4 и 2,9 м. Предусматривается перекрестная установка анкеров (под прямым углом) в слои пород почвы (рисунок 4).

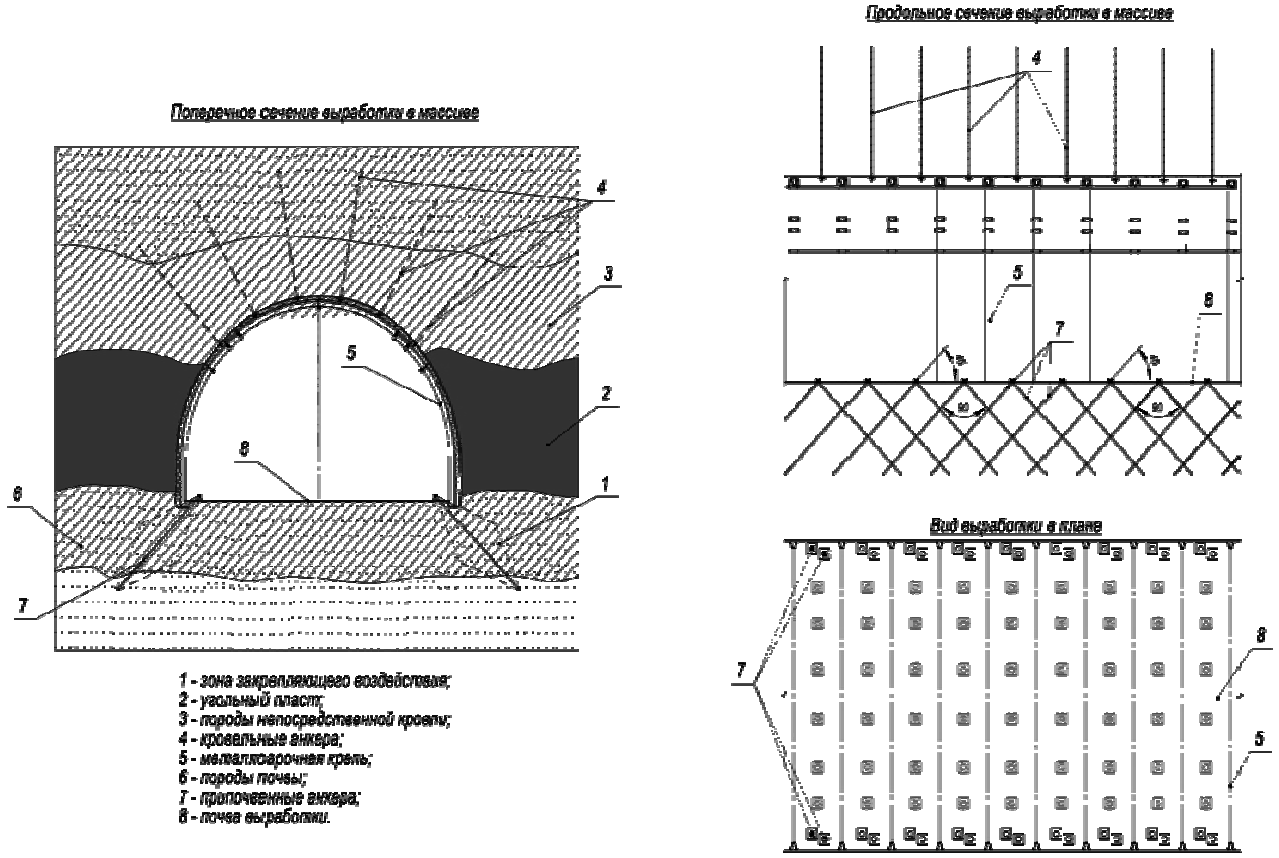


Рисунок 4– Поперечный (а), продольный (б) разрез выработки с припочвенными анкерами и вид в плане - схема установки припочвенных анкеров относительно арок металллоарочной крепи (в)

Длину анкеров, устанавливаемых в почву выработки, рекомендуется определять по эмпирической формуле:

$$L=6,75 * B_в * H_п / П_п, м \quad (3)$$

где 6,75 – эмпирический коэффициент; $B_в$ – ширина горной выработки вчерне, м; $H_п$ – величина пучения пород почвы, м; $П_п$ – прочность пород почвы на сжатие, МПа.

Шаг установки перекрестно ориентированных напочвенных анкеров рекомендуется равным двойной величине количества арок металлоарочной крепи на 1 пог. метре выработки.

Применение такой технологии по поддержанию позволит повысить устойчивость породных обнажений в выработке с учетом форм проявления действия горно-геологических и горнотехнических факторов ведения горных работ.

Литература

1 Цимбаревич П.М. Механика горных пород. - М.: Углетехиздат. - 1948. - 184 с.

2 Осипов А.Н., Булкин А.В., Гусельников Л.М. и др. Способ борьбы с пучением почвы горных выработок (патент РФ № 2438018). Публикация патента 27.12.2011.

3 Зацепин А.С., Плескунов И.В. Способ охраны участковых подготовительных выработок (патент РФ № 2338066). 27.12.2011.

4 Martin Junker. Gebirgsbeherrschung von Flozstrecken/Verlag Gluckauf GmbH/ Essen. 2006. – С. 273.

5 Макаров А.Б. Практическая геомеханика. Пособие для горных инженеров. – М.: Издательство «Горная книга», 2006. – 391 с.

6 Попков Ю.Н., Прокопов А.Ю., Прокопова М. В. Информационные технологии в горном деле: Учебн. пособие. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2007. – 202 с.

7 Демин В.Ф., Журов В.В., Демина Т.В. Геомеханика при креплении горных выработок/ LAP LAMBERT Academic Publishing is a trademark of AV Akademikerverlag GmbH& Co. KG, Germany.

8 Бобылев Ю.Г., Демин В.Ф., Коршунов Г.И. и др. Крепление горных выработок угольных шахт анкерной и комбинированной крепью. Санкт-Петербург, Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы. 2009. -176с.

References

1 Cimbarevich P.M. Mehanika gornyh porod. - M.: Ugletehizdat. - 1948. - 184 s.

2 Osipov A.N., Bulkin A.V., Gusel'nikov L.M. i dr. Sposob bor'by s pucheniem pochvy gornyh vyrabotok (patent RF № 2438018). Publikacija patenta 27.12.2011.

3 Zacepin A.S., Pleskunov I.V. Sposob ohrany uchastkovyh podgotovitel'nyh vyrabotok (patent RF № 2338066). 27.12.2011.

4 Martin Junker. Gebirgsbeherrschung von Flozstrecken/Verlag Gluckauf GmbH/ Essen. 2006. – C. 273.

5 Makarov A.B. Prakticheskaja geomehanika. Posobie dlja gornyh inzhenerov. – M.: Izdatel'stvo «Gornaja kniga», 2006. – 391 s.

6 Popkov Ju.N., Prokopov A.Ju., Prokopova M. V. Informacionnye tehnologii v gornom dele: Uchebn. posobie. – Novocherkassk: JuRGTU, 2007. – 202 s.

7 Demin V.F., Zhurov V.V., Demina T.V. Geomehanika pri kreplenii gornyh vyrabotok/ LAP LAMBERT Academic Publishing is a trademark of AV Akademikerverlag GmbH& Co. KG, Germany.

8 Bobylev Ju.G., Demin V.F., Korshunov G.I. i dr. Kreplenie gornyh vyrabotok ugol'nyh shaht ankernoj i kombinirovannoj krep'ju. Sankt-Peterburg, Mezhdunarodnaja akademija nauk jekologii, bezopasnosti cheloveka i prirody. 2009. -176s.

ӘОЖ 622.83

Резюме

В.С. Портнов, Т.В. Демина, Ә.Д. Маусымбаева
(Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды қаласы, Қазақстан)

КӨМІР ШАХТЫЛАРЫНЫҢ ДАЯРЛАУ ӨНІМДЕРІНДЕ ТОПЫРАҚ ЖЫНЫСТАРДЫҢ МАМЫҚТАНУЫМЕН КҮРЕСІ

Өндеуді ұстау мен өткізу геомеханикалық шарттарды есепке алумен тау кен жұмыстарын шиеленісу факторларымен жүргізуін есепке алумен қоса тіреуіштің бірнеше түрлерін қолданып өңдірудің әр түрлі тау кен техникалық шарттарда топырақ астын азаюдын алуаны бағытталған анкерлі бекіту технологиясы өңделген.

Түйінді сөздер: дүбірлі-деформацияланған күй, тау кен жыныстардың сыйдыру тау сілемі, тау кен қазбалардың бекіту әдістері мен прогрессивті амалдарды таңдау, тау кен қазбаларды жүргізудің технологиялық сұлбалары, тау қысымы жоғары аймақтар, бекіту параметрері, геомеханикалық үрдістер, анкер тіреуіші

UDC 622.83

Summary

Portnov V. S., Dyomina T.V., Maussymbayeva A.D.
(Karaganda state technical university, Karaganda, Kazakhstan)

FIGHT AGAINST ROCK SWELLING OF BREEDS OF THE SOIL IN PREPARATORY DEVELOPMENTS OF COAL MINES

The technology of anchoring aimed at reducing the swelling of the soil under different mining conditions of development, the application of different types of lining with the complicating factors of mining, taking into account the geomechanical conditions of the development and maintenance of

Keywords: stress-strain state, a capacity array of rocks, the choice of means and methods of progressive lining of mine workings, technological schemes of mining, areas with high rock pressure, fastening parameters, geomechanical processes, roof bolting.

УДК 622.831

Съедина С.А.[1], Жаркимбаев Б.М.[2]
([1]Институт горного дела им. Д.А. Кунаева; [2]КазНИТУ им. К.И.Сатпаева)

ВЫБОР РЕЙТИНГОВОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД

Аннотация

В статье проведен анализ существующих зарубежных рейтинговых систем для определения характеристик массива горных пород. Подробно рассмотрены параметры для каждой из систем, что позволит выбрать оптимальны вариант при расчетах конструктивных элементах систем разработок.

Ключевые слова: *массив горных пород, системы классификации, параметры горных пород.*

Түйінді сөздер: *тау жыныстарының массиві, классификациялау жүйесі, тау жыныстарының параметрлері.*

Keywords: *rock massif, classification systems, parameters of rocks.*

Состояние массива является важным элементом при принятии решений по выбору системы разработки, установления параметров целиков, способа отбойки и других конструктивных элементов отработки рудных месторождений.

Из-за различных свойств горных пород возникла необходимость установить связь между параметрами массива для определения основных параметров при проектировании горных работ (выбор системы разработки, способа крепи и т.д.)[1].

Этим вопросом занимались многие ученные на протяжении более ста лет.Первая попытка соотнести показатели устойчивости горных пород к принятию определенных решений была предпринята Риттером в 1879 году. В таблице 1 представлены известные системы классификаций с описаниемосновного вклада в их развитие, а также области применения для каждой из них.

Таблица 1 - Основные системы классификаций

Название классификации	Автор	Область применения	формы и типы	Основная идея/вклад
1	2	3	4	5
Теория нагрузки	Терцаги, 1946 (США)	Классификации массивов для выбора крепи выработок	D.F. B.F. F.T.	Нагрузка на несущие оклады крепи оценивается на основе описывающей массив классификации. Устаревшая методика, на подходит для современных технологий.
Время устойчивости	Лоффер, 1958 (Австрия)	Проведение горных выработок	D.F. G.T.	Увеличение пролета обнажения приводит к значительному сокращению времени устойчивости до установки крепи. В эту классификацию были внесены изменения многими учеными, и сейчас она является частью подхода к проведению выработок.

NATM	Рабсевич, 1964/1965 и 1975 (Австрия)	Проведение горных выработок	D.F. B.F.	Классификация основана на параметрах осадки кровли
RQD (Индекс качества породы)	Дир и др, 1966 (США)	Расчет устойчивости массива	N.F. G.T.	Критерий устойчивости массива определяется по данным кернового бурения, учитывает трещиноватость. В настоящее время является существенным компонентом при подсчете рейтинговых показателей в других классификациях.
1	2	3	4	5
Классификация для горной механики	Коутс и Пэчинг,1968	Горная механика	D.F. G.T.	
RSR*	Викхем и др., 1972 (США)	Описания качественных характеристик массива и выбор крепления	N.F. F.T.	По результату подбиралась соответствующее крепление. В настоящее время практически не используется, однако эта система - еще одним шаг в эволюции классификаций массивов.
RMR	Бенявский , 1974 (ЮАР)	Проектирование ОГР и ПГР	N.F. F.T.	Рейтинговый показатель учитывает несколько факторов, влияющих на устойчивость массива. Используется для выбора крепления выработок, определения устойчивых пролетов
Q или NGI	Бартон, Лиен, Люнд, 1974 (Норвегия)	Проектирование ОГР и ПГР	N.F. F.T.	Используется для выбора крепления выработок, определения устойчивых пролетов
MRMR	Лабшер, 1975, Лабшер и Якубек, 2001 (ЮАР)	Выбор параметров для ОГР и ПГР, определение параметров систем с обрушением	N.F. F.T.	Базируется на RMR, но в нее были также внесены дополнительные параметры влияния давления нетронутого массива и привнесенного давления, изменения давления, влияния взрывных работ и выветривания
RMS (напряжение горного массива)	Стилл и др., 1982 (Швеция)	Проектирование ОГР и ПГР	N.F. F.T.	Измененная классификация RMR для железорудных месторождений
MBR	Куннингс и др, 1982	Проектирование ОГР и ПГР	N.F. F.T.	Измененная классификация RMR
SRMR (упрощенная классификация)	Брук и др., 1985	Горное производство и метростроение	N.F. F.T.	Измененные классификации RMR и MRMR
SMR	Романа, 1985 (Испания)	Открытые горные работы	N.F. F.T.	Устойчивость откосов

RAC	Рамамути и Арора, 1993 (Индия)	Для неповрежденных и трещиноватых пород	N.F. F.T.	Измененная классификация Дира
GSI	Хук и др., 1995	Горное производство и метростроение	N.F. F.T.	Геологический индекс устойчивости
N	Гоел и др., 1995 (Индия)		N.F. F.T.	Система Q для ненапряженного массива
RMi	Палмстрон, 1995 (Норвегия)	Расчеты для горного производства, коммуникаций	N.F. F.T.	В основе лежат системы Q и RMR
D.F. (форма описания) - классификация основана на описании параметров N.F. (числовая форма) - вводные параметры даны в виде числовых значений B.F. (поведенческая форма) - основано на специфике поведения горных масс в горных выработках/туннелях G.T.(общий тип) - система разработана в качестве общей характеристики F.T. (функциональный тип) - система предназначена для специализированного применения (например, для расчета устойчивости пород) RSR была предшественником системы RMR, хотя они обе дают числовой рейтинг по входным данным, которые суммируются с общим первоначальным параметром.				

Развитие классификационных систем происходило путем прибавления новых параметров на основу предшествующей системы. Рассмотрим основные составляющие для систем, получивших наиболее широкое распространение.

1. Индекс качества породы (RQD) учитывает отношение общей длины кусков керна (длиной более 10 см) к общей его длине: . RQD – показатель, имеющий прямо пропорциональную зависимость от числа трещин. По индексу можно отнести породы к одной из категорий классификации (таблица 2).

Таблица 2 - Корреляция между индексом RQD и качеством горной породы в массиве

RQD (%)	Классификация массива
□25	весьма неустойчивые
25-50	неустойчивые
50-75	средне устойчивые
75-90	устойчивые
90-100	весьма устойчивые

Основным недостатком этой классификации является то, что на практике, высокий показатель RQD не всегда означает высокую устойчивость массива, поскольку возможно попадание керна длиной более 1 метра в зону пластических однородных пород и может оказаться, что показатель RQD сводится к 100%.

RQD Дира широко использовалось в течение 25 лет для определения допустимого давления и выбора крепления, особенно в Северной Америке, в настоящее время, этот показатель, является компонентом при подсчете рейтинговых показателей в других классификациях [4].

2. Рейтинг RMRрассчитывается по 6 параметрам[2]: прочность пород на сжатие;показатель качества пород RQD;расстояние между трещинами; параметры трещин;наличие подземных водопритоков;ориентация трещин.

Классификацию RMR легко использовать, параметрами для подсчета могут служить результаты кернового бурения или план горных работ.Расчет ведется по формулам 2 и 3. В таблице 3 отображены параметры классификации.

Таблица 3 - Основная классификация горных пород
и определяемая классификация по рейтингу Бенявского (RMR)

Параметры	Классификация				
1	2	3	4	5	6
Рейтинг	100-81	80-61	60-41	40-21	□20
Классификация горного массива	весьма устойчивые	устойчивые	средне устойчивые	неустойчивые	весьма неустойчивые
Среднее время устойчивого состояния	10 лет при пролете 15м	6 месяцев при пролете 8 м	1 неделя (5м)	10 часов (2,5м)	30 минут (1м)
Сила сцепления горного массива	>40кПа	300-400кПа	200-300кПа	100-200кПа	□100кПа
Угол трения	>45˚	35-45˚	25-35˚	15-25˚	□15˚

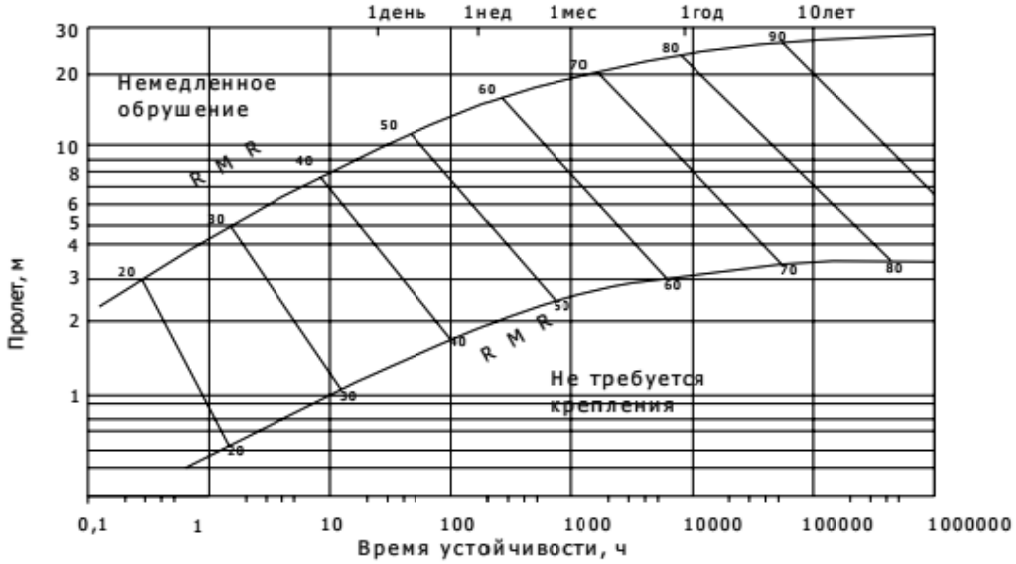


Рисунок 1 - Соотношение между временем устойчивости
пролетом обнажения по рейтинговым показателям RMRБенявского

Основным недостатком системы RMR является невозможность ее применения для открытых горных работ.

4. Классификация Q или NGI разработана для определения характеристик массива и обоснования выбора крепления. При подсчете учитываются 6 геотехнических параметров (формула 4) [3].

$$Q = \left[\frac{RQD}{J_n}\right] \cdot \left[\frac{J_r}{J_a}\right] \cdot \left[\frac{J_w}{SRF}\right], \quad (4)$$

где RQD - индекс качества породы по Диру;

J_n - количество систем трещин;

J_r - шероховатость трещин (наименее благоприятный разрыв или же система трещин);

J_a - показатель изменения числа трещин;

J_w - обводненность и факторы снижения давления;

SRF - фактор сокращения давления.

Первое отношение RQD/J_n представляет строение массива и является приближенным значением размера блока [4].

Второе отношение (J_r/J_a) представляет характеристики шероховатостистенок трещин и материала, заполняющего трещины и их фрикционные свойства.

Третье отношение (J_w/SRF) включает 2 основных параметра давления. SRF учитывает: давление в массиве, сжимающие напряжения вненарушенном массиве. Параметр J_w — давление воды, которая снижает прочность породы на срез из-за снижения нормальной составляющей давления.

Системы RMR Бенявского и Q Бартонаосновывались на примерах подземного строительства гражданских сооружений, поэтому возникла необходимость составить специальную классификацию для горнодобывающей промышленности. Вследствие этого классификации были модифицированы и дополнена для возможности использования в горном деле.

5. Лабшер разработалописание системы «горного рейтинга массива горных пород» (MRMR), котораябазируется на RMR, но в нее были также внесены дополнительные параметры [5]:

$$MRMR = RMR + \sum k$$

где $\sum k$ - является суммой всех коэффициентов влияния, введенных Лабшером (влияние выветривания, привнесенного давления,направления трещин, взрывных работ и подземных вод).

Проанализировав вышесказанное можно сопоставить классификации и их параметры в одну таблицу, по которой можно выбирать систему для расчета на основании имеющихся данных.

Таблица 2 - Параметры, входящие в разные классификационные системы

Система / Параметр	RQD	RSR	RMR	Q	MRMR (2001)	RMS	MBR	SRMR	SMR	RAC	GSI	N	RMi
Расположение трещин в блоке	–	–	–	–	+	–	+	–	–	–	–	–	+
Число систем трещин	–	–	–	+	+	+	–	–	–	–	–	+	+
Длина трещин	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+

Расстояние между трещинами	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Степень трещиноватости	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Тип горной породы	–	+	+	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–
Напряженное состояние	–	–	–	+	+	–	+	–	–	–	–	–	–
Обводненность	–	+	+	+	+	+	+	+	+	–	–	+	–
Состояние нетронутого массива	–	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Влияние взрывов	–	–	–	–	+	–	+	+	–	–	+	–	–

Для определениягеомеханическихxарактеристик массива породкак для подземных, так и для открытых горных работ классификацией, учитывающей в расчетах наибольшее количество переменных, является рейтинг Лабшера MRMR.

Литература

1 CartinEdelbro. Evaluation of rock mass strength criteria. Lulea University of Technology, pp. 7 - 23.
2 Beniawski Z.T. Engineering classification of jointed rock mass. Trans SftCivEng 15, pp. 335-344
3 SongulCosar. Application of rock mass classification systems for future support design of the dim tunnel near Alanya.In partial fulfillment of the requirements for the degree of master of science in mining engineering, September 2004.
4 Кузьмин Е.В., Узбекова А.Р. Самообрушение руды при подземной добыче. МГГУ, 2006.
5 Laubscher D.H., Jacubec J. The MRMR Rock Mass Classification for jointed rock masses. FoundationsforDesign. Brisbane, p.475-481, 2000.

References

1 CartinEdelbro. Evaluation of rock mass strength criteria. Lulea University of Technology, pp. 7 - 23.
2 Beniawski Z.T. Engineering classification of jointed rock mass. Trans SftCivEng 15, pp. 335-344
3 SongulCosar. Application of rock mass classification systems for future support design of the dim tunnel near Alanya.In partial fulfillment of the requirements for the degree of master of science in mining engineering, September 2004.
4 Kyzmin E.V., Uzbekova A.P. Samoobrushenierudypripodzemnoidobyche. MGGY, 2006.
5 Laubscher D.H., Jacubec J. The MRMR Rock Mass Classification for jointed rock masses. FoundationsforDesign. Brisbane, p.475-481, 2000.

ӘОЖ 622.831

Резюме

Съедина С.А.[1], Жарқымбаев Б.М.[2]
([1]Д.А. Қонаев атындағы Тау-кен институты; [2]Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық зерттеу техникалық университеті; Алматы қ., Қазақстан)

МАССИВТАҒЫ ТАУ ЖЫНЫСТАРЫНЫҢ МІНЕЗДЕМЕСІН СИПАТТАУДЫҢ РЕЙНТИНГТІК КЛАССИФИКАЦИЯСЫН ТАҢДАУ

Бұл мақалада массивтағы тау жыныстарының мінездемесін сипаттаудың рейнтингтік классификациясын таңдаудың шетелдік талдамасы жасалынған. Қазу жүйесінің конструктивтік элементтерінің қолайлы нұсқасын таңдау және әрбір қазу жүйесіне параметрлері толық қарастырылған.

Түйінді сөздер: тау жыныстарының массиві, классификациялау жүйесі, тау жыныстарының параметрлері.

UDC 622.831

Summary

Sedina S.A. [1], Zharkimbaev B.M. [2]
([1]Mining Institute named after D.A. Kunaev; [2] Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpaev, Almaty, Kazakhstan)

CHOICE OF RATING CLASSIFICATION FOR DEFINITION CHARACTERISTICS OF THE ROCK MASSIF

This article analyzes the existing rating systems to determine the characteristics of rock mass. Details considered the parameters for each of the systems, which will choose the best option in the calculation the structural elements of systems development.

Keywords: rock massif, classification systems, parameters of rocks.

УДК 622.831.24

Еркешов А.Е., Альжанов Е.К., Малышакова Н.И.
(ТОО «Корпорация Казахмыс» - ПО «Жезказганцветмет»,
г.Жезказган, Казахстан)

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ СХЕМЫ ОТРАБОТКИ И УПРАВЛЕНИЯ ГОРНЫМ ДАВЛЕНИЕМ НА РУДНИКЕ «ЖОМАРТ»

Аннотация

Улучшение схемы отработки рекомендовано за счет перехода на оптимальную схему управления горным давлением.

Ключевые слова: *отработка, эффективность, горное давление, управление.*
Түйінді сөздер: *қазу, тиімділік, тау-кен қысымы, басқару.*
Keywords: *working off, efficiency, mining pressure, control.*

Практика ведения отработки запасов на руднике «Жомарт» выявила повышенную сложность ведения работ на второй стадии - при выемке запасов междукамерных и барьерных целиков (МКЦ и БЦ) по схеме работ с открытого выработанного пространства. Большая часть МКЦ переходит в процессе ведения работ в ослабленное состояние. В результате этого данные МКЦ вынуждены относить на полевую отработку. Такие незапланированные изменения по технологии носят неопределенный характер и хаотичное распределение ослабленных МКЦ по площади панели. В последующем эти МКЦ с большой долей вероятности будут отнесены в потери из-за увеличенного удельного объема ГПР по полевым выработкам. Учитывая, что МКЦ имеют достаточно большие размеры (10х10м в сечении при сетке их расположения 19х19м), потери руды по этой причине будут высокими. Кроме этого, отработка МКЦ сопровождается большими технологическими потерями и разубоживанием руды.

Касательно запасов БЦ шириной по 40м, практика показала не технологичность их отработки. По факту прорезками оформляются достаточно массивные МКЦ, в результате чего за один прием каждый МКЦ эффективно не отбивается и не отбрасывается из-за малых пролетов свободного пространства. Потери руды достигают 35-40% (в отдельных условиях - до 50%). Кроме этого, прорезки БЦ производятся на стадии выемки МКЦ и выполняются на примыкании к погашаемому пространству, то есть работы ведутся непосредственно в зоне опорного давления.

В целом объем запасов в МКЦ и БЦ оставляет почти 60% общих запасов панели, что показывает высокую актуальность вопроса совершенствования их отработки.

Рекомендуемые изменения по схеме отработки панелей рудника «Жомарт» основываются, прежде всего, на оптимизации управления горным давлением при ведении горных работ с учетом полученных данных опытно-промышленной проверки. В целом схема отработки базируется максимально на существующем варианте, учитывая, что многие панели уже вовлечены в первичную отработку.

Первичную отработку рекомендуется вести блоками по 3 ряда МКЦ вкрест простирания панели с оставлением сплошных ленточных целиков (ЛЦ) между блоками. Это дает более безопасные условия работ за счет защитного влияния на очистное пространство не только БЦ, но и ЛЦ и уменьшенного пролета выемочного блока. В этих условиях нагрузки на МКЦ снижены, кровля дополнительно поддерживается сплошными ленточными целиками - ЛЦ.

Вторая стадия отработки - выемка МКЦ в пределах каждого блока ведется по существующей типовой технологии, но имеет улучшенные условия безопасности за счет ограниченных размеров блока и защитного влияния совместно БЦ и ЛЦ.

Отработку ЛЦ ведут после выемки МКЦ. Схема отработки - с полевой подготовкой. Положительным для этой стадии является возможность проведения полевых буро-погрузочных (БПШ) штреков непосредственно под руду (по схеме «кровля-почва»), за счет чего до min снижается разубоживание.

Отработку БЦ в условиях оставления ЛЦ рекомендуется наполовину ширины 40м относить к очистной выемке блока с отработкой МКЦ по нему с открытого пространства. Вторую половину БЦ - относить на типовую схему с полевой подготовкой.

Преимущества рекомендуемой схемы

1. За счет изменения системы опорных элементов в панели и введения дополнительно ленточных целиков - ЛЦ - с разбивкой панели на блока обеспечиваются меньшие нагрузки на МКЦ по сравнению с существующей схемой. Имеется возможность уменьшения их размеров. Соответственно увеличивается объем добычи на первичной, наиболее эффективной стадии отработки - очистной выемке. То же самое относится и к БЦ.

2. В блоках с ограниченными пролетами обеспечиваются лучшие условия для ведения повторной отработки с открытого пространства за счет усиленного поддержания кровли ленточными целиками (ЛЦ +БЦ).

3. Отбойка МКЦ меньших размеров более благоприятна как по снижению действия отрывных усилий на кровлю, так и по дальности отброса руды. За счет этого ожидается снижение технологических потерь и разубоживания руды.

4. Исключаются завышенные потери руды в целом по системе на 15-20% за счет более технологичной отработки БЦ (отнесение половины его объема на шпуровую отбойку с технологическими потерями не более 4 - 5%),

5. Сплошные ЛЦ отрабатываются с малым разубоживанием, поскольку полевые БПШ проходят непосредственно под руду (по схеме «кровля-почва»).

6. На стадии повторной отработки с открытого пространства при блочной схеме открывается большой фронт работ в 3 - 4 блоках одновременно (в отработке до 3-4 МКЦ в сутки) по сравнению с одним фронтом в панели (1 МКЦ в сутки) при существующей схеме.

Данные рекомендации по повышению эффективности отработки запасов рудника «Жомарт» рекомендованы для опытно-промышленной проверки.

ӘОЖ 622.831.24

Резюме

Еркешов А.Е., Альжанов Е.К., Мальшакова Н.И.
(«Қазақмыс» Корпорациясы ӨБ «Жезқазғантүстімет»,
Жезқазған қ., Қазақстан)

СХЕМА ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ЖӨНІНДЕГІ ЖҰМЫСТЫ ӨТЕУ ҰСЫНЫМДАР ЖӘНЕ «ЖОМАРТ» КЕНІШІНДЕ ТАУ-КЕН ҚЫСЫМЫҢ БАСҚАРУ

Қазып алу тәсілін тау-кен қысымын басқарудың оңтайлы тәсіліне көшу есебінен жақсарту ұсынылған.

Түйінді сөздер: қазу, тиімділік, тау-кен қысымы, басқару.

UDC622.831.24

Summary

Erkeshov A.E., Alzhanov E.K., Malshakova N. I.
(Kazakhmys Corporation LLP - ON "Zhezkazgantsvetmet",
Zhezkazgan, Kazakhstan)

RECOMMENDATIONS ON INCREASE OF EFFICIENCY OF THE SCHEME OF WORKING OFF AND MANAGEMENTS OF MOUNTAIN PRESSURE ON MINE «ZHOMART»

Improving processing circuit is recommended due to the transition to the optimal scheme of mountain pressure.

Keywords: working off, efficiency, mining pressure, control.

УДК 622.271.32

Еркешов А.Е., Альжанов Е.К., Шаймердинов С.А.
(ТОО «Корпорация Казахмыс» - ПО «Жезказганцветмет»
г.Жезказган, Казахстан)

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТНОЙ ПРОВЕРКИ ОТРАБОТКИ МАЛЫХ КАРЬЕРОВ ВБЛИЗИ ОХРАНЯЕМЫХ ОБЪЕКТОВ

Аннотация

При применении новых технологических параметров отработки и взрывания получен положительный опыт доработки карьера вблизи охраняемых объектов.

Ключевые слова: *проверка, отработка, карьер,охраняемый объект.*
Түйінді сөздер: *тексеру, қазып алу, карьер, қорғалатын нысан.*
Keywords: *check-up, working off, pit, protected object.*

Ведение открытой разработки вблизи охраняемых объектов ограничивается, прежде всего сейсмобезопасным расстоянием в зоне охраны. В условиях приближенного расположения жилых поселков при отработке карьеров Кресто-10, 12, 7 изменены технологические параметры ведения работ с переходом на послойную отбойку и отработку уступов. Глубина отбиваемого слоя не превышает 5.0м. и значительно меньше принимаемых при открытых горных работах (ОГР) параметрах с отбойкой уступов на полную высоту - 15-20м.

Кроме технологических изменений ОГР, проведена разработка специальных паспортов БВР со сниженной сейсмикой взрыва.

Опытные работы сопровождались измерениями уровня сейсмики по месту расположения охраняемых объектов. Замеры производились при помощи переносного сейсмического регистратора Mini Mate Plus.

Результаты произведенных измерений показали снижение сейсмики до уровня скорости колебаний почвы 0.20 - 0.36 см/с на расстоянии 200м от взрываемого блока и общей массе заряда ВВ 2170 - 3980кг (по 10-11 скважин с массой ВВ 217 - 362кг в скважине). В целом данный уровень колебаний не превышает 1 - 2 баллов по шкале балльности ИФЗ им. О.Ю.Шмидта. Для существующих условий отработки данный уровень сейсмики является допустимым.

Таким образом, рекомендованный геотехническим отделом ПО «Жезказганцветмет» переход на послойную отбойку уступов с глубиной слоя не более 5.0м и применение специальных паспортов БВР со сниженной сейсмикой положительно решают проблему доработки запасов малых карьеров вблизи охраняемых объектов.

ӘОЖ 622.271.32

Резюме

Еркешов А.Е., Альжанов Е.К., Шаймердинов С.А.
(«Қазақмыс» Корпорациясы ӨБ «Жезқазғантүстімет»,
Жезқазған қ., Қазақстан)

ҚОРҒАЛАТЫН НЫСАНДАР МАҢЫНДА ШАҒЫН КАРЬЕРЛЕРДІ ПЫСЫҚТАУДЫҢ ТӘЖІРИБЕЛІ ТЕКСЕРУ НӘТИЖЕЛЕРІ

Қазып алу мен жарудың жаңа технологиялық шама шарттарын қолдану кезінде карьерді қорғалатын нысандар маңында толық қазып алудың оң тәжірибесі алынды.
Түйінді сөздер: тексеру, қазып алу, карьер, қорғалатын нысан.

UDC 622.271.32

Summary

Erkeshov A.E., Alzhanov E.K., Shaymerdinov S. A.
(Kazakhmys Corporation LLP - ON "Zhezkazgantsvetmet",
Zhezkazgan, Kazakhstan)

RESULTS OF SKILLED CHECK OF WORKING OFF
SMALL PITS NEAR THE PROTECTED OBJECTS

Using of new technological parameters led to positive experience of processing of a pit near protected objects.
Keywords: check-up, working off, pit, protected object.

БУРОВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ И ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА

УДК 622.235.213.42

Феодоритов М.И., Шеменев В.Г, Брагин П.А., Корнилков С.В., Столяров П.Н.
(Институт горного дела Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия)

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭМУЛЬСИОННЫХ ВВ С СУЛЬФИДНЫМИ РУДАМИ

Аннотация

С использованием метода исследования кинетики разложения энергоемких веществ проверялось взаимодействие эмульсионных ВВ с сульфидными рудами. Показано, что введение гранулированной аммиачной селитры в состав эмульсионных ВВ, приводит к существенному (почти в миллион раз) снижению его стойкости в контакте с сульфидами.

***Ключевые слова**: аммиачная селитра, эмульсионные ВВ, сульфидные руды.*
***Түйінді сөздер:** аммиак селитрасы, эмульсиондық ЖЗ, сульфид кендері.*
***Keywords:** ammonium nitrate, emulsion explosives, sulphidic ores.*

Широко известно, что аммиачно-селитренные ВВ способны вступать во взаимодействие с сульфидными рудами. При этом протекающие реакции являются самораспространяющимися с выделением тепла [1], что способно привести при неблагоприятных условиях к несанкционированному взрыву заряда ВВ.

При переходе на эмульсионные ВВ выдвигались предположения, что за счет наличия эмульсионной фазы, отделяющей аммиачную селитру (или ее раствор) от окружающей среды достигается не только высокая водоустойчивость, но и исключается взаимодействие с сульфидными рудами. Однако, не смотря на это, основные разработчики эмульсионных ВВ предусматривают, в случае наличия во взрываемых породах включений сульфидов (особенно пирита), использование специальных модификаций взрывчатых составов, содержащих ингибирующие добавки, в качестве которой чаще всего используется карбамид [2-3].

К сожалению, как показала практика, эмульсионные ВВ также вступают во взаимодействие с сульфидными рудами, как и прочие аммиачно-селитренные ВВ. Для примера назовем закипание скважин, снаряженных эмульсионным ВВ «Тованом» на Лебединском ГОКе и преждевременный взрыв заряда эмульсионного состава АС-25П на Гайском ГОКе. Это, а также ряд других случаев потребовало проведения более доскональных исследований.

На протяжении ряда лет для определения термической стойкости взрывчатых материалов, в том числе аммиачно-селитренных промышленных ВВ в контакте с сульфидсодержащими породами использовали традиционные методы определения стойкости типа пробы Вьеля, количественные характеристики разложения веществ получались при исследовании кинетики разложения с использованием манометров типа манометра Бурдона, дериватографов, термогравиометрии и другие. Однако экспериментальные кривые обрабатывались на начальных участках разложения и могли быть использованы только для определения кинетических параметров начальной стадии разложения.

Для проведения указанных исследований закономерности разложения взрывчатых веществ был использован расчетно-экспериментальный метод оценки параметров воспламенения изделий, снаряженных энергоемкими материалами.

Метод основан на изучении кинетики тепловыделения в заданных условиях и дальнейшей обработке экспериментальных кривых.

Обработка кривых основана на использовании метода элементарного баланса тепла (система уравнений (1)) (имеется несколько модификаций приборов и методов обработки).

$$(c_1м_1+c_2м_2)\, dT/dt = Qd\eta/dt - as\,(T-Tn) \qquad (1)$$
$$d\eta/dt = f(E, \eta)$$

где $c_1, м_1, c_2, м_2$ – теплоемкость (с) и масса (м) вещества и материала ячейки;

T – текущая температура ячейки;

t – время;

Q – тепловой эффект реакции;

η - безразмерная глубина разложения;

as – коэффициент теплоотдачи с поверхности ячейки (определяется экспериментально);

Tn – температура калориметра;

E – энергия активации.

Расчет теплового состояния изделия проводится по специально разработанной программе, основанной на решении системы уравнений теплопроводности, кинетики разложения вещества, граничных и начальных условий.

$$c*\rho*dT/dt= \lambda(d^2T/dx^2+m/x*dT/dx)+Q*d\eta/dt$$
$$d\eta/dt=f(E,\eta)$$
$$x=0 \;\; dT/dx=0 \qquad (2)$$
$$x=xo \;\; -\lambda*dT/dx=a*(T-To)$$
$$t=0 \;\; T=Tn(x)$$

где c - теплоемкость, ρ - плотность, λ - теплопроводность слоев изделия,

m – форма изделия (плоскость =0, цилиндр =1, шар = 2)

x – текущая координата изделия,

xo – характерный размер изделия.

Такой подход позволяет количественно учесть особенности разложения веществ, совместимость их с материалами, многослойность изделий, сложный характер температурного воздействия, выработать критерии сохранности или разрушения изделий и реализован в области спецхимии.

На рисунке 1 представлен комплекс приборов «Катран» для исследования кинетики разложения энергоемких веществ.

Рисунок 1 - Комплекс приборов для термических исследований

С использованием комплекса «Катран» было проведено исследование термической стойкости эмульсионных ВВ «ФОРТИС» с образцами сульфидсодержащих руд Западно-Озерного медноколчеданного месторождения.

Необходимо отметить, (как указывалось выше) что учитывая наличие взаимодействия аммиачно-селитренных ВВ с сульфидсодержащими рудами, в эмульсионных ВВ «ФОРТИС» была разработана марка Еклипс, в которой в основную эмульсионную матрицу вводится добавка карбамида. Согласно ранее проведенным исследованиям карбамид стабилизирует процессы автокатализа реакции разложения аммиачной селитры в присутствии сульфидных руд.

С целью определить элементный состав поверхности руд, поверхность скола образцов была исследована в отраженных электронах.

Результаты исследования позволили получить карты распределения основных сульфидосодержащих элементов на поверхности образцов руд, которые представлены на рисунке 2.

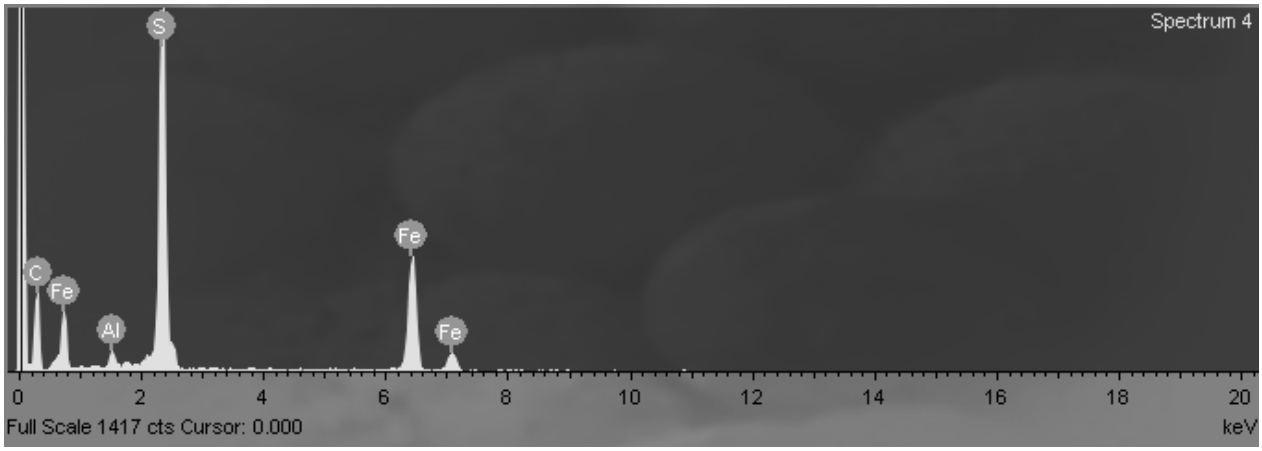


Рисунок 2 – Спектр основных сульфидосодержащих соединений на поверхности образца

Приведенные данные подтверждают, что в представленных образцах руд наблюдается большое количество сернистых соединений.

Исследование термической стойкости эмульсионных ВВ в смеси с образцом руды проводилось следующим образом. В одну из двух ампул помещался исследуемый образец, ампула герметизировалась и устанавливалась в специальный блок с дифференциальной термопарой. Туда же помещалась пустая ампула сравнения. Задавался температурный график нагрева (линейный, статический, смешанный) и записывалась разность выделяемых мощностей из ампулы с образцом и ампулы сравнения.

Образец смеси с рудой готовился следующим образом: кусок породы размельчался до зерен размером 0.5 – 1.0 мм, затем перемешивался с выбранным образцом эмульсионного ВВ и смесь помещалась в ампулу.

На рисунках 3 представлены экспериментальные кривые разложения эмульсионных ВВ Фортис Еклипс (чистая эмульсия) в смеси с образцами руд.

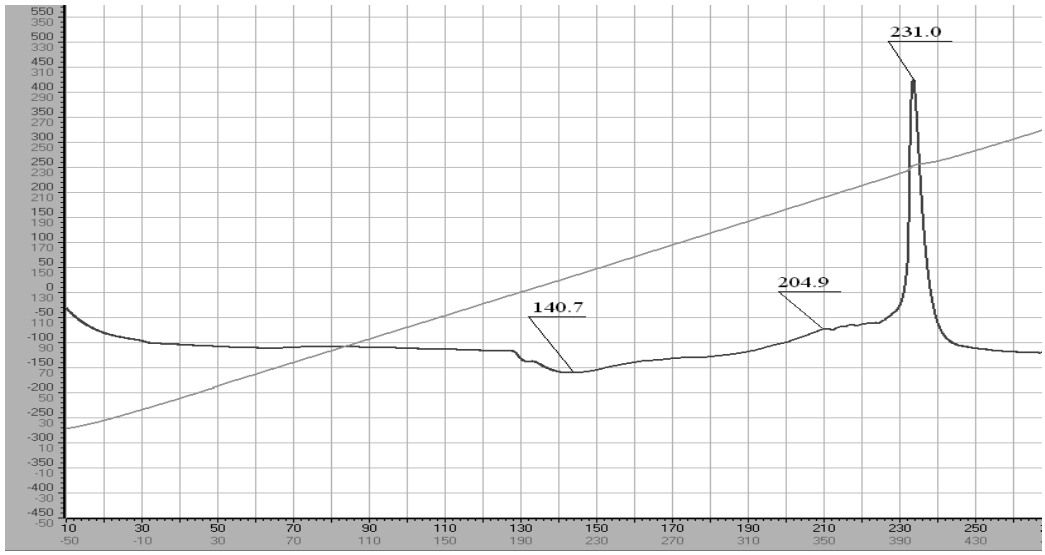


Рисунок 3 - Экспериментальные кривые разложения смеси эмульсионной матрицы с образцом руды

Кинетика разложения смеси эмульсионной матрицы с образцом руды удовлетворительно подчиняется закономерностям автокатализа второго порядка:

$$d\eta/d\tau = 10^{10.95}\exp(-40000/R/T)(1-\eta) + 10^{8,0}\exp(-25000/R/T)(1-\eta)\,\eta^2 \quad (3)$$

Принимая во внимание, что в большинстве эмульсионных составов (в том числе и в указанных выше «Тован» и «Эмульсионный состав АС-25П») наряду с эмульсионной матрицей присутствует аммиачная селитра, были проведены исследования кинетики разложения смеси эмульсионной матрица – АС - руда образец 1 (соотношение ЭМ/АС принималось 65/35), рисунок 4.

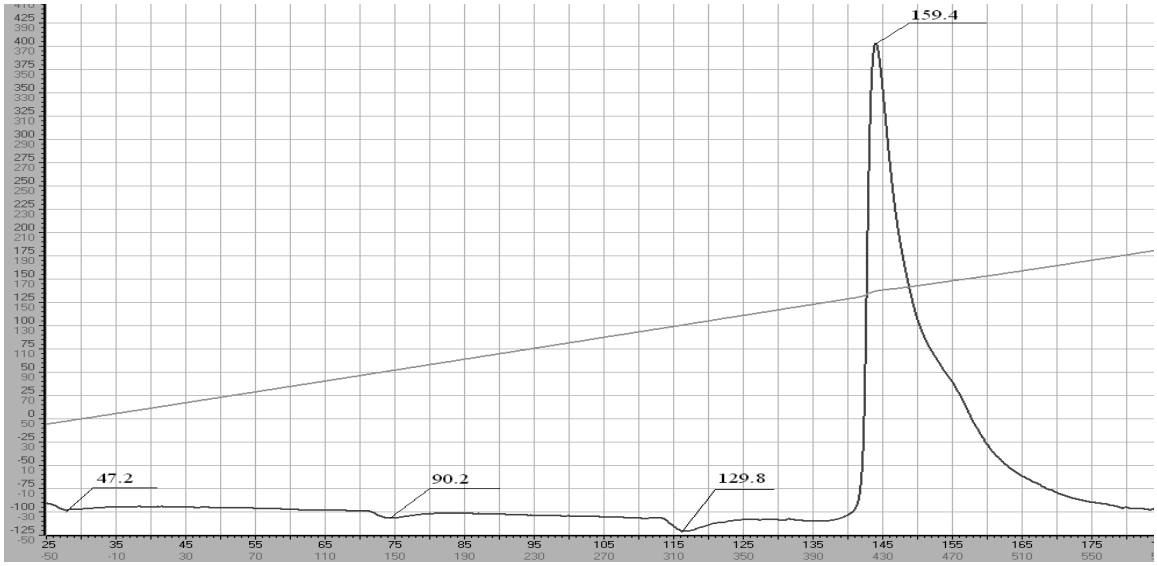


Рисунок 4 - Экспериментальные кривые разложения смеси эмульсионной матрицы аммиачной селитрой и образцом руды

Кинетика разложения смеси ЭМ-АС с рудой удовлетворительно подчиняется закономерностям автокатализа второго порядка:

$$d\eta/d\tau = 10^{16.7}\exp(-40000/R/T)(1-\eta) + 10^{11,2}\exp(-25000/R/T)(1-\eta)\,\eta^2 \quad (4)$$

Сравнивая с зависимостью для чистой эмульсии (уравнение 3) отметим, что в этом случае снижение стойкости (увеличение скорости разложения) достигает почти 10^6 (миллион) раз.

Таким образом, можно сделать вывод, что введение в состав эмульсионной матрицы аммиачной селитры, находящейся в твердой фазе, в случае контакта с сульфидсодержащими породами приводит к существенному снижению стабильности.

Литература

1 Хохолков А.А. Химизм и кинетика процесса взаимодействия аммиачной селитры с сульфидными рудами. Известия ВУЗов Горный журнал, 1999, «9-10».

2 Эмульсионная матрица «Сабтэк». Технические условия.

3 Эмульсия нитронита. Технические условия.

References

1 Hoholkov A.A. Himizm i kinetika processa vzaimodejstvija ammiachnoj selitry s sul'fidnymi rudami. Izvestija VUZov Gornyj zhurnal, 1999, «9-10».

2 Jemul'sionnaja matrica «Sabtjek». Tehnicheskie uslovija.

3 Jemul'sija nitronita. Tehnicheskie uslovija.

ӘОЖ 622.235.213.42

Резюме

Феодоритов М.И., Шеменев В.Г, Брагин П.А., Корнилков С.В., Столяров П.Н.
(ОБ РҒА Тау-кен институты, Екатеринбург қ., Ресей)

ЭМУЛЬСИОНДЫҚ ЖАРЫЛҒЫШ ЗАТТАРДЫҢ СУЛЬФИД КЕНДЕРІМЕН ӘРЕКЕТТЕСТІКТІҢ ЕРЕКШЕЛІГІ

Эмульсиондық жарылғыш заттары күкүрт кенімен әрекеттестігі кинетиканың энерия сыйымды заттарды ыдыратудың зерттеу әдісін қолдану арқылы тексерілген. Эмульсиондық ЖЗ құрамына түйіршіктелген аммиак селитрасын қосу оның күкірт пен әрекеттесу тұрақтылығын (миллион есеге дейін) азайтады.

Түйінді сөздер: аммиак селитрасы, эмульсиондық ЖЗ, сульфид кендері.

UDC 622.235.213.42

Summary

Feodoritov M. I., Shemenev V. G., Bragin P. A., Kornilkov S.V., Stolyarov P. N.
(Institute of mining of the Ural office of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia)

FEATURES OF INTERACTION OF EMULSION EXPLOSIVES WITH SULPHIDIC ORES

With use of a method of research of kinetics of decomposition of power-intensive substances interaction of emulsion explosives with sulphidic ores was checked. It is shown that introduction of the granulated ammonium nitrate to structure of emulsion VV, brings to essential (almost a million times) to decrease in its firmness in contact with sulfides.

Keywords: ammonium nitrate, emulsion explosives, sulphidic ores.

feodoritow.m@yandex.ru Феодоритов

УДК 622.235.213

Синцов С.Е.[1], Котяшов В.С.[1], Федосеев В.А.[1],
Синицын В.А.[2], Глебов А. В.[2], Шеменев В.Г.[2], Меньшиков П. В.[2]
([1]ООО АВТ-УралСервис, [2]ИГД УрО РАН)

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ МОЩНОСТИ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ЭМУЛЬСИОННЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО «АВТ-УРАЛСЕРВИС»

Аннотация

В статье представлены оборудование и техника для производства и доставки эмульсионного взрывчатого вещества (ЭВВ) Нитронит, применяемые на предприятии ООО «АВТ-Уралсервис», а также описаны устройство, конструкция и технологическая схема смесительно-зарядной машины типа «Универсал».

Ключевые слова: *эмульсионные взрывчатые вещества, смесительно-зарядные машины, технологическое оборудование.*

Түйінді сөздер: *эмульсиялық жарылғыш заттар, Қоспалауыш-зарядтау машинасы, технологиялық жабдықта*

Keywords: *emulsion explosives, mixing-charging machines, production equipment.*

Предприятие ООО «АВТ–УралСервис» создано в 2009 г. на базе ООО «АВТ-Урал» для осуществления и обеспечения взрывных работ на предприятиях Уральского региона (учредитель ГК «Азот – Взрыв»).

Основные виды деятельности ООО «АВТ – Уралсервис»:

- распространение взрывчатых материалов промышленного назначения (оптовая торговля);
- услуги по доставке ВМ промышленного назначения;
- услуги по доставке компонентов для изготовления эмульсионных ВВ доставщиками «ДК-25Пл»грузоподъемностью 25 т на расстояние до 800 км;
- заряжание скважин эмульсионными ВВ «Нитронит» СЗМ «Универсал»;
- проектирование и ведение взрывных работ на условиях аутсорсинга с продажей 1 м^3 или 1 т ЭВВ для заказчиков в Уральском регионе.

Технологическое оборудование для производства и доставки ЭВВ представлено в таблице 1.

Смесительно-зарядные машины типа «Универсал» представлены на рисунке 1. Доставщик эмульсии ДК – 25Пл представлен на рисунке 2. Перегрузка эмульсии с доставщика ДК – 25Пл в СЗМ «Универсал» на блоке заказчика и транспортирование эмульсии в карьере доставщиком ДК – 25Пл представлены на рисунках 3 и 4.

Таблица 1 - Оборудование и техника для производства и доставки ЭВВ

№ п.п.	Оборудование, техника	Кол-во	Производитель	Назначение
1	Смесительно-зарядная машина на шасси Scania, колесная формула 6×6, тип «Универсал» ТС-4	4	International Explosives Equipment (Австралия)	Производит ЭВВ «Нитронит»® из компонентов путем смешивания в процессе зарядки. в скважины «под столб воды»
8	Доставщик эмульсии ДК-25 с тягачом Scania	4	США	Для перевозки готовой эмульсии «Нитронит» на расстояние до 300 км.

Рисунок 1 – Смесительно-зарядные машины «Универсал».

Рисунок 2 - Доставщик эмульсии ДК – 25Пл.

Рисунок 3 - Перегрузка эмульсии с доставщика ДК – 25Пл в

СЗМ «Универсал» на блоке заказчика

Рисунок 4 - Транспортирование эмульсии в карьере доставщиком ДК – 25Пл

В середине 80-х годов перед головными институтами в области промышленных ВВ – ГосНИИ «Кристалл» и Красноармейским НИИ механизации была поставлена задача – в кратчайшие сроки создать в России рецептуры эмульсионных ВВ, технологию и оборудование для их изготовления и смесительно-зарядные машины для заряжания обводненных скважин по технологии «под столб воды» (таблица 1).

Машины СЗМ типа «Универсал» ТС-4 изготовлены International Explosives Equipment (Австралия).

СЗМ типа «Универсал» предназначены для раздельной транспортировки к местам производства взрывных работ невзрывчатых компонентов (эмульсии, аммиачной селитры, дизельного топлива и газогенерирующей добавки, загружаемых на заводе изготовления эмульсии или на стационарном пункте), изготовления из них на месте применения промышленных взрывчатых веществ (ВВ) и механизированного заряжания ими сухих и обводненных скважин диаметром не менее 90 мм на открытых горных разработках при температуре окружающей среды от минус 40°С до плюс 40°С.

Машины оснащены тремя основными резервуарами: бункер для аммиачной селитры, резервуаром для эмульсии, топливным резервуаром, а также резервуарами для гидравлической жидкости и технологической воды.

Бункер для аммиачной селитры имеет проектную вместимость 4500 кг. Он однокамерный и изготовлен из нержавеющей стали марки 304 (толщина стенки 3 мм). Сверху бункер оборудован раздвижным алюминиевым люком, обеспечивающим равномерную загрузку аммиачной селитры по всему объему и безопасный доступ персонала для обслуживания и чистки, съемной сеткой 10 ×10 мм из нержавеющей стали, трапом с рифленой поверхностью и поручнями безопасности. В нижней части бункера расположен дозирующий шнек аммиачной селитры.

Резервуар эмульсии имеет проектную вместимость 10885 кг. Он также изготовлен из нержавеющей стали (толщина стенки 4 мм). Резервуар оснащен перегородкой, а его наружная часть имеет высокую прочность. Резервуар оборудован люком с вентиляционным отверстием. Наружная часть резервуара изолирована (толщина материала 50 мм). Также имеется защита от опрокидывания. Заполнение эмульсионного резервуара выполняется с помощью наружного насоса. Труба для внутреннего наполнения обеспечивает поступление продукта на верхнюю часть уже имеющегося продукта.

Вместимость топливного резервуара 380 литров, он изготовлен из листовой низкоуглеродистой стали (толщина стенки 4 мм). Внутри имеются перегородки, а также

вентиляционное отверстие на случай опрокидывания машины PV204. крышка вентиляционного отверстия, зафиксированная болтами, и наливной пункт с эксцентриковым затвором. Также имеется защита от опрокидывания. Разгрузка производится через донные соединения, оснащенные клапаном. Топливный резервуар оснащен трубкой уровня. На обоих концах трубки имеется по стопорному клапану.

Два шнека предназначены для смешивания продукта – донный и смесительный шнек. Все шнеки изготовлены из нержавеющей стали и оснащены уплотнениями и подшипниками. Все шнеки и подшипники расположены снаружи концевого диска шнека и снабжены устройством предотвращения затекания в них продукта в случае выхода уплотнения из строя. Насос Napco подает эмульсию в смесительный шнек для смешивания. В данной машине используются невзрывчатые эмульсии, поэтому насос Napco оснащен датчиками высокого и низкого давления.

Mono насос используется для подачи смешанного продукта в скважину с помощью выгружного шланга. Mono, или скважинный насос, расположен под выходным отверстием выгружного шнека. Mono насос прикреплен к шасси установки и расположен на тыльной стороне. К входному отверстию насоса крепится бункер. Он оснащен датчиком уровня, с помощью которого начинается или останавливается процесс смешивания в шнеках. Скважинный насос оснащен датчиками высокого и низкого давления. Mono насос также оборудован линией промыва водой, регулируемой клапаном вручную.

Резервуар для воды, емкость которого составляет 600 литров, предназначен для технологической и промывочной воды. Насос марки «Cat» используется для перекачивания технологической воды в одно из оросительных колец, расположенных в начале выгружного шланга. Резервуар подключен непосредственно к скважинному Mono насосу для промыва. Он оснащен донным штуцером наполнения.

Имеется шланговый барабан, на котором находится выгружной шланг. Барабан оснащен гидравлическим двигателем с цепным приводом, а также верхней подвижной стрелой для помещения выгружного шланга в скважину. Входное отверстие шлангового барабана подключено к скважинному насосу, и продукт подается из насоса в шланг. Шланговый барабан управляется ручными рычагами, расположенными в гидравлическом шкафу в левой задней части установки.

Система ГГД состоит из двух отдельных контуров подачи растворов. Каждая контур состоит из бака газогенерирующей добавки (вместимость 150 литров), патрубка с шаровым краном, фильтра, лопастного насоса-дозатора «Procon», расходомера, обратного клапана, шлангов и фитингов. Емкости изготовлены из нержавеющей стали толщиной 3 мм, оснащены наливными, дренажными отверстиями, измерителями уровня. Насосы-дозаторы приводятся в действие гидравлическими моторами «Char-Lynn». Выход насоса оснащён ротаметром. Изменение расхода ГГД осуществляется ручными гидравлическими клапанами, расположенными в гидравлическом шкафу, контроль - визуальный по показаниям расходомера. Точка впрыска первого контура – на входе эмульсионного насоса, второго контура – на входе винтового продуктового насоса. Обогрев емкостей ГГД осуществляется нагретой рабочей жидкостью системы охлаждения двигателя шасси.

Все компоненты установлены на подрамнике, прикрепленном к шасси с помощью комбинации жестко-прикрепленных или пружинных кронштейнов.

Работа навесного оборудования контролируется электромагнитными гидравлическими клапанами. Все гидравлические клапаны и коллекторы находятся в двух гидравлических шкафах, расположенных с левой стороны машины впереди и сзади.

Электрическое управление располагается в кабине машины. Установка оборудована двумя системами аварийного выключения, одна находится в кабине, а другая в гидравлическом шкафу, расположенном слева на передней стороне установки.

Гидравлический шкаф оборудован внешним контроллером партии и станцией Стоп/Старт, что позволяет управлять установкой сзади.

Машина имеет ручной выбор передач. Механизм отбора мощности, расположенный в кабине, управляется с помощью коробки передач.

Система управления машиной спроектирована на основе электронной системы, которая управляет гидравлической системой. Оператор имеет возможность регулировать скорость двигателя из кабины машины во время производственного процесса и процесса смешивания продукта. В зависимости от процентного соотношения необходимых ингредиентов оператор может менять значения скорости с помощью цифровых потенциометров, расположенных на панели управления. Датчики, расположенные в машине, предоставляют оператору возможность получать информацию о состоянии скорости различных двигателей и аспектах безопасности.

Технологическая схема смесительно-зарядной машины предоставлена на рисунке 5.

Анализ технико-экономических показателей, полученных в процессе эксплуатации этих машин на карьерах Урала, позволяет поставить их в один ряд с лучшими зарубежными СЗМ, а технологическое оборудование для производства и доставки ЭВВ не уступает зарубежному.

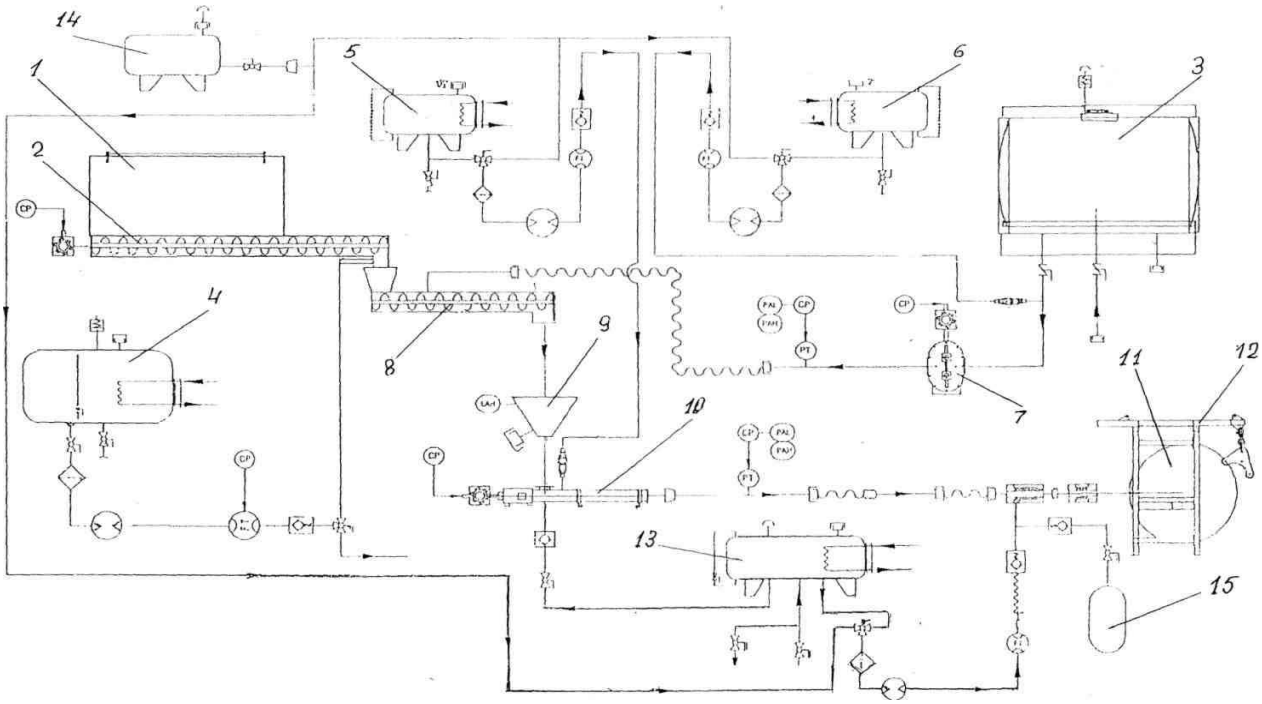


Рисунок 5 - Технологическая схема смесительно-зарядной машины «Универсал» ТС-4

1 - бункер для аммиачной селитры; 2 - дозирующий шнек аммиачной селитры; 3 - емкость для эмульсии; 4 - емкость для дизельного топлива;5 - емкость для газогенерирующей добавки 1; 6 - емкость для газогенерирующей добавки 2; 7 - эмульсионный насос; 8 - перемешивающий шнек; 9 - приемный бункер продуктового насоса ; 10 - винтовой насос готового продукта (ЭВВ); 11 - барабан с зарядным шлангом; 12 - выдвижная стрела с направляющим роликом; 13 - емкость для технологической воды; 14 - емкость для гликоля; 15 - рессивер.

ӘОЖ 622.235.213

Резюме

Синцов С.Е.[1], Котяшов В.С.[1], Федосеев В.А.[1],
Синицын В.А.[2], Глебов А. В.[2], Шеменев В.Г.[2], Меньшиков П. В.[2]
([1] АВТ-ОралСервисі ЖШҚ, [2] РҒА ОБ ТКИ)

«АВТ- ОРАЛСЕРВИСІ» ЖШҚ КӘСІПОРНЫНДА ЭМУЛЬСИЯЛЫҚ ЖАРЫЛҒЫШ ЗАТТАРДЫ ДАЙЫНДАУДЫҢ ӨНДІРІСТІК ҚУАТЫ

Бұл мақалада эмульсиялық жарылғышзаттарды (ЭЖЗ) тасымалдауға, өндіріске қажетті техникалар мен жабдықтар қарастырылған. АВТ-ОралСервисі ЖШҚ кенорнында қолданылатын нитронит, сонымен қатар «Универсал» сияқты қоспалауыш-зарядтау машинасының технологиялық сұлбасы және құрылғылары сипатталған.

Түйінді сөздер: эмульсиялық жарылғыш заттар, Қоспалауыш-зарядтау машинасы, технологиялық жабдықта

UDC 622.235.213

Summary

Sintsov SE[1], Kotyashov VS[1], Fedoseev VA [1]
Sinitsyn VA[2], Glebov AV[2], Shemenev VG[2], Menshikov PV[2]
([1]AVT-UralServis Ltd., [2]IM UB RAS)

MANUFACTURING CAPACITY FOR EMULSION EXPLOSIVES AT THE ENTERPRISE OOO "AVT-URALSERVIS"

The article presents the machinery and equipment for the production and delivery of an emulsion explosive (EVV) nitrones used in the enterprise OOO "AVT-Uralservis", and describes the device design and process flow diagram mixing-charging machines of the "Universal".

Keywords: emulsion explosives, mixing-charging machines, production equipment.

МЕХАНИЗАЦИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ, ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГОРНЫХ РАБОТ

УДК 622.236

Едыгенов Е.К.
(Филиал РГП «НЦ КПМС РК» ИГД им. Д.А. Кунаева,
г. Алматы, Казахстан)

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ СИЛОВЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ГОРНОМ ДЕЛЕ

Аннотация

Рассматриваются вопросы применения электромагнитных силовых импульсных систем в горном деле

***Ключевые слова**: электромагнит, силовые импульсные системы, перфоратор, электромагнитный молот.*

***Түйінді сөздер:** электромагнит, күш импульстік жүйелері, перфоратор, электромагниттық балға.*

***Keywords**: electromagnet, power impulsive systems, perforator, electromagnetic hammer.*

Машины с силовыми импульсными системами (СИМС) широко применяются в различных отраслях промышленности, где имеются технологические процессы, механизация которых осуществляется машинами ударного действия большой мощности.

В машинах с электромагнитными силовыми импульсными системами (ЭМСИМС) рабочей средой, взаимодействующей и придающей рабочему инструменту кинетическую энергию, является магнитное поле, которое образуется в электромагнитных приводах при подаче на них сетевого напряжения.

В этом существенное отличие и преимущество ЭМСИМС от гидравлических, которым, помимо требований к прецизионности в изготовлении, для работы из-за многократного преобразования энергии из одного вида в другой необходимо дополнительное оборудование (маслостанция, шланги высокого давления и т.д.).

В Институте горного дела им. Д.А.Кунаева вопросами создания машин для разрушения и доставки горных пород с применением электромагнитных силовых импульсных систем занимаются с 80-х годов прошлого столетия по трем направлениям: первое – создание электромагнитного перфоратора (ЭМП) для бурения шпуров и скважин в крепких горных породах; второе – создание электромагнитного молота (ЭММ) для механического разрушения горных пород; третье – создание конвейерного поезда для доставки горной массы с глубоких карьеров. Четвертое направление применения ЭМСИМС в горном деле связано с технологией предварительного разупрочнения руд в процессах рудоподготовки.

1. Электромагнитный перфоратор.

Ударный узел электромагнитного перфоратора (ЭМП) состоит из электромагнитных катушек прямого и обратного хода. При подаче попеременно на эти катушки импульсов тока разной полярности от тиристорного блока питания боек совершает возвратно поступательное движение, нанося удары по хвостовику.

В ЭМП применена незамкнутая система водяного охлаждения электромагнитных катушек с помощью полых полюсных и промежуточных радиаторов. Для этого катушки прямого и обратного хода разделены на ряд секций, между которыми размещены полые

радиаторы. По полостям радиаторов циркулирует вода, охлаждая каждую секцию катушек с двух сторон. Кроме того, вода циркулирует между направляющей трубой, в которой движется боек, и каркасом секций, а также по полости, образованной двойными стенками внешнего корпуса [1].

В лаборатории разрушения и доставки горных пород (РДГП) ИГД им. Д.А.Кунаева по гранту АО «Национальный инновационный фонд РК» был разработан и изготовлен на АО «Машзавод им.С.М.Кирова» опытный образец электромагнитного перфоратора для бурения шпуров и скважин малого диаметра (40-85 мм) в породах крепостью 10-20 по шкале проф. М.М. Протодьяконова с энергией удара 150 Дж и частотой 3000 ударов в минуту, который в 2007 г. прошел успешные испытания на Риддер-Сокольном руднике АО «Казцинк» (рисунок 1).

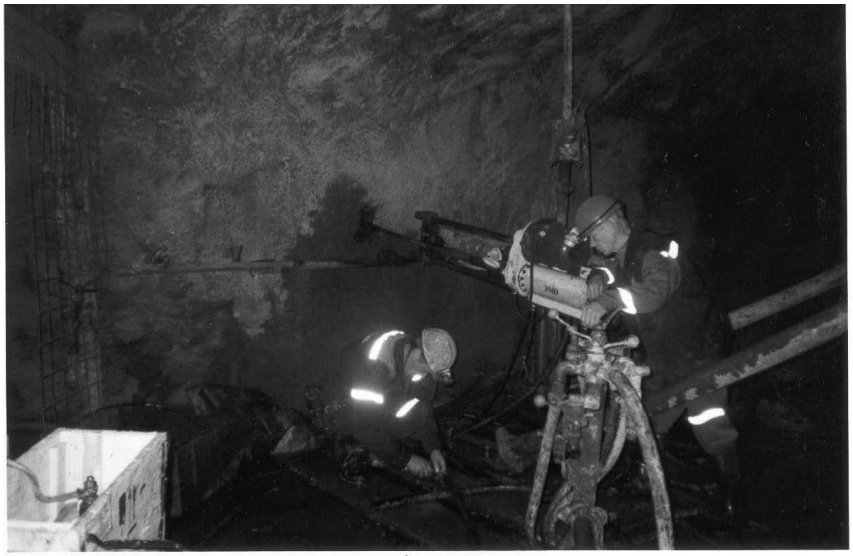


Рисунок 1 – Опытный образец ЭМП на испытаниях
в забое Риддер - Сокольного рудника АО «Казцинк»

По результатам испытаний были проведены конструктивные доработки опытного образца с целью повышения ударной мощности, улучшения условий охлаждения катушек электромагнитов, снижения энергоемкости, и изготовлен опытно-промышленный образец ЭМП (рисунок 2).

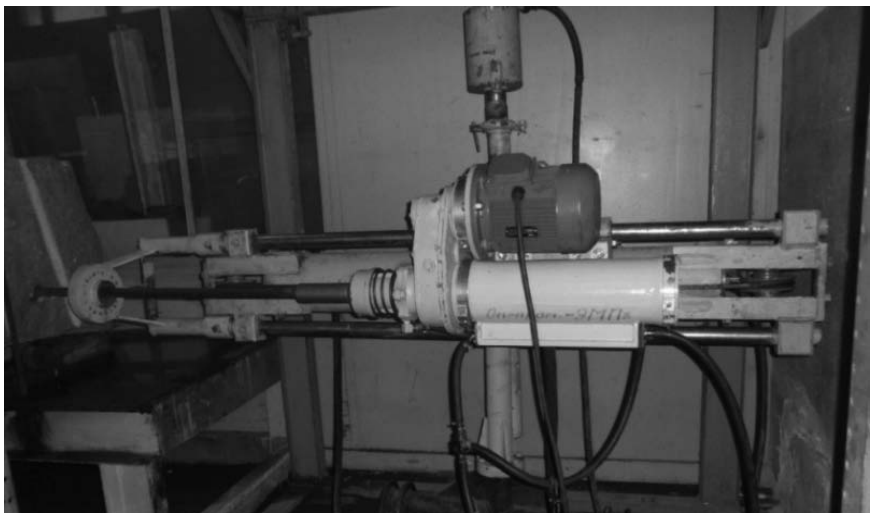


Рисунок 2 – Опытно-промышленный образец ЭМП на
буровом станке ЛПС-3у

Техническая характеристика по результатам испытания представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Техническая характеристика ЭМП

Наименование параметров	Показатели
Энергия единичного удара, Дж	180
Частота ударов в минуту	3000
Энергия, потребляемая ударным узлом, кВт	30
Габаритные размеры, мм	960х445х260
Масса ЭМП в сборе, кг	140
Масса ударного узла, кг	58

2. Электромагнитный молот.

В лаборатории РДГП ИГД им. Д.А. Кунаева совместно с АО «Машзавод им. С.М.Кирова» разработан по гранту АО «Национальное агентство по технологическому развитию» опытный образец электромагнитного молота, в котором использовано параллельное относительно продольной оси молота расположение силовых электромагнитных приводов [2].

Испытания опытной установки электромагнитного молота (ЭММ) проводились на стенде (рисунок 3), который состоит из рамы 1, установленной на платформе, встроенных между стойками рамы нижней 2 и верхней 3 кареток, между которыми установлен опытный образец. ЭММ состоит из электромагнитных приводов прямого 4 и обратного 5 хода, внутри которых перемещаются ферромагнитные якоря 6. Якоря под действием магнитного поля разгоняются вместе с бойком (на рисунке не показан), с которым жестко связаны при помощи коромысла 7. Боек, получив кинетическую энергию, передает ее рабочему инструменту 8 для разрушения горного объекта.

Питание электромагнитного молота осуществляется от управляемого трехфазного мостового выпрямителя через тиристорный преобразователь.

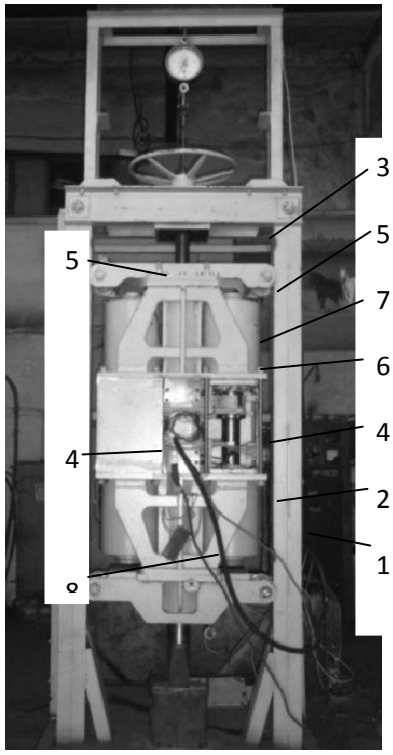


Рисунок 3 - Опытный образец ЭММ на стенде

В Институте были проведены испытания опытного образца электромагнитного молота в качестве навесного оборудования на экскаваторе, задачами которых являлись:

- обеспечение возможности навески опытного образца ЭММ на стрелу экскаватора;
- обеспечение энергопитанием ЭММ как навесного оборудования;
- обеспечение стрелой экскаватора манипулированием ЭММ;
- выполнение при помощи ЭММ операций скалывания горной породы.

По параметрам, соответствующим техническим характеристикам ЭММ, был выбран колесный экскаватор марки HYUNDAI 210 (рисунок 4).

Манипуляция ЭММ осуществлялось при помощи силовых гидроцилиндров экскаватора.

Управление электромагнитными приводами осуществлялось посредством блока управления с тиристорным преобразователем посредством кабельной связи.

Величина тока, подаваемого на катушки электромагнитных приводов прямого и обратного хода, составляла 100 А. и напряжение - 380 В.

Рисунок 4 – Общий вид экскаватора с ЭММ

В результате испытаний было установлено, что у опытного образца электромагнитного молота энергия единичного удара практически линейно зависит от величины тока, что существенно расширяет диапазон применения установки в зависимости от крепости разрушаемого объекта. В таблице 2 приведена техническая характеристика опытного образца ЭММ.

Таблица 2 - Техническая характеристика опытной установки ЭММ

Параметры	Единица измерения	Показатели
Энергия удара	кДж	До 2,0
Масса (без рабочего инструмента)	кг	1930
Габариты:		
высота с рабочим инструментом и подвеской	мм	2450
ширина	мм	900
толщина	мм	450
Масса рабочего инструмента	кг	65
Рабочий ход бойка	мм	240

По результатам экспериментальных исследований опытного образца формируется проект по созданию конкурентоспособного электромагнитного молота, связанный с оптимизацией конструкции и компоновки тяговых приводов, рациональным использованием энергии магнитного поля, снижением динамических нагрузок и металлоемкости,

При этом совершенствование электромагнитного молота будет направлена на:

- повышение коэффициента использования рабочей зоны электромагнитного привода:
- оптимизацию компоновки электромагнитных приводов;
- устранение магнитного взаимодействия подвижных деталей электромагнитного молота;
- улучшение условий теплового режима в электромагнитных приводах;
- снижение динамических нагрузок на элементы и детали электромагнитного молота;
- снижение общей массы (металлоемкости) электромагнитного молота;
- оптимизацию блока управления электромагнитными приводами.

Указанные мероприятия позволят повысить коэффициент полезного действия опытно-промышленного образца ЭММ, существенно снизить металло- и энергоемкость машины и создать конкурентоспособную машину ударного действия взамен гидромолотов.

3. Конвейерный поезд с электромагнитным приводом

В лаборатории РДГП разработан конвейерный поезд (КП) с ЭМСИМС, состоящий из ходовых тележек с грузонесущим полотном, перемещающихся по направляющим под действием тягового усилия электромагнитных приводов. КП разработан для транспортирования крупнокусковой горной массы при подземном и открытом способах добычи полезных ископаемых.

Принцип действия - перемещение горной массы осуществляется грузонесущим полотном, размещенным на ходовых тележках, которые перемещаются под действием магнитного поля, сформированного электромагнитными приводами, распределенными вдоль трассы.

Преимущества - высокая производительность, перемещение породы и руды на большие расстояния без перегрузки, ритмичность подачи материала в приемные пункты, возможность крутонаклонного транспортирования горной массы.

Производительность транспортной системы регулируется введением дополнительных поездов и скоростью движения конвейерного поезда.

Экология - вид энергии, используемый приводом конвейерного поезда - электрический, что обеспечивает экологическую безопасность данной транспортной системы.

Система управления и питания электромагнитных приводов конвейерного поезда основана на базе тиристорной техники, что обеспечивает пожаро-взрывобезопасность.

Разработана экспериментальная установка, на которой были проведены исследования по системе управления и оценке тяговых и технологических характеристик.

В настоящее время работы по созданию и проектированию конвейерного поезда приостановлены, в связи с отсутствием финансирования.

4. Электромагнитные импульсные системы для предварительного разупрочнения руд в процессах рудоподготовки

Процесс рудоподготовки в технологии обогащения руд преследует цель создания условий, обеспечивающих максимальную степень извлечения полезного компонента, и связан с измельчением руды до крупности, соизмеримой с размером зерен полезного компонента, и с последующим их извлечением тем или иным физическим или химическим способом.

Самым энергоемким и дорогостоящим процессом при добыче и обогащении минерального сырья является их разрушение. Так, например, на железорудных ГОКах

России на долю этого процесса приходится 70% всех энергозатрат (30 кВт·ч/т руды). При этом из всех технологических процессов разрушения, а это бурение, взрывание, дробление и измельчение, наиболее энергозатратным является измельчение (26 кВт·ч/т руды) [3]. В горной промышленности США на долю дробления и измельчения приходится 29,3 млрд. кВт·ч в год, что составляет 45% от всей потребляемой горной промышленностью США электроэнергии.

Такие потери энергии связаны с применением механического способа измельчения руд в шаровых или стержневых мельницах, где разупрочнение и разрушение вызывается возникновением в кусках руды сжимающих напряжений, обусловленных воздействием на пятне контакта «шар-руда» поверхностных ударно-сжимающих сил, определяющих развитие трещин с поверхности. С другой стороны, прочность на сжатие многих кварцсодержащих руд достаточно высока (до 200 МПа и выше), а поверхностный характер воздействия шаров не может вызвать проникновение разрушающих напряжений на весь объем каждого куска руды за один удар. Кроме того, такое механическое воздействие не может гарантировать избирательного разупрочнения и разрушения по межзеренным связям, что является важным фактором, определяющим качество извлекаемого концентрата [4].

На балансе предприятий цветной металлургии Республики числится 40 хвостохранилищ, половина из которых действующая. На сегодняшний день в них накоплено более 12 млрд. тонн хвостов обогащения, содержащих в себе полезные компоненты, которые не могли быть извлечены из-за высокого содержания оксида кремния (SiO_2).

Учитывая, что практически исчерпаны запасы богатых руд, возникает необходимость вовлечения в разработку руд с пониженным содержанием полезных компонентов и более сложными для переработки свойствами, в связи с чем, ранее образованные отвалы и хвостохранилища являются потенциальными источниками для получения из них металлов, строительных и закладочных материалов, горно-химического сырья и сельскохозяйственных удобрений.

Решение задачи ресурсосбережения и полного извлечения полезных компонентов из кварцсодержащего рудного или техногенного сырья возможно путем разработки технологии и технических средств направленного воздействия на руду при рудоподготовке импульсным электромагнитным полем, которое обеспечит снижение ее прочности, избирательность измельчения и полноту раскрытия зерен извлекаемых минералов.

Одним из средств направленного воздействия на руду является магнитно-импульсная обработка (МИО) руд. МИО эффективна при наличии в руде минералов - пьезоэлектриков (например, кварца, турмалина) и других сегнетоэлектриков или магнитных зерен (например, сульфидов, оксидов, прочих магнитных соединений железа, никеля, хрома). При воздействии импульсного электромагнитного поля МИО вызывает в этих зернах эффекты магнитострикции и пьезострикции, характеризуемые возникновением деформаций в отдельных минералах. За счет магнитострикции на границах магнетика с другими минеральными зернами железистых кварцитов (кварца, гематита) возникают сдвиговые и растягивающие напряжения, которые создают микро-и макродефекты, приводящие к разупрочнению железистых кварцитов [5].

В МГГУ на лабораторной модели было установлено, что затраты на магнитно-импульсную обработку (МИО) железистых кварцитов составляют максимум 0,2 кВт/ч на одну тонну руды. После МИО энергоемкость измельчения железистых кварцитов в мельнице снижается в среднем на 20%. Применительно к промышленным мельницам энергоемкость измельчения железистых кварцитов до готового класса после МИО снижается на 5 кВт/ч на одну тонну руды или на 12-15 кВт/ч в пересчете на одну тонну концентрата [6].

Магнитно-импульсная обработка может эффективно применяться и при предварительном разупрочнении редкоземельных и урановых руд в процессах рудоподготовки в связи с их высокой (в десятки раз и более по сравнению с ферромагнитными сплавами) магнитострикцией.

Опыт разработки электромагнитных силовых импульсных систем (ЭМСИМС), создание и испытание на их базе горной техники для разрушения и доставки горных пород позволяет говорить о применении ЭМСИМС для процесса предварительного разупрочнения руд на этапе рудоподготовки.

Применение магнитно-импульсной обработки руды с использованием ЭМСИМС позволит разрушить кристаллические связи кремнийсодержащих руд, снизив тем самым механическую прочность обрабатываемого материала. Предварительный анализ показывает, что в результате предварительного разупрочнения техногенного и рудного сырья энергозатраты на их измельчение могут быть снижены на 20 %.

В лаборатории для участия в конкурсе по грантовому финансированию разработан проект по созданию технологии и оборудования по магнитно-импульсному разупрочнению руды при помощи ЭМСИМС.

Литература

1 Кораблев Г.А., Едыгенов Е.К., Ляшков В.И. Ударный узел электромагнитного перфоратора// Патент РК №16697. Опубл. Б.И.№1, 2012 г.

2 Едыгенов Е.К., Ляшков В.И. и др.Электромагнитная машина ударного действия// Инн. патент РК №23525. Опубл. Б.И. №2, 2011 г.

3 Гончаров С.А. Физико-технические основы ресурсосбережения при разрушении горных пород. М.: Изд-во Московского государственного горного университета - 2007. — 211 с.

4 Тангаев И.А. Энергоемкость процессов добычи и переработки полезных ископаемых. М.:Недра,1986.-231с.

5 Отчет о научной и научно-организационной деятельности научного совета РАН по проблемам горных наук в 1999 году. М: ИПКОН РАН. 2000. С. 195.

6 Гончаров С.А., Седельникова Г.В., Крылова Г.С., и др. Использование магнито-импульсной обработки золотосодержащих руд в процессе их цианирования//ГИАБ.- М.- Изд. МГГУ. – 2006. №6. С.76-81.

References

1 Korablev G.A., Edygenov E.K., Ljashkov V.I. Udarnyj uzel jelektromagnitnogo perforatora// Patent RK №16697. Opubl. B.I.№1, 2012 g.

2 Edygenov E.K., Ljashkov V.I. i dr.Jelektromagnitnaja mashina udarnogo dejstvija// Inn. patent RK №23525. Opubl. B.I. №2, 2011 g.

3 Goncharov S.A. Fiziko-tehnicheskie osnovy resursosberezhenija pri razrushenii gornyh porod. M.: Izd-vo Moskovskogo gosudarstvennogo gornogo universiteta - 2007. — 211 s.

4 Tangaev I.A. Jenergoemkost' processov dobychi i pererabotki poleznyh iskopaemyh. M.:Nedra,1986.-231s.

5 Otchet o nauchnoj i nauchno-organizacionnoj dejatel'nosti nauchnogo soveta RAN po problemam gornyh nauk v 1999 godu. M: IPKON RAN. 2000. S. 195.

6 Goncharov S.A., Sedel'nikova G.V., Krylova G.S., i dr. Ispol'zovanie magnito-impul'snoj obrabotki zolotosoderzhashhih rud v processe ih cianirovanija//GIAB.- M.- Izd. MGGU. – 2006. №6. S.76-81.

ӘОЖ622.236

Резюме

Е.Қ. Едігенов
(«ҚР МШКҚӨЖҰО»РМК филиалы «Д.А. Қонаев атындағы тау-кен институты»
Алматы қ., Қазақстан)

ЭЛЕКТРОМАГНИТТЫҚ КҮШ ИМПУЛЬСТІК ЖҮЙЕЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ТАУ-КЕН ІСІНДЕ ҚОЛДАНУЫ

Мақалада электромагниттық күш импульстік жүйелері және олардың тау-кен-ісінде қолдануы қарастырылады.

Түйінді сөздер: электромагнит, күш импульстік жүйелері, перфоратор, электромагниттық балға.

UDC622.236

Summary

Edygenov E.K.
(Branch RGP "NTs KPMS RK" of IGD of D. A. Kunayev,
Almaty, Kazakhstan)

ELECTROMAGNETIC POWER PULSE SYSTEMS AND THEIR APPLICATION IN MINING

Questions of use of electromagnetic power pulse systems in mining are considered.
Keywords: electromagnet, power impulsive systems, perforator, electromagnetic hammer.

УДК 622.2

Сердюков А.Л., Запорожец В.Ю., Кудряшов В.С., Левин Е.Л.
(ОАО «Гипроруда», г. Санкт-Петербург, Россия)

КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПЛАНИРОВАНИЕ ГОРНЫХ РАБОТ В КАРЬЕРЕ С ДИНАМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКОЙ ПОТЕРЬ И ЗАСОРЕНИЯ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО ПРИ ДОБЫЧЕ

Аннотация

Изложены основные положения компьютерного моделирования открытой разработки. Описаны возможности используемых программных комплексов при оптимизации границ и мощности карьера с динамической оценкой потерь и засорения при добыче. Предложена информационно-программная динамическая модель карьера, адаптивная к рыночным условиям как дополнение к проектной документации.

***Ключевые слова**: компьютерное моделирование, модель карьера, руда, потери и засорение.*

***Түйінді сөздер**: компьютерлік модельдеу, карьер моделі, руда, жоғалым және . ластану*

***Keywords:** computer modeling, open pit model, ore loss and clogging.*

Оптимизация границ открытых горных работ, производственной мощности и этапов отработки карьера в рыночных условиях должна обеспечивать адаптивное к внешним условиям, динамическое формирование карьерного пространства. Результаты оптимизации позволяют создать технически и технологически обоснованные предпосылки временной консервации целиков горной массы в периоды снижения цен на конечную продукцию и своевременной их отработки при повышении цен без снижения мощности карьера по добыче полезного ископаемого. При этом должна быть обеспечена выполнимость соответствующих объемов горно-транспортных работ и общая эффективность отработки месторождения с рациональным уровнем потерь количества и качества полезного ископаемого при добыче.

В ОАО «Гипроруда» оптимизация границ и производственной мощности карьеров выполняется с помощью приобретенных программных комплексов Whittle 4.5.5, NPV Scheduler 4.2, Datamine, Micromine, Surpac, собственных программно-информационных и методических разработок. Это позволяет выполнять многовариантное оптимальное проектирование карьеров в максимально сжатые сроки с последующей передачей результатов проектирования и планирования горных работ заинтересованным предприятиям и организациям в требуемых форматах.

Используемая методика определения динамических границ и параметров открытых горных работ и программно-информационная модель карьера могут быть применены и при планировании горных работ. Разработка соответствующих методических рекомендаций и новой редакции «Норм технологического проектирования горнодобывающих предприятий» (НТП) [1] может существенно ускорить внедрение в производство компьютерных технологий. Необходимость обновления НТП, несомненно, назрела.

Основные операции по обоснованию границ и мощности карьера:

1) На подготовленной рудно-породной блочной модели месторождения выполняются предварительные оконтуривание, оценка календарных графиков горных работ и формирование денежных потоков в вариантах границ в программном комплексе (для Whittle это процедуры Pit Schell’s, Pit by Pit Graph и Schedule Graph) в сценариях развития рыночной ситуации и в вариантах производственной мощности карьера.

2) Результаты, полученные в п.1), используются в PitDelevel [2-3] для интерактивного матричного набора календарных графиков горных работ, полученных в Whittle с целью увеличения NPV. При этом карьерное пространство разбивается на оболочки этапов,

секторы, целики и участки, прорабатываемые в календарном графике горнотранспортных работ как отдельно, так и путем их комбинирования.

3) П. 2) повторяется в вариантах производственной мощности карьера, его участков секторов и блоков с учетом имеющихся статических и динамических ограничений на подработку поверхностных, карьерных и подземных выработок и объектов, мощностей ОФ.

4) Формируется адаптированная к рыночным условиям информационно-программная модель месторождения и карьера и его участков. Эта модель готовится в форматах MS Access, Excel, Micromine, Surpac и др.

5) С помощью полученной информационно-программной модели углубленно прорабатываются потенциально лучшие варианты из рассмотренных в пп. 1) - 4). При этом учитываются многосортность добываемых руд, динамические ограничения на подработку ж/д и автомобильных трасс, перегрузочных пунктов, комплексов ЦПТ, тоннелей и др. Разбивка карьерного пространства на соответствующие участки, оболочки (этапы), секторы, целики позволяет локализовать в пространстве и во времени объемы горнотранспортных работ в карьере, детально проработать календарные графики (в том числе и при нивелировке отставания вскрышных работ) с учетом фактического положения горных работ, наличия забоев и площадей, необходимых для расстановки оборудования, размещения транспортных коммуникаций.

В результате выполнения пп.1) - 5) фиксируются проектные решения по границам карьера и календарным графикам горно-транспортных работ в рассматриваемых сценариях развития рынка. Увеличение эффективности отработки карьера обеспечивается выделением оболочек и этапов его отработки с отнесением значительных объемов вскрышных работ на более позднее время.

Интерактивное матричное моделирование горно-транспортных работ позволяет сформировать необходимые площадки для размещения оборудования, временных и постоянных съездов в пределах оболочек, участков, секторов и блоков-целиков достаточно крупных размеров. Сформированная адаптивная информационно-программная модель карьера может служить инструментом для дальнейшего скользящего текущего и перспективного планирования горно-транспортных работ.

Ниже на рисунке 1 представлен календарный график отработки одного из действующих железорудных карьеров, полученный по разработанной методике. На этом графике выделен 1-й (около 7 лет) период с низким уровнем цен на продукцию. Динамичность границ прослеживается прямо из графика (рисунок 1) и матричной модели горнотранспортных работ. Пиковая добыча и вскрыша с 24-го периода до конечных контуров возможна при стабильном уровне цен (периоды 9-20). Снижение цен с 24-го периода приведет к необходимости снижения вскрыши и консервации целика до улучшения конъюнктуры либо до перехода на подземную доработку месторождения.

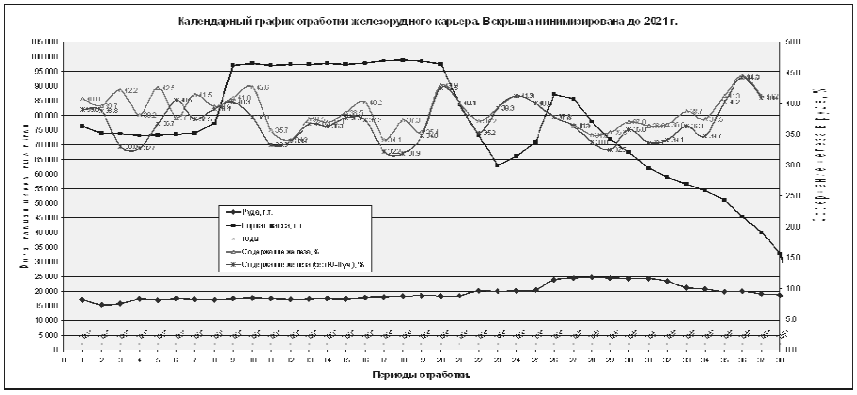


Рисунок 1 - Динамика изменения объемов и качества руды, горной массы в карьере

Объемы горной массы (рисунок 1) в первые 7 периодов минимизированы в связи с уменьшением цен на железорудную продукцию. С 8-го периода происходит срабатывание породных целиков, сформированных в первые 7 периодов. Мощность карьера по горной массе увеличена при сохранении добычи. С 20-го по 23-й периоды происходит формирование очередного породного целика с последующим его срабатыванием. С 28-го периода происходит доработка карьера в проектных границах. На матричной горнотранспортной модели определены необходимые темпы срабатывания породных целиков в глубину до 45-60 м/год.

Качество руды в периодах отработки (рисунок 1) существенно меняется, что предопределяет необходимость усреднения руд. Содержание железа в руде на Ю-В участке карьера (15 % запасов, фиолетовая линия) существенно выше, чем суммарное по карьеру (красная линия).

Значительные колебания количества и качества добываемых руд из карьера, его участков и подсчетных блоков обусловливают необходимость оценки потерь и засорения руд в динамике в целом по карьеру и по выемочным единицам, горизонтам, подсчетным блокам. Такая оценка позволяет целенаправленно управлять параметрами БВР при отбойке пород на контактах рудных тел, минимизировать ущерб от потерь количества и качества полезного ископаемого при добыче.

Далее изложены основные положения разработанной методики автоматизированного расчета потерь и засорения при добыче.

1) Комплектная рудно-породная блочная модель месторождения содержит всю необходимую информацию как для подсчета запасов с разбивкой по рудным телам, горизонтам, подсчетным блокам, периодам отработки (после выполнения моделирования отработки месторождения), так и скрытую информацию о геометрических характеристиках рудных тел и их контактов, вмещающих пород и забалансовых руд.

2) Геометрические характеристики рудных тел и их контактов – падение, простирание, мощность, принадлежность к висячему и лежачему бокам, длины контактов и др. с разбивкой их по профилям, горизонтам, подсчетным блокам – содержатся в рудно-породной блочной модели месторождения в неявном виде и определяются в разработанных автоматизированных процедурах. Геометрические характеристики рабочей зоны карьера (высоты уступов, углы наклонов откосов и др.) определяются при оптимизации границ и производительности карьера.

3) В динамической постановке требуется оценить потери и засорение не только по выемочным или учетным единицам в целом, но и в динамике развития рабочей зоны карьера от вскрытия горизонта (или выемочной единицы) до постановки уступов в конечное положение. При этом параметры рабочей зоны, направление развития горных работ, порядок перемещения забоев в пространстве могут существенно изменить уровень потерь и засорения в периодах отработки.

4) Потери при зачистке кровли рудных тел оцениваются дополнительными автоматизированными процедурами. Эти потери и засорение руды обычно возникают при обнажении рудных тел и при несовпадении их контактов с линиями горизонтов. При наклонном падении рудных тел определение таких потерь может быть сведено к приведенным выше положениям.

5) Программно-информационное обеспечение, реализующее вышеперечисленные положения предлагаемой методики, позволяет существенно повысить надежность оценки рационального уровня потерь и засорения, как при проектировании, так и при текущем планировании горных работ в динамике отработки карьера.

Ниже на рисунках 2-3 приведены (план и профиль) результаты автоматизированного определения контактов рудных тел на блочной модели месторождения с локализацией в зоне контактов областей теряемых руд, примешиваемых пород и забалансовых руд.

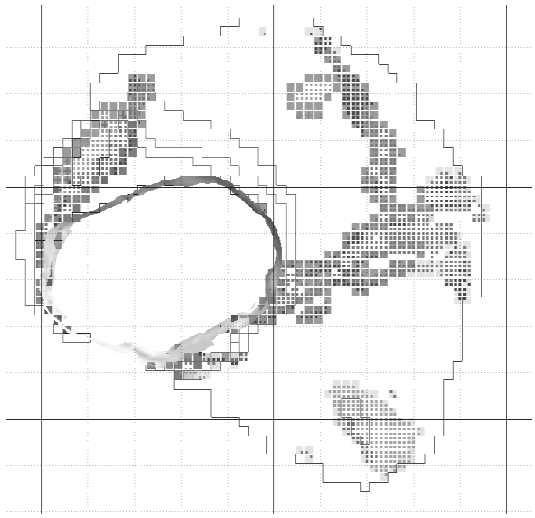


Рисунок 2 - План карьера на отметке 0 м с вынесенными этапными положениями горных работ, блоками руды и зонами контактов руды с породой

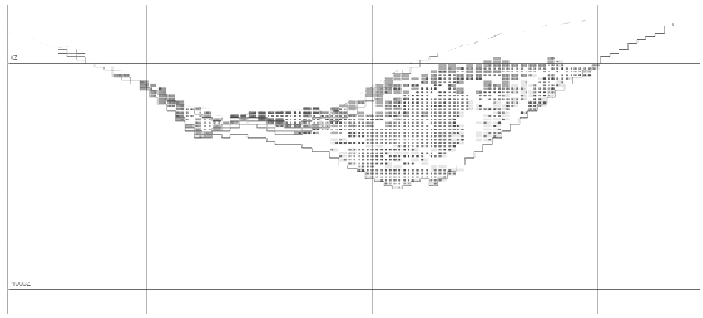


Рисунок 3 - Профиль карьера с вынесенными этапными положениями горных работ, блоками руды и зонами контактов руды с породой

На плане (рисунок 2) и профиле (рисунок 3) красная, зеленая, малиновая и синяя ломаные – это этапные положения горных работ в карьере. Синей линией обозначены контуры карьера в конечном положении.

Там же точками синего, зеленого, красного и малинового цвета представлены блоки модели месторождения с содержаниями железа по мере его возрастания. Квадратами (прямоугольниками) выделены зоны контактов рудных тел с дифференциацией периодов отработки контактов с помощью цвета.

В нижеприведенной таблице 1 представлены расчетные значения потерь в первые периоды (со 2-го по 12-й) и на конец отработки карьера. В таблице 2 - потери по группам горизонтов. Расчетные потери (таблицы 1-2) представлены для значения коэффициента К=0,5, т.е. при высоте треугольника потерь в пределах уступа равной 50 % от высоты уступа.

Таблица 1 - Динамика изменения расчетных потерь в периодах отработки карьера

№ п/п	№ периодов	Потери, %	№ периодов	Потери, %
	Весь карьер		Ю-В участок карьера (15%	
1	1-2	8,6	1-2	4,4
2	3-4	6,4	3-4	2,4
3	5-6	3,1	5-6	5,6

4	7-8	3,8	7-8	0,9
5	9-10	6,9	9-10	3,9
6	11-12	4,9	11-12	6,8
Итого	1-38	4,7	1-22	3,6

Из таблицы 1 видно, что в периоды 1-6, 9-12 потери существенно превышают средние по карьеру 4,7 % и Ю-В участку 3,6 % . Для выдерживания средних (или утвержденных) потерь в такие периоды необходимо понизить их за счет увеличения уровня засорения руд породами при отработке контактов рудных тел. Низкое содержание в руде из карьера (без учета Ю-В участка, рисунок 1) может привести к большому ущербу от чрезмерного разубоживания при попытках выдержать низкий уровень потерь. Наличие утвержденных расчетных динамических потерь может существенно увеличить эффективность отработки карьера.

Таблица 2 - Динамика изменения расчетных потерь по горизонтам карьера

№ п/п	Горизонты, м	Потери, %	Горизонты, м	Потери, %
	Весь карьер		Ю-В участок карьера (15%	
1	Выше +0м	21,3	Выше +0м	6,0
2	+ 0 -90	7,8	+ 0 -90	2,9
3	–105 -190	5,5	–105 -190	2,8
4	–205 -300	3,6	–205 -300	3,2
5	–315 -390	2,0	–315 -390	4,2
6	–405 -570	4,4	–405 -435	25,3
Итого	Выше -	4,7	Выше -	3,6

На верхних горизонтах имеет место повышенный уровень расчетных потерь (таблица 2), так как запасы этих горизонтов находятся в стадии доработки.

Выводы:

1 Разработанная адаптивная информационно-программная модель карьера – это дополнительный инструмент для разработки проектов и текущих планов горнотранспортных работ. Эта модель является дополнительной компонентой к проектной продукции.

2 Предлагаемая методика определения динамических границ открытых горных работ и рационального уровня потерь и засорения при добыче может быть изложена в специальных методических рекомендациях и в новой редакции «Норм технологического проектирования горнодобывающих предприятий».

3 Компьютерное планирование развития горных работ позволяет существенно повысить надежность оценки рационального уровня потерь и засорения, обеспечить управление планируемым уровнем потерь в увязке с утвержденными проектами отработки карьера.

Литература

1 Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий черной металлургии с открытым способом разработки, Гипроруда, 1986.

2 Левин Е.Л. Оптимизация границ, направления развития и календарного графика горных работ при проектировании карьеров в системе PitDelevel // Компьютерные технологии при ведении открытых горных работ: Сб.тр. Всероссийской научной конференции с международным участием, 23 – 26 сентября 2008г. – Апатиты; СПб.: Реноме, 2009. с. 99–103.

3 Сердюков А.Л., Черепанов А.В., Левин Е.Л., Квитка В.В. Особенности автоматизированного определения границ и рационального графика развития производственной мощности карьера. // Информационные технологии в горном деле: Сб.

докладов Всероссийской научной конференции 12-14 октября 2011г. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2012, с.104-109.

References

1 Normy tehnologicheskogo proektirovanija gornodobyvajushhih predprijatij chernoj metallurgii s otkrytym sposobom razrabotki, Giproruda, 1986.

2 Levin E.L. Optimizacija granic, napravlenija razvitija i kalendarnogo grafika gornyh rabot pri proektirovanii kar'erov v sisteme PitDelevel // Komp'juternye tehnologii pri vedenii otkrytyh gornyh rabot: Sb.tr. Vserossijskoj nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, 23 – 26 sentjabrja 2008g. – Apatity; SPb.: Renome, 2009. s. 99–103.

3 Serdjukov A.L., Cherepanov A.V., Levin E.L., Kvitka V.V. Osobennosti avtomatizirovannogo opredelenija granic i racional'nogo grafika razvitija proizvodstvennoj moshhnosti kar'era. // Informacionnye tehnologii v gornom dele: Sb. dokladov Vserossijskoj nauchnoj konferencii 12-14 oktjabrja 2011g. – Ekaterinburg: IGD UrO RAN, 2012, s.104-109.

ӘОЖ 622.2

Резюме

Сердюков А.Л., Запорожец В.Ю., Кудряшов В.С., Левин Е.Л.
(АШҚ «Гипроруда», Санкт-Петербург қ., Ресей)

КАРЬЕРДЕГІ ТАУ-КЕН ЖҰМЫСТАРЫН КОМПЬЮТЕРЛІК ЖОБАЛАУ ЖӘНЕ ЖОСПАРЛАУ КЕЗІНДЕ ПАЙДАЛЫ ҚАЗБАНЫ ҚАЗЫП АЛУДЫҢ ЖОҒАЛЫМЫ МЕН ҚҰНСЫЗДАНУЫН ДИНАМИКАЛЫҚ БАҒАЛАУ

Ашық тау-кен жұмыстарын компьютерлік модельдеудің негізгі жағдайы сипатталған. Қазып алу кезінде карьердің қуаттылығы мен шекарасын, сонымен қатар қазып алу кезінде пайда болатын жоғалым мен құнсыздануың динамикалық бағасын сипаттайтын бағдарламалық кешендер баяндалған. Жобалық құжаттарға, нарықтық жағдайға сәйкес ақпаратты-бағдарламалық динамикалық карьердің моделі ұсынылған.

Түйінді сөздер: компьютерлік модельдеу, карьер моделі, руда, жоғалым және құнсыздану

UDC 622.2

Summary

Serdyukov A.L., Zaporozhets V., Kudryashov V.S., Levin E.L.
(JSC "Giproruda", St. Petersburg, Russia)

COMPUTER DESIGN AND MINE PLANNING IN PIT WITH DYNAMIC RATING OF LOSSES AND DILUTION IN EXTRACTION

In this article describes the main provisions of computer modeling for open development. Is described the possibilities of used software systems for optimization borders and power pits with dynamic rating of losses and dilution in extraction. Is proposed program information and dynamic model of pit adaptability to market conditions, in addition to project documentation.

Keywords: computer modeling, open pit model, ore loss and dilution

УДК 331.33

Калиев Б.Н.
(ТОО «ГСК-Шахтпроект»)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАК ОСНОВА ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация

Горно-металлургический комплекс Казахстана является одной из базовых отраслей и оказывает существенное влияние на формирование макроэкономических показателей республики. Основной целью развития горно-металлургического комплекса Республики Казахстан является курс на использование трансферта технологий и инновационных программ и проектов, что должно обеспечить экономическую независимость страны в условиях конкурентной среды.

Ключевые слова: *горно-металлургический комплекс, технологии, инновационное развитие, экономическое развитие*

Түйінді сөздер: *тау-кен-металлургиялық кешені, технологиялар, инновациялық даму, экономикалық даму*

Keywords: *mining and metallurgical complex, technology, innovative development, economic development/*

В Стратегии развития Казахстана до 2030 года горно-металлургический комплекс определен в качестве одной из приоритетных отраслей, способных обеспечить вхождение республики в число стран с высоким уровнем социально-экономического развития.

Основной целью развития горно-металлургического комплекса Республики Казахстан является курс на использование трансферта технологий и инновационных программ и проектов, что должно обеспечить экономическую независимость страны в условиях конкурентной среды. Задачи поистине огромны и достижение желаемых результатов позволит Казахстану занять соответствующее место в списке экономически устойчивых государств.

Горно-металлургический комплекс Казахстана является одной из базовых отраслей и оказывает существенное влияние на формирование макроэкономических показателей республики. Доля этого сектора (в товарной стоимости) составляет свыше 30%.

Цены сырьевых товаров на мировом рынке, включая цветные и черные металлы, минеральное сырье, энергоносители и др. вряд ли сумеют избежать падения, что связано с ожидаемым ухудшением мировой экономической конъюнктуры. В то же время цены на сырьевые товары, вероятно, не упадут так сильно, как это происходило в предыдущие периоды замедления экономики, а, скорее всего, поднимутся на более высокие отметки относительно исторических уровней. Это будет отражать значительный, хотя и более умеренный, спрос со стороны развивающихся рынков. В связи с этим одно из приоритетных направлений государственной экономической политики Республики Казахстан является целенаправленная работа по укреплению сырьевой базы, обновлению устаревших технологий, техники и оборудования, изменению структуры и модернизации производства с учетом последних научных и инженерных достижений на основе высокоэффективных конкурентоспособных проектов.

Проектирование – очень важный и ответственный этап инвестиционного цикла в строительстве, связующее звено между наукой и производством. Благодаря правильному стратегическому курсу страны многие проектные коллективы успешно преодолели трудности экономических реформ, сохранили, а в последние годы значительно укрепили технический, кадровый и информационный потенциал.

Главным определяющим фактором успешного функционирования предприятий отрасли в условиях конкурентной среды остается состояние минерально-сырьевой базы. Ведь инновационное развитие и рост производства конкурентоспособной продукции с

высокой добавленной стоимостью возможны только при наличии соответствующих надежных и перспективных сырьевых ресурсов.

Необходимо выполнить укрупненные проработки возможного развития горно-металлургического комплекса и проведения финансово-экономической оценки освоения месторождений. Для экономической целесообразности необходимо создание на базе групп месторождений собственного обогатительного производства и металлургического комплекса. При этом на период строительства металлургического завода имеется возможность реализации продукции горно-металлургического передела на свободных мощностях заводов Казахстана и Российской Федерации. Проектировщики Казахстана, со своей стороны, готовы к возобновлению плодотворного сотрудничества с предприятиями Российской Федерации в рамках Таможенного союза.

Стабилизация и рост основных показателей развития горно-металлургического комплекса зависят, прежде всего, от инвестиционной активности предприятий.

Для решения проблем расширения минерально-сырьевой базы предприятий полиметаллической и золоторудной отраслей необходимо уже сегодня вовлекать в разработку новые месторождения, что потребует больших инвестиций, снижения стоимости добычи и переработки руды. Для этого необходимы новые, нестандартные, современные решения по вскрытию, технологиям разработки месторождений и обогащения и переработки руд. Например, вопрос поэтапного вскрытия и отработки месторождений с определением оптимального соотношения открытой и подземной разработки. Это нестандартные методы обогащения руд цветных металлов (кучное и подземное выщелачивание, биовыщелачивание). Существуют проблемы, связанные с вовлечением в переработку сложных по химическому и фазовому составу руд, требующих применения новых эффективных технологий и оборудования нового поколения. Без проведения научных исследований в этих направлениях существенно снизить стоимость работ вряд ли удастся, и привлечь инвестиции тоже.

Кроме того, в условиях рынка в целях повышения ответственности недропользователей за полноту выемки, комплексное использование минерально-сырьевых ресурсов и охраны окружающей среды необходимы действенные экономические рычаги.

Нужно также разработать и принять законодательные нормы, стимулирующие недропользователей вести за свой счет геологоразведочные работы, направленные на восполнение погашенных запасов полезных ископаемых.

Необходимо возобновить и усилить геологоразведочные работы по поиску и разведке месторождений полезных ископаемых не только вблизи действующих горнодобывающих предприятий в РК.

Вовлечение в отработку новых месторождений – вопрос недалекого будущего, поэтому, уже сегодня необходимо обратить внимание на следующую проблему, без решения которой освоение месторождений вряд ли будет достаточно эффективным.

Учитывая, что в большинстве запасы месторождений утверждены давно – в 80-е и даже в 60-е годы, действующие кондиции не соответствуют сложившимися на сегодня мировым ценам на металлы и оборудование, поэтому необходима их переоценка для улучшения экономики горнодобывающих предприятий, как действующих, так и новых.

Процессы, происходящие на рынке металлов и сырья, весьма динамичны, цены и потребляемые объемы меняются ежедневно. В этих условиях жизнеспособность предприятий может быть обеспечена только оперативными изменениями качественной характеристики добываемого сырья. Существующая же в Казахстане правовая основа не позволяет предприятиям поступать так, как этого требуют экономические законы рыночных отношений, так как для геолого-экономической оценки месторождений, учета и движения запасов принята система постоянных кондиций для отдельно взятых месторождений. Между тем, постоянные кондиции необходимы только для составления проектов вскрытия месторождений, отработку же их необходимо осуществлять на основе эксплуатационных кондиций, методика расчета которых должна утверждаться государственными органами контроля за охраной и использованием недр. Это позволит выбрать оптимально эффективный вариант запасов, которые экономически целесообразно отрабатывать в современных условиях, объективно определять доход и, соответственно, платежи в бюджет.

Индустриально-инновационное развитие горно-металлургического комплекса Республики Казахстан позволит выделить наиболее продуктивные геохронологические уровни, рудоносные структуры и последующее открытие конкурентоспособных месторождений, следовательно, на 10-20 лет возрастет срок функционирования горных градообразующих предприятий.

Для проектирования необходимы специалисты профессионалы своего дела: инженеры-изыскатели, геологи, маркшейдеры, горняки, металлурги, обогатители, экологи, строители, архитекторы, конструкторы, механики, энергетики, экономисты, программисты, ученые, которые сопровождают проекты, обеспечивают научную основу, разрабатывают инновационные технологии.

Мы уверены, что интеграционные процессы, целенаправленное инвестирование, творческое сотрудничество геологов, ученых, инженеров-проектировщиков и производственников позволят успешно решить вышеперечисленные проблемы и осуществить перспективы эффективного развития минерально-сырьевой базы горно-металлургического комплекса РК.

Постоянно совершенствуется компьютерная технология проектирования с использованием современного программного обеспечения. Специалисты проектировщики на 100% обеспечены компьютерами, объединенными в локальную сеть. Осуществляется разработка и применение собственных программ по таким направлениям, как горно-геологические расчеты, технико-экономические обоснования кондиций на минеральное сырье, проектирование карьеров, шахт, общестроительных, экологических объектов и т.д.

В горно-металлургическом комплексе главной стратегической задачей является гибкое реагирование на требования рынка, тесное взаимодействие с заказчиками проектов, научно-исследовательскими организациями, поставщиками оборудования на всех этапах проектирования, строительства и ввода объектов в эксплуатацию.

Специалисты проектировщики закладывают в проектах для применения на производстве высокопроизводительное оборудование известных зарубежных фирм, например: насосное оборудование и гидроциклонные установки с автоматическими системами регулирования и управления, центробежные концентраторы для гравитационного выделения золота, анализаторы для определения содержания металлов. Широко используются автоматизированные системы с дистанционным управлением, видеосистемы в работе оператора для контроля параметров технологического процесса на нескольких участках одновременно, новое оборудование с улучшенными аспирационными характеристиками.

Исходя из горно-геологических условий разработки, принятой схемы вскрытия и порядка отработки запасов, а также учитывая основные требования к системам разработки – эффективность и безопасность ведения горных работ, принимать такие системы разработки, которые должны обеспечить:

- надежный способ управления горным давлением, исключающий высокую концентрацию напряжений в конструктивных элементах системы разработок, что актуально при отработке крепких руд, обычно склонных к накоплению упругой энергии в зоне формирования опорного горного давления;
- максимальное использование (без подработки) карьерного пространства для ускоренной подготовки и отработки первоочередного выемочного участка подземного рудника;
- эффективное решение вопросов повышения полноты и качества извлечения из недр;
- условия широкого применения мощного самоходного оборудования на всех технологических операциях подземной добычи руд.

Решению экологических проблем при проектировании уделяется особое внимание. Разрабатываются мероприятия, направленные на уменьшение воздействия на недра, предотвращение загрязнения атмосферы, водного бассейна и почвы. С этой целью выполняются: оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС), подсчет предельно-допустимых выбросов и сбросов (ПДВ и ПДС), внедряются безотходные и малоотходные технологии, производится замена токсичных реагентов, разрабатываются системы

пылеулавливания и газоочистки, системы очистки промышленных стоков и полного водооборота, проекты рекультивации земель, захоронения и переработки отходов.

С целью внедрения в проекты достижений науки и техники в горно-металлургическом комплексе проектировщики работают в тесном творческом сотрудничестве с научно-исследовательскими институтами, ВУЗами, фирмами, сотнями заводов-изготовителей оборудования Казахстана, стран СНГ, Канады, США, Финляндии, Германии, Англии, Дании, Бельгии, Швеции, Швейцарии, Франции, Австралии, Турции, Китая и других стран.

Интеллектуальный и технический потенциал проектировщиков – это гарантия выпуска инновационных проектов на основе прогрессивных безотходных, малоотходных, безопасных технологий, высокопроизводительного оборудования, современных строительных материалов, механизации и автоматизации производства с решением вопросов ресурсосбережения, экологии и охраны труда для предприятий горно-металлургического комплекса.

Проектировщики Казахстана видят свои перспективы в реализации государственной стратегии «Казахстан-2030». Президент Н.А. Назарбаев особое внимание уделяет экономическому и социальному развитию страны за счет рационального направления инвестиций в новое строительство, в модернизацию производства в горно-металлургическом комплексе. А проектирование – это очень важный и ответственный этап инвестиционного цикла.

ӘОЖ 331.33

Резюме

Қалиев Б.Н.
(ЖШС «ГСК-Шахтажобалау»)

ТАУ-КЕН-МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ КЕШЕНДЕРДЕ ЖАҢА ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ЕНГІЗУ ЖОБАЛАУДЫҢ НЕГІЗІ БОЛЫП ТАБЫЛАДЫ

Қазақстан Республикасының Тау-кен-металлургиялық кешені негізгі саласы болып табылады және республиканың макроэкономикалық көрсеткіштерін қалыптастыруға елеулі ықпал етеді. ҚР Тау-кен металлургиялық кешенін дамытудың негізгі себебі инновациялық жобалар, бағдарламар және технологиялық трансфертты қолдану болып табылады, және ол бәсекелі ортада мемлекеттің экономикалық тәуелсіздігін қамтамасыз ету керек.

Түйінді сөздер: тау-кен-металлургиялық кешені, технологиялар, инновациялық даму, экономикалық даму

UDC 331.33

Summary

KALIEV B.N.
(LLP "GSK-SHAHTPROEKT")
DESIGN AS THE BASIS OF NEW TECHNOLOGIES
IN MINING AND METALLURGICAL COMPLEX

Mining and metallurgical complex of Kazakhstan is one of the basic industries and has a significant influence on formation of macroeconomic indicators of the country. The main purpose of development mining and metallurgical complex of Kazakhstan is a course on the use of technology transfer and innovation programs and projects, which should ensure the economic independence in competitive environment.

Keywords: mining and metallurgical complex, technology, innovative development, economic development

УДК 627.824

Низаметдинов Н.Ф.
(Leica Geosystems Kazakhstan, Алматы, Казахстан)

3D ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ В ГЕОДЕЗИИ

Аннотация

Программное обеспечение Leica Captivate интегрированное в геодезические инструменты для управления геопространственными данными в 3D режиме, которые объединяют проектные данные, измеренные точки, линии и площади, а также данные лазерного сканирования.

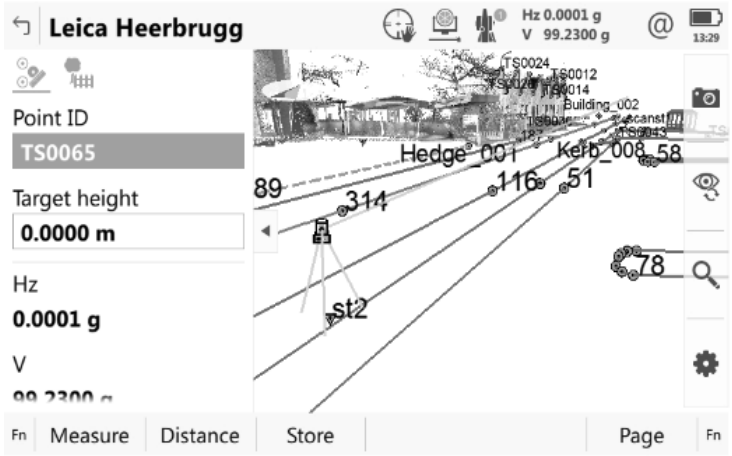
Ключевые слова: *программное обеспечение Leica Captivate, геопространственные данные, 3D-режим.*

Түйінді сөздер: *бағдарламалық құрал Leica Captivate, кеңістік деректер, 3D-режим.*

Keywords: *the software Leica Captivate, geospatial data, 3D.*

Больше, чем просто программное обеспечение!

Leica Captivate – дает возможность полностью погрузиться в рабочий проект. Касаясь сенсорного экрана, теперь Вы можете производить измерения и управлять данными как никогда ранее. Мгновенно переключаясь между режимом 2D и 3D, программное обеспечение трансформирует сложный и большой объем данных в очень простые и понятные модели, с которыми удобно работать.



Разработанное специально для специалистов, работающих с геопространственными данными, данное интуитивное программное обеспечение сильно упрощает рабочий процесс, превращая его в увлекательную игру. Максимально удобный интерфейс позволяет делать уже знакомые и привычные вещи гораздо удобнее, в то же время, оставляявозможность конфигурировать интерфейс под любые запросы.

Применение ПО Leica Captivate расширяет свои возможности в следующих сегментах рынка:

Геодезия и кадастр. Значительное увеличение возможностей и производительности вашего тахеометра с абсолютно инновационным программным обеспечением на борту. Попробуйте наиболее эффективное графическое кодирование и работу с линиями и площадями непосредственно в поле.

LeicaCaptivate задает новый стандарт с единственным в своем роде интегрированным инструментом для работы в 3D, который объединяет проектные данные, измеренные точки, линии и площади, а также данные сканирования.

Инженерные сооружения и инфраструктура. Повышение производительности за счет надежного отслеживания и быстро поиска отражателя в сложных условиях строительной площадки. Просмотр в 3D дает дополнительный контроль над данными и помогает решать сложные инженерные задачи и производить различные расчеты непосредственно в тахеометре или полевом контроллере.

Гражданское строительство. Смело бросайте вызов любым сложным задачам, с которыми вы можете столкнуться при строительстве. Программное обеспечение LeicaCaptivate разработано специально для того, чтобы сделать работу со сложными проектами максимально простой. Проверяйте результаты и обеспечивайте высокую точность и корректность выполнения всех этапов проекта, просматривая всю работу в 3D.

Фиксирование чрезвычайных случаев

Составьте детальный план происшествия cLeicaCaptivate. 3D визуализация поможет сильно сократить спорные моменты и поможет очень точно и быстро провести расследование.

Новые контроллеры для работы ПО Leica Captivate.

Мощный и функциональный полевой контроллер LEICA CS20идеально подходит для использования с ГНСС – приемниками и тахеометрами Leica серии Viva и NOVA.

Полевой контроллер LeicaCS20 оснащен цветным сенсорным дисплеем книжной ориентации, обеспечивающим качественное отображение информации при любых условиях. Прочная и эргономичная 67-ми клавишная цифровая клавиатура позволяет быстро и безошибочно вводить различные атрибутивные данные. Клавиши контроллера имеют специальную защиту от "потертостей".

Встроенная цифровая камера с разрешением 5 мегапикселя имеет фиксированный фокус, и размещена для удобного получения фотографий, как с вешки, так и при держании контроллера одной рукой. Камера может использоваться для фотографирования точек стояния или облегчения ведения абриса съемки.

Корпус контроллера выполнен из сверхпрочного материала, обеспечивающего надежную защиту от проникновения пыли и влаги. Прибор можно эксплуатировать при температурах от –30°С до +60°С, при этом он способен выдерживать кратковременное погружение в воду на глубину до 1 метра и падение на твердую поверхность с высоты 1,2 метра.

LeicaCS35 – это многозадачный планшетный компьютер, сочетающий в себе экран 10.1’’, полную защиту от влаги и лёгкий, противоударный корпус. Вы можете повысить эффективность работ за счёт использования планшетного компьютера в полевых условиях. Новый планшетный компьютер Leica CS35 полностью интегрируется в линейку мобильных решений Leica Geosystems.

Новый планшетный контроллер Leica CS35 основан на операционной системе Windows 8 и позволяет полностью заменить полевой компьютер: яркий сенсорный экран с диагональю 10.1’’, жёсткий диск на 128 Гб с защитой от вибраций и падений; встроенные модули: WiFi и Bluetooth®; защищённый корпус.

Leica CS35 рассчитан для работы в диапазоне от –10° до +50°, надежно защищен от экстремальных погодных условий, вес планшета Leica CS35 всего 1,1 кг, емкий аккумулятор, позволяют работать на протяжении 8 часов. Корпус CS35 выдерживает падение на бетонный пол с высоты 1,2 метра.

ӘОЖ 627.824

Резюме

Низаметдинов Н.Ф.
(Leica Geosystems Kazakhstan, Алматы, Қазақстан)

3D- ГЕОКЕҢІСТІК ДЕРЕКТЕРДІ БАСҚАРУ ҮШІН АРНАЛҒАН ҚҰРАЛДАР

Бағдарламалық қамтамасыз ету жобалау деректерді, өлшенген балл, сызықтар мен бағыттарын, сондай-ақ лазерлік сканерлеу деректерді біріктіру 3D- геокеңістік деректерді басқару үшін құралдар маркшейдерлік Leica Captivate біріктіреді.

Түйінді сөздер: бағдарламалық құрал Leica Captivate, кеңістік деректер, 3D-режим.

UDC 627.824

Summary

Nizametdinov N. F.
(Leica Geosystems Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan)

3D VISUALIZATION OF DATA IN GEODESY

The software of Leica Captivate integrated into geodetic tools for steering of geospatial data in the 3D mode which unite design data, the measured points, lines and the areas, and also data of laser scanning.

Keywords: the software Leica Captivate, geospatial data, 3D.

УДК 622.270

Сабанов С. М.
(SRKConsulting (Kazakhstan) Ltd, Алматы, Казахстан)

ПРИМЕНЕНИЕ РЕНТАБЕЛЬНОГО ПОДХОДА ПУШБЭК ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ В КАРЬЕРЕ

Аннотация

Для данной работы поставленной задачей является сравнение и сопоставление подходов Стандартный и Пушбэк, применяемых на открытых горных работах, с целью продемонстрировать насколько Пушбэк практичен и может увеличить ЧПС проекта.

Ключевые слова: *Пушбэк, ЧПС, карьер.*
Түйінді сөздер*: Пушбэк, таза келтірінді құн, карьер.*
Keywords: *Pushback, NPV, open pit.*

1. Введение

Основное внимание в стандартной оптимизации для процесса проектирования карьера уделяется достижению положительной чистой приведенной стоимости ("ЧПС") для поддержания работы горного производства. Проектирование, как правило, направлено на попытку достичь высокой степени извлечения из недр полезного ископаемого. Этот подход является стандартным и, как правило, использует программное обеспечение для оптимизации карьера, а затем планирование в пределах выбранного конечного контура карьера. Часто, в результате такого процесса, карьер работает при более высоком соотношении коэффициента вскрыши в начальный период и движется в направлении нижнего предела коэффициента вскрыши только к концу отработки карьера. Влияние от такого подхода заключается в том, что ежегодный график производства не соблюдает последовательность, которая способствует увеличению ЧПС.

Другой подход для планирования производства следует методу, при котором карьер разрабатывается серией Пушбэков. Подход Пушбэк для проектирования карьера и планирования производства стремится максимизировать чистую приведенную стоимость.

Для данной работы поставленной задачей является сравнение и сопоставление подходов Стандартный и Пушбэк для открытых горных работ, используемых на средних размеров золоторудных проектов. Целью работы является демонстрация того, что подход Пушбэк практичен и может увеличить ЧПС проекта путем задерживания капитальных затрат на вскрышные работы пород, и в выборе участков с более высоким содержанием руды для снабжения потребностей обогатительной фабрики.

В этой статье в качестве примера рассматривается золоторудное месторождение, характеризующееся системой крутопадающих кварцевых жил, которые сформировались в широких зонах пиритовых и кремнистых алевролитов и песчаников. Система жил по длине варьируется от 60 до 500 метров и имеют различную мощность. Месторождение отрабатывается с помощью комбинации грузовик-экскаватор и буровзрывным способом.

2. Планирование и составление графика работ

Программное обеспечение для оптимизации карьера производит вложенные оболочки карьера при учете разной цены и в зависимости от указанного коэффициента дохода. Коэффициенты выручки масштабируют базовые цены продаж для производства различных оболочек карьера, которые являются оптимальными для различных цен. Однако такая оптимизация не учитывает ширину карьера в полученных контурах. Следовательно, оптимизированные контуры, которые используются в качестве отправной точки при проектировании окончательного карьера, могут иметь слишком узкую нижнюю часть подошвы, или же неровности бортов карьера, которые обычно не встречаются практике.

Зачастую не представляется возможным разрабатывать заданный приращениями контур карьера, созданный процессом оптимизации с помощью программного обеспечения из-за практических ограничений для горного оборудования для нижней части контура карьера. Кроме того, отработка месторождения сверху вниз и уступ за уступом в конечном контуре карьера не желательно, потому что этот подход вряд ли может обеспечить достаточным количеством руды в каждый выбранный период, если предварительно не выполняются существенные объемы вскрышных работ.

2.1 Стандартный подход

Стандартный подход производит планирование горных работ только для окончательного контура карьера. При таком подходе планирование производственных планов не соответствует последовательности, способствующей максимальному увеличению ЧПС.

При стандартном подходе:

- Карьер работает в режиме больших объемов вскрышных работ в начале отработки и незначительными объемами к окончанию работ
- Использует схему подачи руды на фабрику, не предусматривающую максимальную возможную загрузку фабрики богатой рудой
- Не использует приоритетную отработку богатых руд в каждом периоде планирования

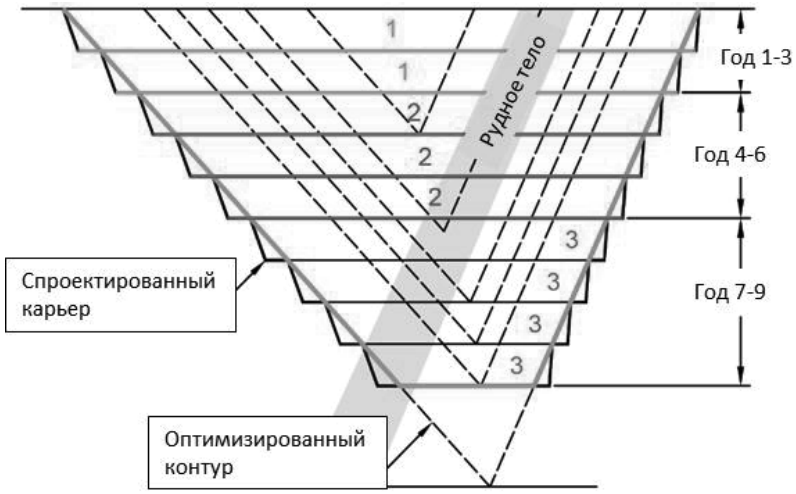


Рисунок 2.1 - Стандартный подход

2.2 Подход Пушбэк

Подход «Пушбэк» использует промежуточные контуры карьера с более высоким содержанием компонента в руде. При подходе Пушбэк планирование производственных планов способствует улучшению экономики проекта и демонстрирует практичность для увеличения ЧПС проекта. Планирование определяет последовательность отработки, анализируя каждый уступ каждого Пушбэка в нисходящем порядке и вычисляя какие уступы будут отрабатываться и в какой период. Последовательность подготовки Пушбэков направлена на сокращение длительности периодов при сниженных объемах добычи руды. Порядок отработки при Пушбэк сокращает объемы вскрышных работ в первые годы, что в свою очередь может отсрочить закупку оборудования. Улучшение экономики происходит путем задержки капиталовложений на оборудовании для вскрышных работ, и на ранней стадии отрабатывает участки с рудой более высокого содержания.

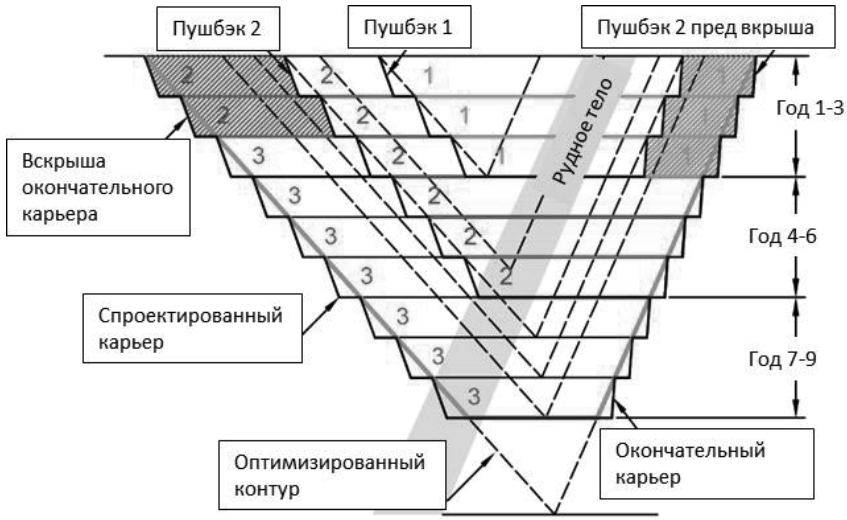


Рисунок 2.2.1 - Подход Пушбэк

3. Результаты исследований

3.1 Оптимизация и проектирование

Проект исследования использовал изначальный карьер, сопровож-даемый двумя Пушбэками для перехода к окончательной оболочке карьера. Пушбэки были каждый разработаны на основе предыдущих оболочек оптимизации с учетом выбора участков руды высокого качества из геологической блочной модели. Параметры для оптимизации карьера представлены в таблице 31.

Таблица 1 - Параметры проекта карьера

Параметры	**Единицы**	**Значения**
Высотауступа	м	20
Угол уступа	градус	70
Ширинауступа	м	7
Кол-во съездов	кол-во	1
Ширинасъезда	м	24
Градиентсъезда	1:x	1:10
Ширинакарьера	м	650
Длинакарьера	м	700
Глубинакарьера	м	250

Начальный карьер производит большее количество руды при наименьшем объеме вскрышных работ. Таким образом, позволяя вскрышным породам из следующего Пушбэка быть извлеченными без нарушения сбалансированного производства, тем самым, удовлетворяя потребности фабрики по руде. Окончательный карьер с двумя Пушбэками показан на рисунках 31 и32.

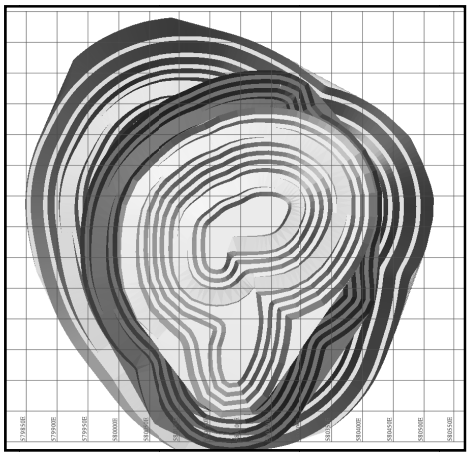


Рисунок 3.1 - Контур окончательного карьера (коричневый)
с двумя Пушбэками (зеленый и синий)

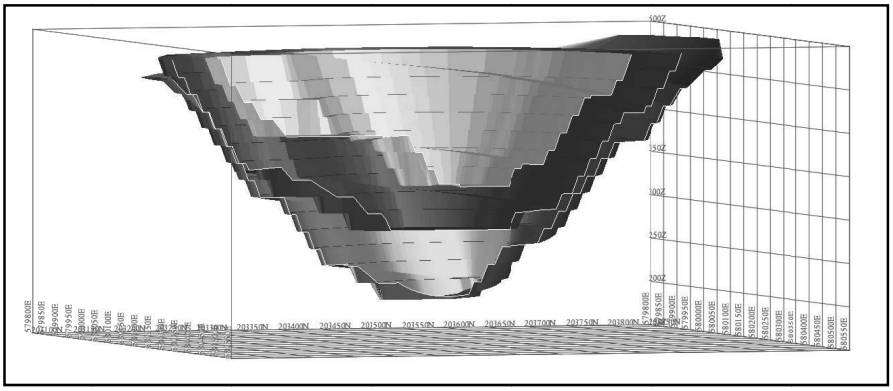


Рисунок 3.2 - Контур окончательного карьера (коричневый)
с двумя Пушбэками (зеленый и синий)

3.2 Производительность карьера

Запланированный карьер имеет годовую производительность 2 млн. тонн по руде и 8-12 млн. тонн по пустой породе. Среднее содержание золота 1.6 г\т и срок службы 9 лет. Рисунок 3.3 показывает сравнение для двух подходов по извлеченной руде, вскрыше и содержанию золота.

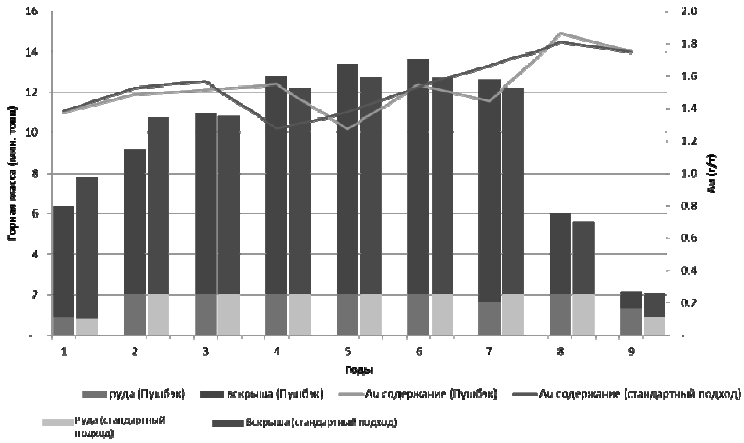


Рисунок 3.3 - Производственные показатели при разных подходах

Рисунок 3.4 показывает сравнение коэффициента вскрыши для стандартного подхода и подхода Пушбэк. Высокий коэффициент вскрыши в первые годы влияетна увеличение капитальных затрат, связанных с закупкой горного оборудования.

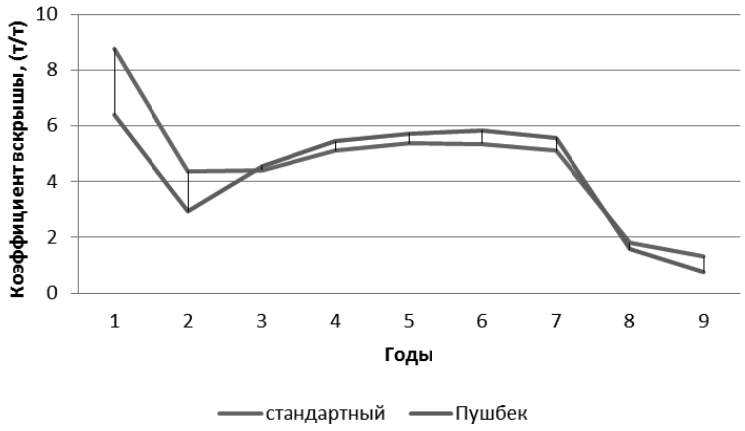


Рисунок 3.4 - Коэффициент вскрыши

3.3 Движение денежных средств

Сводка кумулятивных потоков наличности от разных подходов представлена на рисунке 3.5. Используя подход Пушбэк, сокращение капиталовложения на ранней стадии производства карьера показывает результаты увеличения ЧПС.

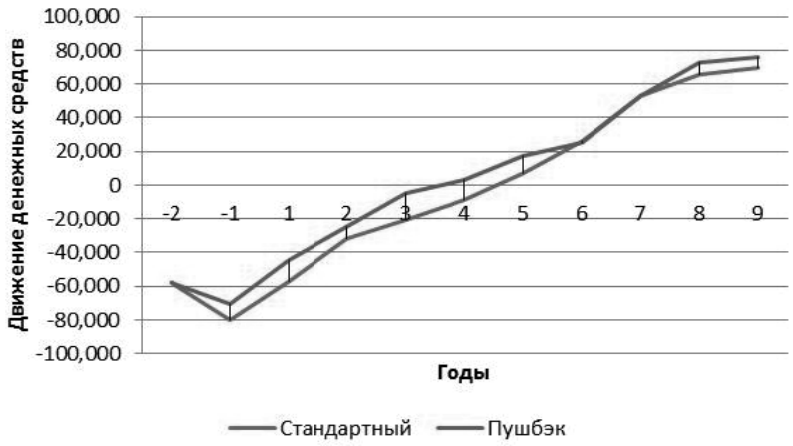


Рисунок 3.5 - Движение денежных средств показывает сравнение ЧПС, внутренней ставки дохода и периода окупаемости капитала между двумя подходами.

Таблица 3.2 - ЧПС, внутренняя ставка дохода и период окупаемости капитала для Пушбэк и стандартного подхода

Наименования	**Единицы**	**Пушбэк**	**Стандартный**
ЧПС(ставка дисконтирования 10%)	(USD) млн.	76,2	69,3
Внутренняя ставка дохода	%	27%	24%
Период окупаемости капитала	Годы	4 года 7 мес.	5 лет 6 мес.

Заключение

Подход «Пушбэк» может увеличить ЧПС проекта путем задержки капиталовложений на закупку горного оборудования для вскрышных работ, а также преимуществом отработки на ранней стадии участков с болеебогатой по содержанию металла рудой. Сокращение капиталовложений на ранней стадии отработки значительно улучшает экономику проекта

Литература

1 Отчет SRK 2013 по исследованиям золоторудного проекта (Конфиденциально)

2 Сабанов С.М. 2014, МайнексФорум, Астана, Казахстан. Доклад на тему: Увеличение ЧПС с использованием подхода Пушбэк для планирования горных работ в карьере.

References

1 Otchet SRK 2013 po issledovanijam zolotorudnogo proekta (Konfidencial'no)

2 Sabanov S.M. 2014, MajneksForum, Astana, Kazahstan. Doklad na temu: Uvelichenie ChPS s ispol'zovaniem podhoda Pushbjek dlja planirovanija gornyh rabot v kar'ere.

ӘОЖ 622.270

Резюме

Сабанов С. М.
(SRKConsulting (Kazakhstan) Ltd, Алматы, Қазақстан)

КАРЬЕРДЕ ТАУ-КЕН ЖҰМЫСТАРДЫ ТИІМДІ PUSHBEK ТӘСІЛМЕН ЖОСПАРЛАУ

Бұл жұмысқа қойылған міндет ашық тау-кен жұмыстарында қолданылатын Стандартты және Пушбэк тәсілдерін салыстыру, сондай-ақ Пушбэк тәсілі қаншалықты қолайлы екенін және жобаның таза келтірінді құнын қаншалықты көбейте алатынын көрсету.

Түйінді сөздер: Пушбэк, таза келтірінді құн, карьер.

UDC 622.270

Summary

Sabanov S. M.
(SRKConsulting (Kazakhstan) Ltd, Алматы, Казахстан)

APPLICATION OF PROFITABLE APPROACH PUSHBEK FOR PLANNING WORKS IN CAREER

The objective of this paper is to compare and contrast the Pushback and Standard approaches for open pit mining aiming to demonstrate that a Pushback approach is practical and can increase the NPV of a project.

Keywords: Pushback, NPV, open pit.

УДК622.232.7

Салыков Е.К., Куанышбайулы С., Махамбетов Б.Т.
(Головной проектный институт ТОО «Корпорация Казахмыс» г. Астана
Республика Казахстан)

ПЕРСПЕКТИВЫ ВОВЛЕЧЕНИЯ В ОТРАБОТКУ МАЛОМОЩНЫХ РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ КОМБАЙНОВЫМ СПОСОБОМ

Аннотация

Промышленная эксплуатация крупных и средних месторождений полезных ископаемых обычно производится путем буровзрывных работ. На основе международного опыта для горных условий Жаман-Айбатского месторождения «Корпорации Казахмыс» предложено произвести испытание отработки маломощных месторождений комбайновым способом. Технико-экономические расчеты подтверждают эффективность и безопасность ведения горных работ.

Ключевые слова: *маломощное месторождение, комбайновая выемка, система разработки, выемка руды.*

Түйінді сөздер: *қуаты аз кенорындар, комбайндық қазып алу, қазу жүйесі, кенді қазып алу.*

Keywords: *thin deposit, combine dredging, development system, ore dredging.*

С 2006 года ТОО «Корпорация Казахмыс» приступило к промышленной разработке месторождения Жаман-Айбат рудником «Жомарт», расположенного в 160км к юго-востоку от г. Жезказган. Месторождение протяженностью порядка 14 км залегает на глубине от 400 до 800 м. Угол залегания залежей – пологий и руды выхода на дневную поверхность не имеют. Основное промышленное оруденение приурочено к нижнему грубозернистому слою первой пачки (горизонт 4-I), который сложен преимущественно серыми песчаниками с 1-5 прослоями гравелитов и межформационных конгломератов мощностью от 0,05 до 5 метров. Мощность рудных тел по месторождению колеблется в достаточно широких пределах от 0,5 до 18 м, средняя мощность промышленных руд составляет 3,5-5,0 м. Коэффициент крепости руд по шкале проф. М.М. Протодьяконова, определенный методом дробления проб, имеет значения от 6,1 до 13,3 (среднее 8,9).

В соответствии с горнотехническими условиями месторождения отработка ведется панельно-столбовой системой разработки с оставлением междукамерных целиков, находящихся под защитой барьерных целиков. По результатам опытно-промышленных работ приняты следующие параметры системы разработки:

- расстояние между барьерными целиками – 125 м;
- ширина барьерного целика – 40 м;
- сетка расположения междукамерных целиков – 19 х 19 м;
- размеры междукамерных целиков – 10 х 10 м, пролет камеры – 9 м;
- при мощности отработки более 12 м оставляются сдвоенные междукамерные целики с шахматным расположением.

Основным существенным недостатком данной системы разработки с принятыми параметрами является оставление более половины запасов в междукамерных и барьерных целиках. В связи с этим проектными решениями после полной отработки камерных запасов панели предусмотрено погашение пустот и выемка целиков из открытого выработанного пространства в отступающем порядке.По результатам опытно-промышленных работ отработки целиков панелей 7, 8, 9 и 10 залежи 4-I потери отбитой руды при выемке целиков составили 45-60%, что значительно превышает проектные, рассчитанные в пределах 35%.

Основной причиной сверхнормативных потерь руды при отработке целиков из открытого выработанного пространства является то, что значительная часть отбитой руды остается под обрушением непосредственной кровли. Принятые меры по оставлению сигнальных целиков для временного поддержания непосредственной кровли, бурению отсекаемых скважин для управляемого обрушения кровли и корректировке параметров БВР с целью улучшения эффективности направленной отбойки руды не приводят к ожидаемым результатам. Кроме того, крайне отрицательное влияние оказывает ухудшение состояние панелей до начала отработки целиков, а именно:

- наличие ослабленных целиков с запасом прочности менее 1,2 при проектном - 2;
- площадные отслоения непосредственной кровли при отработке камерных запасов.

Таким образом, при продолжении отработки целиков из открытого выработанного пространства с ранее принятыми параметрами показатели потерь и разубоживания руды по системе разработке увеличитсядо 33,5% и 7,3%,соответственно, по сравнению с проектнымипоказателями потерь и разубоживания, рассчитанных 17,1% и 5,7%, соответственно.

Концепция возможности перехода на комбайновый способ выемки руды для горно-геологических и горнотехнических условий месторождения Жаман-Айбат основана на следующих предпосылках:

а) рудный массив по шкале проф. М.М.Протодьяконова представлен средней крепостью (значения от 6,1 до 13,3) и характеризуется как сильнотрещиноватый;

б) распределение утвержденных запасов месторождения по мощности залегания рудных залежей составляет в следующих соотношениях: до 2 м – 3,2%; с 2,0 до 3,0 м – 14,1%; с 3,0 до 4,0 м – 26,7% и свыше 4 м – 56%. Почти половина запасов месторождения представлена рудными залежами мощностью до 4 м, что является благополучным условием для комбайновой выемки;

в) при глубине разработки более 500 м значительно возрастает давление налегающих пород, что предопределяет необходимость усиления конструктивных элементов систем разработки. С другой стороны буровзрывной способ отбойки массива, традиционно применяемый на рудных месторождениях, представленных крепкими и средней крепости пород, оказывает отрицательное влияние на несущую способность целиков и обеспечения устойчивых пролетов камер;

г) в мировой практике накоплен определенный опыт использования комбайновой выемки на рудных месторождениях;

д) обеспечение нормативных показателей потерь и разубоживания руды.

С начала 2015 г. специалистами ТОО «Корпорация Казахмыс» изучен опыт промышленного применения комбайновой выемки руды на подземных рудниках «Мир», «Интернациональный» компании АК «АЛРОСА» (Россия) и KGHM (Польша).

На рудниках АК «АЛРОСА» принята нисходящая слоевая система разработки с полной закладкой выработанного пространства. Очистная добыча руды ведется заходками шириной около 6 м и высотой до 5 м с использованием комбайнов типа МН-620 фирмы Sandvik, разработанных для конкретных горно-геологических условий этих рудников. Техническая характеристика комбайна МН-620 приведена на рисунке 1.

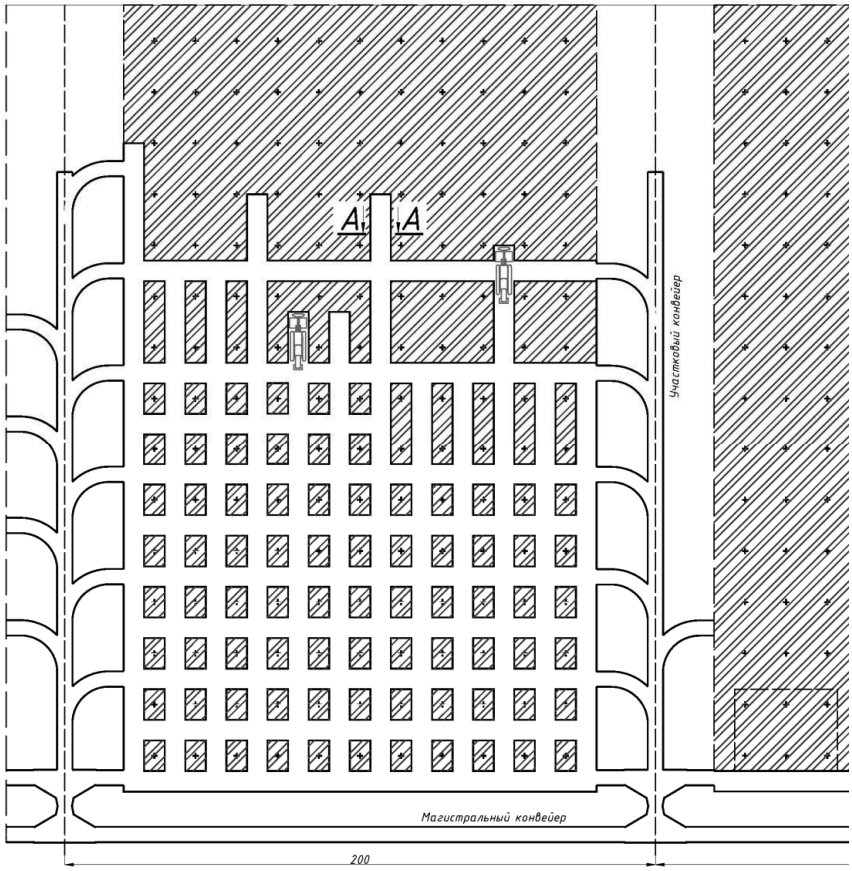
На руднике компании KGHM рудная залежь, представленная аналогичными условиями залегания месторождения Жаман-Айбат, отрабатывается камерно-столбовой системой разработки. Комбайны МН-620 используются при нарезных и очистных работах. Сечение забоя составляет – 22 $м^2$ (высота – 3,5 м, ширина – 5-7 м). План камерно-столбовой системы разработки и поперечный разрез по камере приведены на рисунке 2.

Горно-геологические и горнотехнические условия разработки рудников приведены в таблицах 1 и 2.

Проходческий комбайн МН-620		
Скорость передвижения	м/мин	0-15
Производительность комбайна, при крепости пород f=4-6	$м^3$/мин	1
Напряжение силовых цепей	В	660
Суммарная мощность электродвигателей	кВт	504
Мощность привода: исполнительного органа	кВт	132
Масса	т	122
Габариты комбайна длина с шарошкой и конвейером ширина высота	мм	 14330 4500 3250
Стоимость оборудования	тыс.$	3400
Производитель	«Sandvik» (Австрия)	

Рисунок 1–Техническая характеристика комбайна МН-620

План



Разрез А-А

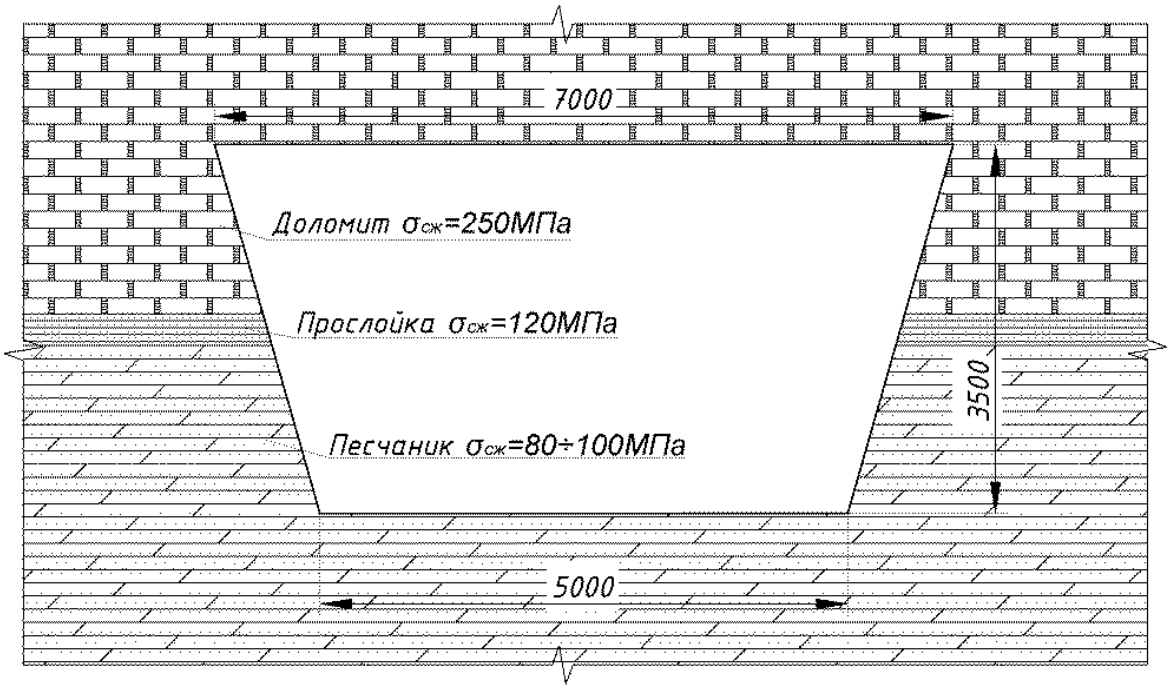


Рисунок 2 – Камерно-столбовая система разработки с выемкой руды комбайном МН-620 на руднике компании «KGHM»

Таблица 1 – Горно-геологические условия разработки

№№ п.п.	Наименование показателей	Рудники АК «АЛРОСА»	Рудник «KGHM»	Рудник «Жомарт»
1	Мощность рудных тел	150-250м	3-5м	2-8м
2	Угол падения	80-90^0	10-15^0	5-10^0
3	Глубина разработки	700-1200м	900-1000м	400-800м
4	Крепость руды	f=3-5	f=4-12	f=9-14
5	Предел прочности при одноосном сжатии	$\sigma_{сж}$=10-90 МПА	$\sigma_{сж}$=80-230МПА	$\sigma_{сж}$=70-190 МПА
6	Предел прочности при одноосном растяжении	$\sigma_р$=10-90 МПА	$\sigma_р$=80-230МПА	$\sigma_р$=70-190 МПА
7	Абразивность	15мг	-	40мг
8	Содержание полезного компонента	алмазы 5-7 карат/т	медь 1,8-2,0%	медь 1,4-2,0%

Таблица 2 – Горнотехнические условия разработки

№№ п.п.	Наименование показателей	Рудники АК «АЛРОСА»	Рудник «KGHM»	Рудник «Жомарт»
1	Статус показателей	достигнутые	достигнутые	ожидаемые
2	Годовая производительность рудника, тыс.т.: в том числе с комбайновой выемкой	700-100 700-100	4000-5000 500-600	4000 1250
3	Производительность комбайна марки МН-620: - темп проходки, п.м/мес - уходка за смену, м - сечение забоя, м^2	 120-160 5 30	 120-160 2,5-3 22	 180 3 45
4	Количество применяемых комбайнов	5	3	5

Выводы и предложения:

1. Для комбайновой выемки руды характерна циклично-поточная организация труда, при этом существенно сокращаются технологические процессы по сравнению с буровзрывной технологией. По существу технологические процессы сводятся к механическому разрушению массива, погрузке и транспортировке руды, которые можно выполнять одновременно. Исключаются такие процессы, как бурение шпуров, заряжание и взрывание, проветривание и приведение забоя в безопасное состояние после взрывных работ.

2. Основными достоинствами комбайнового способа отработки являются:

- полная механизация и совмещение по времени основных процессов выемки и погрузки руды;
- выемка руды производится с соблюдением проектного контура выработки без нарушения сплошности окружающего массива;
- повышение безопасности ведения горных работ.

3. Выполнены технико-экономические расчеты комбайновой добычи руды для условий рудника «Жомарт» со следующими расчетными допущениями:

- применение комбайна избирательного действия типа МН-620 фирмы Sandvik;
- годовая производительность одного комбайна по добыче составляет 250 тыс.тонн руды;

- для комбайновой выемки определены рудные залежи мощностью менее 4 м;

- годовая производительность рудника составляет 4000тыс.тонн руды, в том числе: с использованием комбайнов – 1250 тыс.тонн и с буровзрывным способом - 2750 тыс.тонн;

- комбайновая выемка руды позволит безопасно вести очистные работы камерно-столбовой системой разработки с оставлением целиков и обеспечением потерь руды в целиках на уровне 20%;

4. Расчеты показали положительную эффективность комбайновой добычи руды (NPV=387,2млн.$), однако наиболее эффективным является буровзрывной способ ведения горных работ (NPV=459,6 млн.$), так как расчетная себестоимость комбайновой добычи почти в 3 раза дороже, чем буровзрывной способ. При этом основной долей затрат в себестоимости комбайновой выемки является расход резцов на разрушение массива, что составляют почти 50% затрат от полной себестоимости;

5. С целью обеспечения более эффективного использования комбайнов, необходимо ориентироваться на новые разработки фирмы Sandvik (типоразмер MT720), которые могут быть изготовлены применительно к горно-геологическим условиям разработки рудника «Жомарт»;

6. Практически интерес представляет предложение ТОО «Борусан-Макина Казахстан» по применению системы добычи твердых руд длинными забоями –Cat® RockStraight. Добычной комплекс включает в себя: очистной комбайн HRM220, забойный конвейер HRC30 и механизированную крепь HRS1220. Работа комплекса полностью механизированная, автоматизированная и система использует инновационную технологию подрезания твердой породы, и была специально спроектирована для отработки пластообразно залегающих месторождений твердых руд мощностью от 1,3 до 2 м. В настоящее время осуществляется опытно-промышленное испытание данного комплекса на одном из подземных рудников компании KGHM (Польша).

ӘОЖ 622.232.7

Резюме

Салыков Е.К., Қуанышбайұлы С., Махамбетов Б.Т.
(ЖШС «Қазахмыс Корпорацияның» Бас жобалау институты Астана қ.
Қазақстан Республикасы)

ҚУАТЫ АЗ КЕН ШОҒЫРЛАРДЫ КОМБАЙНДЫҚ ӘДІСПЕН ӨНДІРУДІҢ КЕЛЕШЕГІ

Бекімділігі қатты және орташа қатты кенорындарында өндірістік қазу жұмыстарын бұрғылау-аттыру әдісімен жүргізу дәстүрі қабылданған. Әлемдік тәжірибеге сүйене отырып, Қазақмыс Корпорациясына қарасты Жаман-Айбат кенорынының кен-техникалық жағдайына байланысты аз қалыңдықты кен сілемдерін қазу жұмыстарына комбайндарды пайдаланудың тиімділігі және қауіпсіздігі негізделген.

Түйінді сөздер: қуаты аз кенорындар, комбайндық қазып алу, қазу жүйесі, кен қазып алу.

UDK 622.232.7

Summary

Salykov E.K, Kuanyshbayuly S., Makhambetov B.T.
(The head project institute LLP "Kazakhmys Corporation" Astana
The Republic Of Kazakhstan)

PERSPECTIVES INVOLVING IN WORKING OFF OF A LOW-POWER ORE DEPOSITS A COMBINE

Industrial development of strong and medium strength ore deposits is traditionally carried out by drilling and blasting. Based on international experience, for mining conditions of the deposit Jaman-Aibat Corporation Kazakhmys proposed involvement in the testing of thin deposits of combine dredging ore. Technical and economic calculations determined combines efficiency and safety of mining operations.

Keywords: thin deposit, combine dredging, development system, ore dredging.

УДК 631.3.004.67: 621.824.4

Ибылдаев М.Х. [1]**,Смашев Н.Ж.**[2]
([1]Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати, г. Тараз, Республика Казахстан, [2]Каспийский университет, г. Алматы, РК)

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ГОРНЫХ РАБОТ

Аннотация

В статье представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований процесса восстановления ступенчатых валов пластическим деформированием. Предложена формула для определения параметров деформации. Предложен новый способ восстановления ступенчатых валов, заключающийся в предварительном срезе переходных мест ступеней с последующей горячей обработкой давлением в штампе.

Ключевые слова: *надежность, механизация, горные работы, пластическая деформация, ступечатый вал, восстановление, штамп.*

Түйінді сөздер: *сенімділік, механикаландыру, тау жұмыстары, пластикалық деформация, сатылы білік, қалпына келтіру, штамп.*

Keywords: *reliability, mechanization, mining, plastic deformation, stupechaty shaft, recovery, stamp.*

Технический прогресс неразрывно связан с повышением качества техники. Как новое, так и отремонтированное горное оборудование должно обладать совокупностью свойств, которые обуславливали бы его пригодность удовлетворять определенным требованиям в соответствии с его назначением. Одно из наиболее важнейших свойств этой совокупности - надежность. Поэтому улучшение качества оборудования неразрывно связано с повышением его надежности.

Одним из наиболее распространенных элементов конструкции горной техники и технологических машин являются ступенчатые валы, имеющие шлицы, посадочные места под подшипники и резьбовые поверхности в различных сочетаниях. Валы работают в тяжелых условиях при больших динамических нагрузках, иногда при отсутствии смазки, наличия абразива. Все посадочные поверхности валов в процессе эксплуатации изнашиваются. Часть валов подвергается изгибу и скручиванию, вследствие чего нарушается взаимоположение посадочных поверхностей. При этом такие показатели, как соосность, параллельность и перпендикулярность перестают соответствовать заданным параметрам.

Валы в основном восстанавливают наплавкой всех посадочных поверхностей. Этот способ трудоемок, большие потери наплавляемого металла. Кроме того, по показателям надежности валы, восстановленные наплавкой, не соответствуют техническим требованиям к новым деталям. Известны другие способы восстановления ступенчатых валов: продольная наплавка боковой поверхности шлицев с последующей обработкой давлением наплавленного слоя: контактная сварка давлением с одновременной раздачей специальным роликом. При незначительном износе шлицев их раскатывают головками. Однако эти способы не нашли применения по показателям надежности и технологичности.

Способ восстановления деталей горячей объемной штамповкой не имеет перечисленных недостатков. Он основан на способности изделий из металлов, после нагрева изменять свою форму и размеры без разрушения, под действием нагрузки. После пластической деформации металла улучшаются его физико-механические свойства, поэтому по показателям надежности восстановленные валы не уступают новым. Повышается производительность труда. Вместе с тем устраняются такие дефекты, как изгиб и скручивание.

Способ восстановления давлением заключается в изготовлении поковок из изношенных деталей с последующей их обработкой в соответствии с техническими требованиями к новым деталям. Для компенсации износа и создания у поковок припусков на детали перед штамповкой наносят компенсирующий металл. Место нанесения компенсаторов выбирают по эпюрам напряжений в деталях с учетом схем формообразований поковок. Восстановление деталей, изготовленных литьем или штамповкой, сводится только к обработке давлением в закрытом штампе, в основном, без применения компенсирующего металла. В этом случае на изношенные поверхности металл перемещается с малонагруженных участков, не имеющих посадочных поверхностей. Поковки, изготовленные из изношенных деталей, имеют незначительные припуски, что позволяет обработку резанием производить по сокращенному технологическому циклу. Производительность способа восстановления деталей горячей объемной штамповкой в десятки раз превышает производительность известных способов.

Типовая схема технологического процесса восстановления деталей горячей объемной штамповкой включает следующие операции: очистка заготовок от загрязнений, входной контроль, технологическая доработка, нагрев под обработку давлением, штамповка поковки, нормализационный отжиг, обработка резанием, термическая или химико-термическая обработка, финишные операции. Большинство из перечисленных операций отработано и широко применяется в машиностроении и ремонтном производстве.

Применительно к литым звеньям гусениц, шатунам, зубчатым колесам, гладким валам и втулкам отработаны и остальные операции технологического процесса: технологическая доработка и штамповка.

Для изготовления поковок из изношенных ступенчатых валов за основу принята схема формообразования поковок из гладких длинномерных валов и втулок. Штамп для формообразования таких поковок (рисунок 1) состоит из нижней 1 и верхней 2 обоймы, в цилиндрической горизонтальной расточке которой установлены подвижные секции 3, 4, 5 и 6. В сомкнутом штампе секции образуют две полуматрицы, в которых помещается изношенный вал 7 с приваренным к его торцу компенсатором. Заготовка, установленная в центрирующие пояски 8 и 9 матриц, осаживается ступенчатыми пуансонами 10 и 11 с индивидуальными гидроприводами. В начальной стадии осаживания пуансоны малыми торцами 12 вытесняют металл из центрирующих поясков, после чего большие торцы 13 пуансонов воздействуют на матрицы. Перемещаясь, матрицы осаживают заготовку на длину l с незначительным контактным трением. Это позволяет осаживать заготовки с отношением L/d от 3 до 10 и более. С целью реализации данной схемы формообразования поковок осаживанием на ступенчатых валах проведен эксперимент в макетном штампе, состоящем из опорной плиты, обоймы, ступенчатой матрицы с крышкой, в которой помещался образец. Образец осаживался на прессе пуансоном.

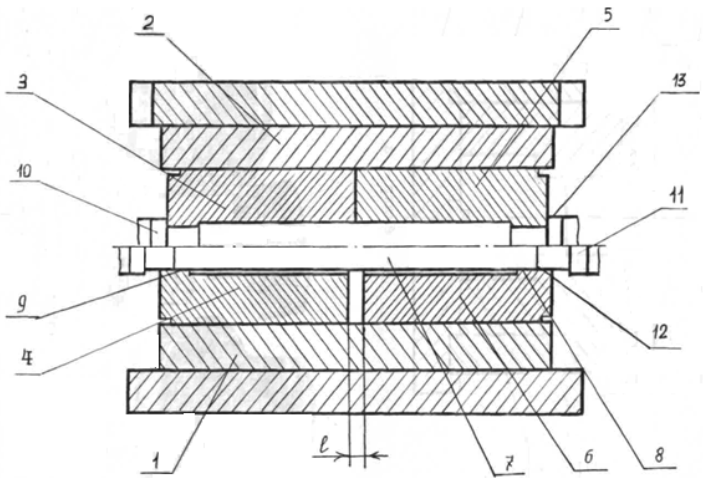


Рисунок 1 - Схема штампа для восстановления гладких валов

В процессе восстановления ступенчатых валов пластическим деформированием необходимо переместить металл компенсатора в наружные поверхности, имеющие значительную длину. Рассчитаны величины условно смещенных объемов металла, которые использовались для расчета величины хода формующего пуансона и подвижной матрицы. При этом, однако, не рассматривалась кинематика течения металла. В принятой схеме деформирования конструкция штамповой оснастки допускает возможность течения металла, заготовки вала, подлежащего восстановлению в различных направлениях.

Установлено, что при формообразовании поковок из изношенных ступенчатых валов осаживанием в закрытом штампе, в сопряжении ступеней большего и меньшего диаметров образуется кольцевой зажим, который для большинства валов является недопустимым по условиям прочности. В связи с этим вопрос устранения зажима при осаживании ступенчатых валов требует решения. Кроме того, в известных работах [3] не рассматривался процесс изготовления поковок осаживанием из деталей с шлицевыми и резьбовыми поверхностями.

Проведенный анализ литературных источников и результаты предварительных экспериментальных исследований позволяет сделать следующие выводы:

1. Ступенчатые валы, как правило, содержат гладкие, шлицевые и резьбовые поверхности. Все эти поверхности в процессе эксплуатации изнашиваются. Кроме того, валы подвергаются скручиванию и изгибу. В результате нарушается взаимоположение посадочных поверхностей (соосность, параллельность, перпендикулярность) со всеми вытекающими отрицательными последствиями (интенсивный износ, поломка).
2. Ступенчатые валы, восстановленные рассмотренными способами, по показателям технологичности и надежности не могут конкурировать с новыми деталями, изготовленными в соответствии с действующими стандартами. Прежде всего, это большая длительность технологического цикла, так как дефекты, количество которых в различных сочетаниях может быть семь, и более устраняются последовательно. Соответственно увеличивается трудоемкость процесса восстановления в несколько раз. У ступенчатых валов, восстановленных наплавкой, гальваническими покрытиями и металлизацией, до 40% снижается усталостная прочность. Последние два способа нельзя применять для восстановления резьбовых и шлицевых поверхностей. Наплавленные различными способами поверхности имеют пятнистую твердость, макро- и микроструктура не отвечает техническим требованиям.
3. Наиболее прогрессивными способом восстановления ступенчатых валов является способ горячей объемной штамповки, что подтверждается исследованиями по восстановлению гладких валов, втулок, зубчатых колес.
4. Предварительными экспериментальными исследованиями установлено, что формообразование поковок осаживанием в закрытых штампах не представляется возможным, так как в сопряжении ступеней большего и меньшего диаметров образуется кольцевой зажим, который для большинства валов недопустим по условиям прочности.

В основу теоретического анализа кинематики течения металла положим принцип наименьшего сопротивления сформулированный Губкиным С.И. следующим образом: «В случае возможности перемещения точек деформируемого тела в различных направлениях каждая его точка перемещается в направлении наименьшего сопротивления» [1].

Расчеты показали, что вытекание металла происходит одновременно с осадкой конического перехода. Опасность образования зажима небольшая в пределах 0,5 мм.

В связи с тем, что в проведенных расчетах не учитывался фактор изменения условий трения остывания металла, была проведена серия экспериментов для проверки теоретических расчетов.

В данном случае использованы различные пуансоны и полуматрицы в соответствии с отношением D/d образцов.

Выбор основных уровней и интервалов варьирования факторов производили на основании предварительных опытов и литературных данных.

Таблица 1 - Уровни и интервалы варьирования факторов при осадке ступенчатых валов в закрытом штампе

№ п.п.	Фактор	Кодир. знач. фактор.	Уровни варьирования факторов	Интервал варьир.
1	Угол среза переходных мест. в град	X_1	- 15 30 45 90	15
2	Соотношения диаметров	X_2	1,1 1,2 1,3 1,4 1,5	0,1

Разъемная матрица позволяет удалять деформированные ступенчатые образцы из штампа без искажений. Образцы изготавливались из алюминия, имитирующего течение стали при горячей объемной штамповке [3]. Осаженные образцы разрезались по продольной оси. Поверхности разреза шлифовались и полировались на специальном станке "*NEF*ИС" ЗЕ881 № 843-80 с использованием различных шлифовальных и полировочных шкурок, сукон и паст до получения требуемой шероховатости. После этого образцы травились в 10%-ном растворе плавиковой кислоты H_3FO с водой в течение 7-10 мин., промывались раствором едкого натра NaOH и теплой водой. Обработанные таким способом алюминиевые образцы имеют макроструктуру (рисунок 2).

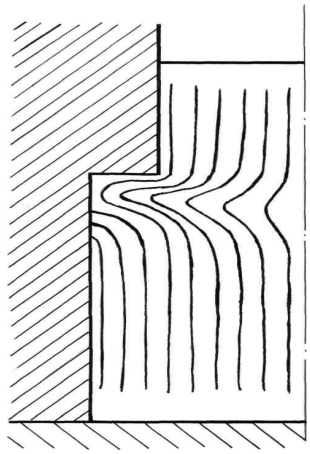


Рисунок 2 - Схема макроструктуры после формообразования ступенчатого вала

Из схемы макроструктуры после формообразования ступенчатого вала (рисунок 2), видно, что основное перемещение металла в радиальном направлении происходит в зоне сопряжения ступеней. При этом отсутствует петлеобразование волокон. Кроме того, установлено, что угол среза переходных мест с малого на больший диаметр для каждого соотношения диаметров D/d имеет свое значение α . Эта зависимость описывается уравнением:

$$\cos\alpha = K\frac{D}{d} \qquad (1)$$

где К-коэффициент соотношения диаметров.

Поставляя значения α и D/d , полученные в ходе эксперимента, при котором глубина зажима $\beta_{заж} \le 1.$ определяем коэффициент К. При этом берем максимальное значение α при $\beta_{заж} \le 1.$ мм.

$$K_1 = \frac{\cos\alpha_1}{D_1/d_1} = \frac{\cos 30^0}{1.5} \approx 0{,}58 \qquad (2)$$

$$K_2 = \frac{\cos\alpha_2}{D_2 / d_2} = \frac{\cos 45^0}{1.2} \approx 0{,}58 \quad (3)$$

$$K_n = \frac{\cos\alpha_n}{D_n / d_n} \approx 0{,}58 \quad (4)$$

Отсюда

$$K_1 = K_2 = ... = K_n = 0{,}58 = const \quad (5)$$

Используя формулу

$$\alpha = \arccos\alpha + 2k\pi, k \in Z \quad (6)$$

Получаем

$$\alpha = \arccos\left(0{,}58\frac{D}{d}\right) \quad (7)$$

Задавая различные значения D/d, можем определить требуемый угол среза α переходного места по эмпирической формуле (1.7). С целью экономии срезаемого металла данный способ устранения зажима целесообразно применять при $D/d \le 1/5$, так как при условии d/D<1.5 резко увеличивается объем срезаемого металла.

Формула (7) действительна при длине срезаемой ступени:

$$l \le (D - d)/2tg\alpha \quad (8)$$

Проверено качество восстановленного вала: определены значения микротвердости, микронапряжений, плотности дислокаций, проведены макро- и микроструктурный анализ и механические испытания.

Валы, восстановленные горячей объемной штамповкой, по всем геометрическим параметрам соответствуют параметрам новых валов. Твердость шлицев не ниже 50 HRC, что также отвечает техническим требованиям на новые валы.

Литература

1 Богатырев С.А. Технология восстановления втулок сборных звеньев гусениц тракторов и комбайнов давлением. Дис…. канд. тех. наук. – Саратов, 1988. – 229 с.

2 Губкин С.И. Теория обработки металлов давлением. ГНТИЛЧЦМ. – М.,1947, 531 с.

2 Ибылдаев М.Х. Технология восстановления ступенчатых валов нефегазовой техники горячей объемной штамповкой. Монография -Тараз: 2013.-103 с

3 Пашин Ю.Д. и др. Исследование поточно-механизированных линий для восстановления изношенных звеньев гусениц тракторов класса 30 кН: Инф. лист ЦНТИ. – Саратов, 1986.

References

1 Bogatyrev S.A. Tehnologija vosstanovlenija vtulok sbornyh zven'ev gusenic traktorov i kombajnov davleniem. Dis…. kand. teh. nauk. – Saratov, 1988. – 229 s.

2 Gubkin S.I. Teorija obrabotki metallov davleniem. GNTILChCM. – M.,1947, 531 s.

3 Ibyldaev M.H. Tehnologija vosstanovlenija stupenchatyh valov nefegazovoj tehniki gorjachej ob#emnoj shtampovkoj. Monografija -Taraz: 2013.-103 s

4 Pashin Ju.D. i dr. Issledovanie potochno-mehanizirovannyh linij dlja vosstanovlenija iznoshennyh zven'ev gusenic traktorov klassa 30 kN: Inf. list CNTI. – Saratov, 1986.

ӘОЖ 631.3.004.67: 621.824.4

Резюме

Ибылдаев М.Х. [1],Смашев Н.Ж.[2]
([1]М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан Республикасы, [2]Каспий университеті, Алматы қ., ҚР)

ТАУ ЖҰМЫСТАРЫН МЕХАНИКАЛАНДЫРАТЫН ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛДАРДЫҢ СЕНІМДІЛІГІН АРТТЫРУ

Мақалада сатылы біліктерді пластикалық деформация арқылы қалпына келтіру технологиялық процесін теориялық және тәжірибелік зерттеулер нәтижесі келтірілген. Қысып өңдеу параметрлерін анықтау формулалары ұсынылған. Сатылы біліктерді қалпына келтірудің жаңа әдісі ұсынылған. Сатылы білік алдымен механикалық өңделеді, қыздырылады, сонан кейін штампта қысылып қалпына келтіріледі.

Түйінді сөздер: сенімділік, механикаландыру, тау жұмыстары, пластикалық деформация, сатылы білік, қалпына келтіру, штамп.

UDC 631.3.004.67: 621.824.4

Summary

Ibyldayev M. H.1, Smashev N.Zh.2
(1-Taraz the state university of M. H. Dulati, Taraz, the Republic of Kazakhstan, 2- Kaspiy university, Almaty, RK)

INCREASED RELIABILITY TECHNICAL MINING MECHANIZATION MEANS

The article presents the results of theoretical and experimental studies of the recovery process stepped shafts plastic deformation. The formula for determining the deformation parameters. A new way to restore stepped shafts, comprising pre-cut levels of transient places, followed by hot forming in the die.

Keywords: reliability, mechanization, mining, plastic deformation, stupechaty shaft recovery stamp.

УДК 622.23.002.5

Глебов А.В.

(ФГБУН Институт горного дела Уральского отделения РАН,
г. Екатеринбург, Россия)

К ВОПРОСУ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ГОРНО-ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация

Проведен анализ импорта и экспорта машин, оборудования и транспортных средств в Свердловской области и Уральском федеральном округе. Предложены некоторые варианты импортозамещения горно-транспортной техники на отрытых горных работах с использованием производственных мощностей и ресурсно-сырьевой базы Урала.

Ключевые слова: *горно-транспортная техника, импортозамещение, научно-технический потенциал, ресурсо- и энергосберегающие технологии.*

Түйінді сөздер: *тау-кен-транспорттық техника, импорттын орнын басу, ғылыми-техникалық потенциал, ресурстық және энергоүнемудеу технологиялары.*

Keywords: *mining-transport equipment, import substitution, scientific and technical potential, resource-and energy saving technologies.*

Горно-металлургический и машиностроительный комплексы Российской Федерации были и остаются важнейшими составляющими экономики, определяющими технологичность, конкурентоспособность страны, а в совокупности с оборонно-промышленным комплексом и национальную безопасность.

Стратегическое развитие горнопромышленного комплекса России и Уральского федерального округа в частности в сложных современных экономических условиях требует незамедлительного решения долгосрочных программ расширения минерально-сырьевой базы Урало-Сибирского региона за счет освоения северных территорий.

Горно-металлургическая отрасль экономики России по-прежнему остается экспортно-ориентированной. Поставки железорудного сырья на экспорт за период 2007-2012 годы составили 23,3 – 30,7 млн.т/год, что составляет около 30% от общих объемов производства товарной руды в стране. Более половины (55÷58%) этих объемов потребляют металлургические предприятия Китая [1]. Экспорт металла в Свердловской области в 2009 году составил более 60%, на середину 2014 года – 53,7%, в то время как экспорт машиностроительной продукции (включая оборудование и транспортные средства) в 2009 году всего 10,5%, а в 2014 – 15%. По Уральскому федеральному округу в товарной структуре импорта в первом полугодии 2014 г. преобладали машины, оборудование и транспортные средства, доля которых от общего объема импорта составила 65,5%. При этом экспорт машин, оборудования и транспортных средств за этот же период составил 5,2% от общего объема, а экспорт минеральных продуктов составил 65,5%, металлов и изделий из них 21,8% [2]. На сегодняшний день импорт машиностроительной продукции в Свердловскую область составляет 49,2%.

Отрасль, экспортирующая сырье и импортирующая оборудование для добычи этого же сырья, не может быть конкурентоспособной, так как покупка техники у тех, кому эти ресурсы продаются, в конечном итоге сводит эффективность продаж природных ресурсов к нулю.

Предприятия горно-металлургического комплекса являются одними из крупнейших потребителей продукции машиностроения, в первую очередь тяжёлого, энергетического и транспортного машиностроения. В этой связи существует значительный потенциал восстановления и развития кооперационных связей между предприятиями машиностроения

и горно-металлургического комплекса по поставкам горного, металлургического, прокатного, кузнечно-прессового, транспортного, энергетического, станочного оборудования, а также запасных частей [2].

Сегодня, в период санкционной политики, *необходимо тесное сотрудничество науки и производства в части совместной разработки стратегических направлений комплексного развития горного, металлургического и машиностроительного производства в современных условиях, поиска путей реструктуризации и модернизации с целью импортозамещения, внедрения принципиально новых отечественных технологий и техники*. Рассмотрим несколько вариантов импортозамещения на примере горно-транспортного оборудования.

Экскаваторы

В настоящее время многие горнодобывающие компании при разработке программ перевооружения выбирают экскаваторы большой единичной мощности с вместимостью ковша 30-35 м^3 в комплексе с 180÷250 тонными автосамосвалами, парк которых уже сейчас составляет около 30% от общего числа. Только в ОАО «Кузбассразрезуголь» парк БелАЗов грузоподъемностью 220 тонн насчитывает более 250 единиц. Однако погрузка данных самосвалов производится, в основном, экскаваторами ЭКГ-10 и ЭКГ-15, что снижает эффективность автотранспорта и увеличивает себестоимость экскавации.

В период с 2014 по 2020 гг предполагаемый объем закупок экскаваторов с вместимостью ковша 30-35 м^3 в России и ближнем зарубежье составит около 85-90 единиц или 55-60 млрд. руб.

В мире три крупных производителя экскаваторов такого класса: P&H MINING EQUIPMENT INC. (P&H, США), AVIC International (WK, Китай) и ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» (ЭКГ, Россия).

Конструкция производимого в России экскаватора ЭКГ-32Р, по нашим сведениям имеет недостаточную жесткость поворотной платформы из-за конструктивных недостатков, на доработку которых потребуется определенное время. В сложившейся ситуации для замещения импорта экскаваторной техники данного класса необходима организация производства 30-кубовых экскаваторов на Уралмашзаводе, доля которого в данном сегменте рынка может составить не менее 25%.

Для успешного освоения и внедрения экскаватора ЭКГ-30 на рынок необходимо разработать технологию ведения горных работ экскаваторами высокой единичной мощности, разработать и изготовить экспериментальный образец и провести двухгодичные испытания экскаватора на площадке одного из стратегических партнеров (Кузбассразрезуголь, Якутуголь, Карельский окатыш), по итогам которых провести доводку машины.

В перспективе видится целесообразной разработка технологии ведения горных работ экскаваторами с вместимостью ковша 50 м^3 в комплексе с автосамосвалами БелАЗ грузоподъемностью свыше 250 т.

Резкий переход от 12,5÷15-кубовых машин к 50÷60-кубовым из-за масштабного фактора кажется нам весьма проблематичным.

При разработке инновационной конструкции должны быть учтены современные требования горнодобывающих предприятий, такие как: ресурсо- и энергосбережение при повышенной производительности (материалоемкость, энергоемкость и т.д.); возможность эксплуатации в жестких условиях эксплуатации; возможность работы в стесненных условиях глубоких карьеров в составе экскаваторно-автомобильных комплексов с дистанционным управлением и последующей поэтапной роботизацией операций.

На основании выше изложенного, учитывая вопросы импортозамещения и ситуацию когда ОАО «Уралмашзавод» может занять свою нишу на рынке перспективной техники, считаем необходимым форсированное создание экскаватора инновационной конструкции с вместимостью ковша 30÷35 м^3 с перспективой создания уже на его базе более мощной машины с ковшом 50÷60 м^3.

Одним из приоритетных направлений импортозамещения является использование экскаваторов с ковшом активного действия ЭКГ-5В, которые могут быть эксплуатироваться как при освоении месторождений Севера, так и на многих других карьерах России.

До 1995 г. ОАО «Уралмаш» было изготовлено по заказам предприятий 6 экскаваторов, опыт эксплуатация которых в разнообразных условиях подтвердил их эффективность. Помимо выпуска новых машин установлена возможность модернизации имеющихся на карьерах ЭКГ-5А, путем оснащения их ковшами активного действия. Такая работа может быть выполнена непосредственно на карьерах и обойдется заказчикам в 2-3 раза дешевле приобретения новой машины.

Опыт показал, что затраты на оснащение ковшей экскаваторов пневмомолотами и ударными зубьями ниже стоимости взрывного рыхления мергеля в 5,8 раз, а доломита в 8,5 раз. Однако в свое время не удалось решить вопрос обеспечения экскаваторов расходными запасными частями – пневмомолотами и, в первую очередь, ударными зубьями, кроме того их конструкция нуждалась в увеличении стойкости. В настоящее время в ИГД СО РАН разрабатываются пневмомолоты с увеличенной примерно вдвое ударной мощностью. Это позволит эффективно разрабатывать породы выше средней крепости прочностью до 80-100 МПа.

Производство и модернизация экскаваторов с ковшом активного действия, изготовление комплектующих и запасных частей также может быть организовано на машиностроительных предприятиях Урала. Потребителями, кроме отечественных недропользователей, станут горнодобывающие предприятия Белоруссии, Узбекистана, Киргизии и других стран ближнего зарубежья.

Для поддержания на должном техническом и эксплуатационном уровне приобретенной импортной экскаваторной техники с более низкими эксплуатационными затратами *необходимо восстановление и модернизация литейного производства и расширение номенклатуры изготавливаемых комплектующих и запасных частей* (ковши, зубья, траки и т.д.) на Уральских машиностроительных и металлургических предприятиях.

Карьерные автосамосвалы

Производство карьерных автосамосвалов БелАЗ грузоподъемностью 45 т на «Уралвагонзаводе» планировалось начать в 2008 году с целью развития экономики Уральского региона, а также для реализации проекта «Урал промышленный - Урал полярный». На первых этапах планировалось освоить сборку готовых узлов, затем переориентироваться на собственное производство комплектующих, в первую очередь крупногабаритных и металлоемких. Вместе с «Уралвагонзаводом» над освоением новой продукции должны были работать ОАО «Уралмаш», «Уралхиммаш», Уральский турбомоторный завод, НПО Автоматики. После сборки первого автосамосвала ситуация изменилась. «Уралвагонзавод» и «ЧТЗ-Уралтрак» не смогли добиться организации сборки тяжелых грузовиков «БелАЗ» на своих мощностях и в 2010 году создается Российско-белорусское СП по выпуску карьерных самосвалов БелАЗ на базе Коркинского экскаваторно-вагоноремонтного завода. Планировалось методом крупноузловой сборки выпускать автосамосвалы грузоподъемностью до 90 тонн, а в дальнейшем начать выпуск комплектующих.

На сегодняшний день производство автосамосвалов БелАЗ на Урале так и не освоено.

В июле 2015 года на Международной промышленной выставке ИННОПРОМ в г. Екатеринбурге состоялось подписание плана-графика, согласно которому Уралмашзавод и

БелАЗ консолидируют свои усилия в области создания горного оборудования. Машиностроительный кластер для горной промышленности объединит в себе производителей оборудования, центры компетенций, проектировщиков и научных работников Урала и Белоруссии.

Самосвалы с шарнирно-сочлененной рамой

Одним из направлений импортозамещения может стать собственное производство и эксплуатация самосвалов с шарнирно-сочлененной рамой (ШСС) на открытых горных работах.

Сегодня в мире ШСС выпускают компании Volvo, Caterpillar, Bell, Liebherr, Komatsu, Mitsubishi, Terex, Холдинг «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ» и многие другие. На данный момент спрос на ШСС в России в полном объеме удовлетворяется импортом. Так, по данным журнала «Основные средства», в январе – октябре 2011 г. наблюдался двукратный рост поставок ШСС по сравнению с аналогичным периодом 2010 г. По сравнению с 2009 г. импорт увеличился почти в 8 раз. При этом лидером является компания Volvo. По итогам 2012 года доля данной марки в российском импорте составила 39%. Основными моделями являются Volvo A40F, Volvo A35F и Volvo A30F [3].

Кроме Volvo в тройке лидеров – импортеров ШСС в Россию находятся также Caterpillar с долей в общем объеме импорта, равной 17%, и Bell с долей, равной 11%. В 2011 г. компания Caterpillar импортировала в Россию сочлененные самосвалы марок Cat-730 и Cat-740B, а компания Bell – самосвалы марок Bell-40D и Bell-B50D. В 2012 г. импорт американского производителя значительно вырос как в количественном, так и качественном выражении. Ввоз ШСС южноафриканского производителя сократился на 24,5%. Основная модель, импортировавшаяся в 2012 г. – Bell 40D. Кроме того, в рассматриваемом периоде в Россию было ввезено 7 самосвалов Bell B50D. В 2011 г. на рынке ШСС появилась фирма Liebherr с самосвалом модели TA 230 грузоподъемностью 30 т, а по итогам 2012 г. марка прочно обосновалась среди лидеров отрасли и увеличила объемы ввоза рассматриваемой техники в 6 раз.

Шарнирно-сочлененный самосвал С-33

В России производство ШСС только начинается. В Чебоксарах в 2013 г. на заводе ОАО «Промтрактор» концерна «Тракторные заводы» собран первый самосвал С-33 «Концепт» грузоподъемностью 33,5 т [4], но дальше опытного образца дело не идет.

ЗАО «Завод спецмашин» представило трехосный самосвал грузоподъемностью 25 тонн с колесной формулой 6×6 на шарнирно-сочлененной раме с самоблокирующимися дифференциалами и колесными редукторами мостов. Самосвал оснащен восьмицилиндровым V-образным двигателем и 24-х скоростной гидромеханической трансмиссией [5].

Исследованиями установлено, что ШСС позволяют улучшить экономические показатели открытой разработки, и являются перспективным сборочным транспортом при отработке глубоких и нагорных карьеров. Проведены исследования по обоснованию области и условий эффективной эксплуатации ШСС при разработке глубокозалегающих месторождений твердых полезных ископаемых.

Необходимы маркетинговые исследования по изучению возможного рынка потребления самосвалов данного класса на открытых горных работах с целью обоснования перспективы импортозамещения машинами Российского производства. В качестве потенциальных производителей на Урале могут быть рассмотрены ОАО "Уралмашзавод", ОАО «Уралвагонзавод», ОАО «Уралтрансмаш» и др.

Гусеничный самосвал

В ближайшее время неизбежен переход на разработку месторождений нагорного типа, расположенных, как правило, в неосвоенных районах. В условиях приполярных районов с резкими климатическими колебаниями в течение года и всеми, связанными с этим

трудностями - вечная мерзлота, низкая несущая способность грунтов, использование гусеничных самосвалов грузоподъемностью 40-60 т станет очень эффективной заменой автомобильному транспорту. Указанный вид транспорта эффективен также при использовании его на отработке нижних горизонтов глубоких карьеров.

Выполненные ИГД УрО РАН совместно с ОАО «Институт «Уралгипроруда» и институтом «Якутнипроалмаз» оценочные работы по применению гусеничного самосвала, подтверждают его эффективность в условиях кимберлитовых карьеров Якутии, карьеров Качканарского ГОКа и Северного медно-цинкового рудника УГМК (Северный Урал).

На Урале имеется принципиальная возможность выполнения комплекса проектно-конструкторских работ и привлечения ресурсов ОАО «Уралвагонзавод» для создания и внедрения гусеничных самосвалов грузоподъемностью до 60 т в горнопромышленном и оборонном комплексах страны.

Техника для производства взрывных работ

Важным звеном в технологии производства эмульсионных ВВ (ЭВВ) для конкретных условий разрабатываемых месторождений полезных ископаемых является смесительно-зарядная машина (СЗМ), обеспечивающая экологически чистое безотходное производство, полную механизацию заряжания скважин, сравнительно невысокую газовую вредность и относительно недорогую сырьевую базу [6].

При выборе типа СЗМ для условий конкретного горного предприятия учитывают ее функциональную совместимость с той или иной технологией производства и применения ЭВВ, объемы и расстояние перевозок, необходимость передвижения по дорогам общего пользования, ресурс оборудования и соотношение начальных и эксплуатационных затрат, включающих затраты на содержание ремонтной базы для оперативного проведения текущего ремонта, главным образом, шасси [7].

К сожалению, по ряду показателей, таких, как ресурс насосов подачи компонентов и готового ВВ в скважине, точность дозирования, контроль расходования ВВ, массы заряда, плавность извлечения зарядного шланга, и по некоторым другим отечественные СЗМ уступают зарубежным. Эти недостатки практически исключают возможность их использования в сложных условиях, например, при заряжании скважин в сложно-структурных породах с переменной прочностью, когда необходимо изменять плотность ЭВВ по высоте колонки заряда или при заряжании глубоких скважин. Причем, в этих случаях высокая точность обеспечения рецептур ВВ при заряжании определяет эффективность взрыва.

Несмотря на то, что зарубежные шасси (Volvo, Scania и др.) по многим эксплуатационным показателям превосходят широко распространенные в России (КрАЗ, МАЗ, КамАЗ), их применение весьма проблематично не только из-за существенно бóльших цены и эксплуатационных расходов, но и из-за отсутствия на горных предприятиях соответствующей ремонтной базы. Как показал опыт применения на карьерах ОАО «Ванадий», каждый час простоя СЗМ обходится в 200-300 долл. США, надежность и ремонтопригодность навесного оборудования СЗМ и автомобильное шасси служат определяющими факторами [8].

В рамках программы импортозамещения ИГД УрО РАН совместно с ООО «СпецГорМаш» разработана специальная зарядная горная машина СЗГМ-15Э (далее машина), опытный образец которой изготовлен на Асбестовском ремонтно-машиностроительном заводе и в настоящее время эксплуатируется на ОАО «Комбинат «Ураласбест». Тесное взаимодействие науки с проектировщиками, производителями и непосредственными потребителями зарядной техники позволили создать машину способную конкурировать с зарубежными аналогами (рисунок 2). Она предназначена для транспортирования компонентов ЭВВ типа порэмит, изготовления его в процессе заряжания преимущественно обводненных скважин методом «под столб воды» на открытых горных работах в районах с умеренным климатом.

К сожалению, остаются вопросы по ряду комплектующих изделий импортного производства, что свидетельствует об отставании определенных видов производств от мировых стандартов. Особенно это касается гидравлических и электронных систем.

В перспективе данное направление представляет возможность создать машины, обеспечивающие изготовление и заряжание ВВ по заданным программам, позволяющим формировать колонку заряда с переменной плотностью и энерговыделением по каждой скважине и значительно снизить затраты на подготовку горной массы к выемке буровзрывным способом. Кроме этого машины будут максимально автоматизированы и комфортны для оператора и водителя.

Рисунок 2 - Общий вид машины СЗГМ-15Э

Крутонаклонные ленточные конвейеры

Проблема внедрения крутонаклонных конвейеров актуальная для многих горнодобывающих предприятий России для снижения затрат на добычу. К сожалению, в настоящее время отечественная промышленность не выпускает крутонаклонные конвейеры.

Специалистами ИГД УрО РАН разработана новая конструкция конвейера со специальным прижимным устройством, обеспечивающим повышение коэффициента использования оборудования в 2 раза, снижение износа лент на 20-40%, по сравнению с зарубежными аналогами (например, конвейер Ново-Краматорского завода с прижимными лентами).

Создание семейства инновационных двухконтурных крутонаклонных ленточных конвейеров с движущимися прижимными элементами для транспортирования горной массы может и должно быть организовано на отечественных предприятиях таких как машиностроительные заводы конвейерного оборудования (Сызранское ОАО «Тяжмаш» или ЗАО «Полевской машиностроительный завод»).

Итак, выше на отдельных примерах показано, что импортозамещение горно-транспортной техники на открытых горных работах должно основываться на научно-техническом потенциале с использованием инновационных техники и современных ресурсо- и энергосберегающих технологий. Максимальное использование имеющихся производственных мощностей на основе их существенной модернизации и перепрофилирования с учетом обновления и расширения номенклатуры выпускаемой продукции, а также кооперационных внутри- и межрегиональных связей позволит сориентировать предприятия на расширение использования местных ресурсов и других естественных конкурентных преимуществ УрФО.

Литература

1 Корнилков С.В., Кантемиров В.Д. Производство и потребление железорудного сырья в России в 2012 г. / Технико-экономические показатели горных предприятий за 1990-2012 гг. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2013. – С. 3-19.

2 Программа мер по импортозамещению в Уральском федеральном округе на 2015-2020 годы. – Екатеринбург: УрФО, 20.03.2015. – 38 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: innovation.gov.ru/ sites/default/files/documents/2015/39633/5935.docx.

3 Глебов А.В. Перспективы использования полно-приводных самосвалов на открытых горных работах // Горная техника. Добыча, транспортировка и переработка полезных ископаемых: каталог-справочник. - СПб: ООО "Славутич". – 2015. - № 1. – С. 52-54.

4 События: Новая техника ОАО «Промтрактора» – Самосвал С-33 с шарнирно-сочлененной рамой. 2013 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://promtractor.tplants.com/ru/events/news/2013/05/28/.

5 Карьерный самосвал 709ТШ «Балтиец». 2013 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://www.zavodsm.ru/svarochnie-agregati/i/karerniy-samosval-709tsh-baltiets/.

6 Шеменев В.Г., Глебов А.В., Синицын В.А., Ткачев В.Б. Смесительно-зарядные машины для изготовления и заряжания эмульсионных ВВ на карьерах Урала // Горное оборудование и электромеханика. - 2014. - № 5. – С. 42 – 46. - (работа выполнена в рамках конкурсного проекта ОНЗ-20 № 12-Т-1021 Обеспечение устойчивого развития горнодобывающего комплекса, финансируемого УрО РАН).

7 Маторин А.С. Технология и средства механизации для приготовления гелеобразных водосодержащих ВВ и заряжание взрывных скважин /А.С. Маторин, В.Г. Шеменев, В.А. Синицын //Горн. журн. – 1993. – № 9-10. – С.26-27.

8 Совершенствование технологии заряжания обводненных скважин на карьерах Качканарского ГОКа /В.Г. Шеменев, В.А. Синицын //Проблемы геотехнологии и недроведения (Мельниковские чтения): докл. Междунар. конф. (10.07.08): в 4 т.: т. 1. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 1999 – С. 298-306.

References

1 Kornilkov S.V., Kantemirov V.D. Proizvodstvo i potreblenie zhelezorudnogo sy-r'ja v Rossii v 2012 g. / Tehniko-jekonomicheskie pokazateli gornyh predprijatij za 1990-2012 gg. – Ekaterinburg: IGD UrO RAN, 2013. – S. 3-19.

2 Programma mer po importozameshheniju v Ural'skom federal'nom okruge na 2015-2020 gody. – Ekaterinburg: UrFO, 20.03.2015. – 38 s. [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostu-pa: URL: innovation.gov.ru/ sites/default/files/documents/2015/39633/5935.docx.

3 Glebov A.V. Perspektivy ispol'zovanija polno-privodnyh samosvalov na otkrytyh gornyh rabotah // Gornaja tehnika. Dobycha, transportirovka i pererabotka poleznyh isko-paemyh: katalog-spravochnik. - SPb: OOO "Slavutich". – 2015. - № 1. – C. 52-54.

4 Sobytija: Novaja tehnika OAO «Promtraktora» – Samosval S-33 s sharnirno-sochlenennoj ramoj. 2013 g. [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: URL: http://promtractor.tplants.com/ru/events/news/2013/05/28/.

5 Kar'ernyj samosval 709TSh «Baltiec». 2013 g. [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dos-tupa: URL: http://www.zavodsm.ru/svarochnie-agregati/i/karerniy-samosval-709tsh-baltiets/.

6 Shemenev V.G., Glebov A.V., Sinicyn V.A., Tkachev V.B. Smesitel'no-zarjadnye ma-shiny dlja izgotovlenija i zarjazhanija jemul'sionnyh VV na kar'erah Urala // Gornoe oboru-dovanie i jelektromehanika. - 2014. - № 5. – S. 42 – 46. - (rabota vypolnena v ramkah kon-kursnogo proekta ONZ-20 № 12-T-1021 Obespechenie ustojchivogo razvitija gornodobyvaju-shhego kompleksa, finansiruemogo UrO RAN).

7 Matorin A.S. Tehnologija i sredstva mehanizacii dlja prigotovlenija geleobraznyh vodosoderzhashhih VV i zarjazhanie vzryvnyh skvazhin /A.S. Matorin, V.G. Shemenev, V.A. Si-nicyn //Gorn. zhurn. – 1993. – № 9-10. – S.26-27.

8 Sovershenstvovanie tehnologii zarjazhanija obvodnennyh skvazhin na kar'erah Kach-kanarskogo GOKa /V.G. Shemenev, V.A. Sinicyn //Problemy geotehnologii i nedrovedenija (Mel'nikovskie chtenija): dokl. Mezhdunar. konf. (10.07.08): v 4 t.: t. 1. – Ekaterinburg: IGD UrO RAN, 1999 – S. 298-306.

ӘОЖ 622.23.002.5

Резюме

Глебов А.В.
(Федералдық мемлекеттік бюджеттік
ғылыми мекемесі РҒА Орал бөлімінің Тау-кен ісі институты, Екатеринбург, Ресей)

ТАУ-КЕН ТРАНСПОРТТЫҚ ТЕХНИКАНЫ ИМПОРТТЫҢ ОРНЫН БАСУ МӘСЕЛЕСІНЕ ОРАЙ

Орал Федералдық аймағында және Свердлов облысында машиналар, жабдықтар мен көлік құралдарының импорты мен экспортын талдау жүргізілді. Ашық тау-кен жұмыстарында қолданылатын тау-кен транспорттық техниканы импорттау, Орал бөлімінің ресурсты-шикізат базасын және өндірістік қуатын қолдану нұсқалары ұсынылған.

Түйінді сөздер: тау-кен-транспорттық техника, импорттын орнын басу, ғылыми-техникалық потенциал, ресурстық және энергоүнемудеу технологиялары.

UDC 622.23.002.5

Summary

Glebov A.V.
(Federal state budgetary institution of science Institute of mining of the Ural office of the Russian Academy of Sciences Yekaterinburg, Russia)

TO THE QUESTION OF IMPORT SUBSTITUTION OF MINING-TRANSPORT EQUIPMENT

The analysis of machines, equipment and transport facilities import and export in the Sverdlovsk district and Ural federal region is performed. Several variants of mining and transport technique import-substitution in surface mining operations employing the Urals productive capacities and resource and raw material base are proposed.

Keywords: mining-transport equipment, import substitution, scientific and technical potential, resource-and energy saving technologies.

UDC 334.746.3/.4:339.923(574)

Искакова Д.Е.
(The state university of Shakarim, Semei, RK)

SMES PLACE IN KAZAKHSTAN ECONOMY IN FRAME OF EAEU

Summary

The article deals with the place and the share of Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs) in the economy of Kazakhstan in the conditions of the Customs Union and the Eurasian Economic Union (EAEU), between Belarus, Russia and Kazakhstan. Also in article provided with statistical data base and analysis of SMEs development in the country over the past five years. Reviewed the problems of Kazakhstan's enterprises and their possible solutions, tied firstly with state support, and secondly, with the prospect of new markets in the framework of the EAEU. Listed the expectation and prospects from the integration processes Kazakhstan to the EAEU for national economy and to the SMEs in particular.

***Keywords**: Kazakhstan, integration, world economy, EAUE, Customer Union, development, SMEs*

***Түйінді сөздер:** Қазақстан, интеграция, әлемдік экономикасы, Еуразиялық Экономикалық Одақ, Кеден одағы, даму, шағын және орта кәсіпорындары.*

***Ключевые слова**: Казахстан, интеграция, мировая экономика, ЕАЭС, Таможенный союз, разработка, малые и средние предприятия.*

Introduction

The year 1989 was a watered moment in the flow of history as it signaled the start of post-communist transformation in the world and the end of the cold war. Post – communist transformation marks the close of the century; its assumed and stated goal is to stop the decay of the former communists countries, to transform their non-viable economic systems into well – functioning market economies and, eventually, change their political system into democratic. [1] Since 16 December, 1991 was adopted the Constitutional Law "On the State Independence of the Republic of Kazakhstan" and Kazakhstan's economy began to develop an independent. As Kazakhstan is rich in mineral resources such as oil and gas, so we have attracted investors and thus develop our economy and social life. But on the other hand, Kazakhstan remained a country with raw orientation and straightly depends from the world price for oil. For changing situation, modern economic policy implements the industrial innovative development, diversification economy through the development of clusters in the non-oil sectors of the economy and other economic reforms. Kazakhstan does not remain aloof from the integration process and integrated in the world economy one of this integration is creating the Customer Union and the EAEU.

Today emerging market of Kazakhstan achieved the middle positions in the various world economic ratings: According to the rating of the World Bank's Doing Business Kazakhstan took the 50th place among 189 countries; In the ranking of global competitiveness of the International Institute for Management Development (IMD), Kazakhstan took the 34th place among 60 countries; The Index of Economic Freedom Heritage Foundation observed the improvement of Kazakhstan's position by 1 point - 67th place out of 185 countries.

The SME sector of Kazakhstan is represented by individual entrepreneurs or peasant farmers and small and medium businesses. In Kazakhstan delineation of the average small business based on their average annual value assets and number of employees, that small business is 0.68 million USD and 50 employees. For medium sized businesses the average value of assets should be more than 3.3 million USD, and the number of employees should be varying from 51 to 250 people. The form of business determines the system and shape of taxation.

The total contribution of SMEs to the Gross Domestic Product (GDP) of Kazakhstan is 20 per cent, which much less than in well developed countries, where this indicator is approximately 50 per cent. In the SME sector employs 28.7 per cent of the total number of employed in the economy, which is also lower than in developed countries were this index is 60 per cent. It show that Kazakhstan economic have a low level of the real sector of economy.

If analyze developing private sector of economic in the last 5 years. Dynamics of the number of active and registered SMEs. It has an overall positive trend. Since 2009, the number of registered SMEs increased by 49%, active - 19%. Together so, if we consider the dynamics of the data separately, it can be divided into three stages:

- 2009 - during this year, which is generally characterized by the rapid growth of the economy of Kazakhstan (at the level of 9-10% per year), the number of SMEs steadily increased on average by 12% per year;
- 20010-2011 - During this period the entrepreneurial activity of the population. It fell by a sharp slowdown in the economy rostrum, which resulted to reduce the number of SMEs;
- The period 2012-2013. - This period is characterized by reduction of growth the economy and the increase in the number of registered SMEs. At This level of active companies does not change.

In absolute terms, the number of registered SMEs from 2009 to the end of 2014 increased by 461 thousand units, the number of active SMEs - to 121 thousand units. The share of active SMEs in general, the number of registered SMEs, with a positive trend up end of 2012 and an increase from 69% to 71% in 2013, decreased to 55%. At the end of 2014, according to operative data, the level of activity SMEs operating in the number of registered and made 55%. [2]

Nowadays the main aim of Kazakhstan economic policy is supporting and developing the small and medium size of business especially today, when we are member of EAEU and our private business should work in a highly competitive environment. That's why, government provide different programmes to stimulate private business, like the loan guarantees for small and medium-sized businesses. In many countries, credit guarantees is a key tool of funding the entrepreneurs. Therefore, the mechanism of credit guarantees on the one hand makes it possible for small and medium-sized businesses draw financing, which is slightly higher than their existing mortgages, on the other hand it allows banks to share with the state risks associated with financing of SMEs and thus encourages banks to finance risky startup projects and projects of SMEs. According to the official database in 2010 when programme just started only 3 entrepreneur got the loan guarantees in 2014 their number was 533 units. [3] It is show that business have a good potential and need real financial supporting for stable work, but still national business are not enough active to work in frame of EAEU. Despite to this fact, integration in the EAEU are opening a new markets and work in intense competition conditions should stimulate a new phase of development for the Kazakhstan business and for whole national economy.

The modern world economy constantly throwing economic challenges, which leads to changing global business environment encourages the search for new competitive capabilities, thus creating background for the stimulation of international business relationships and the process of integration. The importance of international trade relationships, shifts the focus of attention towards the search of the search for new markets, export and innovation development. The obvious and potential benefit for the state's economic growth and development requires exploitation of propelling challenges in the global arena. It is widely accepted that an increase in the export volumes has a positive impact both on the development of separate states as well as individual subjects of the economy. Integration tendencies in the world economy stimulate the search of new export development methods and strategic means, their evaluation and implementation as the important driving forces for national economic growth.

Most importantly, export promotion and development mechanisms and instruments should allow for timely responses towards the increasing liberalization of economic relationship and encourage the introducing of prerequisites for the acceleration of economic growth, creating new workplaces, and encouraging rational use of local resources.

Accelerating changes of the global business environment evoke the need for an updated understanding of the possible benefits of exporting and in a new way to evaluate its attitude towards long term perspective. Integration processes are expected to produce stability and positive effects on economic growth as well as labor, manufacturing, service and finance. For example the more than twenty years of the EU existence shows that integration does not happen spontaneously merely driven by market forces: from time to time the need appears for new treaties and arrangements to stimulate the process, for programme actions and legal preconditions. Today economics of each countries are changing, they try integrate to each other, to create the union where would be free trade area.[4]

International trader theory clearly shows the economic benefits of open economies, and these benefits are more readily available as improvements in transport make the movement of goods cheaper and thereby reduce the friction of distance. The role of the Republic of Kazakhstan in the Customs Union and in the EAEU is huge. Economic integration in the EAUE has only economic roots it was long process first stage of which were creating customs union between Russian, Kazakhstan, Belarus in 2010. Since 1 January 2015 operates EAEU which means free movement of goods and services, capitals and workforce. The main objectives of this Union are: creation of a single customs territory within the borders of the united country; the introduction of the regime, not allowing tariff and non-tariff restrictions in mutual trade, except as otherwise provided by special regulations; the total abolition of customs controls at the internal borders of the participating countries; use similar mechanisms to regulate the economy and trade, based on universal market principles of management and on harmonized economic legislation; functioning of the single EAEU authorities. The economic logic of market integration is mainly based on welfare economics. Indeed, the free exchange of goods promises a positive effect on the prosperity of all concerned. It permits consumers to choose the cheapest good, generally widens the choice, and creates the conditions for further gain through economies of scale. Free movement of production factors permits optimum allocation of labor and capital. Sometimes certain production factors are missing from a place where otherwise production would be most economical. To overcome this problem, entrepreneurs are apt to shift their capital from place of low return to those which give more promising results. The same is true of labor: employees will migrate to regions where their labor is more needed and therefore possibilities which in turn permit new, more modern or more efficient uses of production factors (new form of credit, new occupations and so on). [5] Open internal borders also stimulate the improvement of the competitiveness of human resources. Improvement of business competitiveness, increasing trade with third countries, opening a new and joint ventures, increasing investment will lead for economic growth. The common market will stimulate Kazakhstan to develop its own industry, thereby reducing dependence on natural resources and modernize the economy.

How effective work EAEU still early to judge but analyze the good possibilities from this union would be possible. The Common Economic Space contributes to product markets, providing favorable conditions for attracting investments into the economy of the participating countries of the Customs Union, the creation of joint ventures and cooperative enterprises.

Citizens of members of EAEU are free to carry out work in SMEs without the attendant administrative and bureaucratic burdens.

Common Economic Space will increase the intensity of the supply of goods, services and exchange of scientific and technical knowledge.

Kazakhstan considers the EAEU as expanding opportunities through the integration of our country gets the opportunity to enter to the major consumer markets (EU, North America). At the same time Kazakhstan has all chances to become a link between one of the most powerful economies in the world - China and the West.

Conclusion

SMEs is a base of the economical grow, and build a stable working business sector is the main aim of each country. This process will not depend only from government or from entrepreneurs this development should be made by complex work between all members of this process. Today Kazakhstan should make a lot of work to achieve the level of economy where half of GDP will bring SMEs. It is mean, that government should continue to provide and stimulate

business by low tax rates, minimize red tape for business creation, provide a soft lending and make a good investment climate. All this steps in future when the EAEU will be operated in full capacity will help to national SMEs not to lose the competitive advantage in the market.

References

1 I. Dobrinsky, Rumen II, Michael Landesmann “Transforming economies and European integration” 1995. p. 15 (331)

2 The report on the effectiveness of the program "Map of the Business Road 2020" for the year 2012. Almaty, July 2013

3 Official statistic providing by Ministry of national economy of the Republic of Kazakhstan, official website http://economy.gov.kz/en/ day of visiting 09.06.2015

4 Arūnas Dulkys “ Political economy of the EURO area enlargement: asymmetry and holistic viewpoint” Summary of doctoral dissertation Social science, economics (04 S) Vilnius, 2010

5 Molle W.T.M., Vermont “The Economics of European Integration Theory, Practice, Policy” 2006 5th edition p.9 (433)

ӘОЖ 334.746.3/.4:339.923(574)

Резюме

Ысқақова Д.Е.
(Шәкәрім атындағы мемлекеттік университеті, Семей қ., ҚР)

ЕАЭҚ-ТЫҢ ЖАҒДАЙЫНДА ШОБ ҚАЗАҚСТАН ЭКОНОМИКАСЫНДА ОРНЫ

Бұл мақалада Беларусь, Ресей мен Қазақстан Еуразиялық Экономикалық Одақтың және Кеден одақ жағдайында шағын және орта бизнес орны мен үлесі Қазақстан экономикасында сипатталған. Статистикалық деректерді бойынша соңғы бес жылда елдегі ШОБ дамыту талдау берілген. Мақалада Қазақстан кәсіпорындардың проблемалар мен шешімдер тізімделген, осы проблемалар біріншіден мемлекеттік қолдау байланыса және екіншіден ЕАО-тың шеңберінде жаңа нарықтарға шығару перспективасы қолданылады.

Түйінді сөздер: Қазақстан, интеграция, әлемдік экономикасы, Еуразиялық Экономикалық Одақ, Кеден одағы, даму, шағын және орта кәсіпорындары.

УДК: 334.746.3/.4:339.923(574)

Аннотация

Искакова Д.Е.
(Государственный университет им. Шакарима, г. Семей РК)

МЕСТО МСБ В ЭКОНОМИКЕ КАЗАХСТАНА В УСЛОВИЯХ ЕАЭС

В статье рассматривается место и доля МСБ в экономике Казахстана в условиях функционирования Таможенного союза и ЕАЭС между Беларусью, Россией и Казахстаном. Приводятся статистические данные и анализ развития МСБ в стране за последние 5 лет. Рассматриваются проблемы предприятий Казахстана и пути их решений, связанные, во-первых, с государственной поддержкой, а, во вторых, с перспективой выхода на новые рынки в рамках ЕАЭС. Рассматриваются ожидаемые результаты и перспективы развития экономики и МСБ в частности от интеграционных процессов Казахстана в ЕАЭС.

Ключевые слова: Казахстан, интеграция, мировая экономика, ЕАЭС, Таможенный союз, разработка, малые и средние предприятия.

УДК 622.268.13

Ищанов Т.К., Юсупова Г.М., Бимагамбетов М.А., Макажанова Н.М., Калиева А.П.
(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева
г. Алматы, Республика Казахстан)

СПОСОБ БЕЗРЕМОНТНОГО ПОДДЕРЖАНИЯ ШТРЕКОВ НА ГЛУБОКИХ ШАХТАХ

Аннотация

Рассматривается применение безремонтного способа и схемы расположения выработки, проводимой за лавой, и блоков основной кровли относительно границ выработанного пространства.

Ключевые слова: *подготовительные выработки, вентиляционные штреки, породная полоса, сдвижение пород, уголь, массив, пласт*.

Түйінді сөздер:*алдын ала әзірлеу,тыныс алу жолдарының,асыл тұқымды жолағы, тау жыныстарының жылжуы, көмір, жиым, қабаты.*

Keywords*: developing entry, air roadway, rock tape, movement of rocks, coal, array, bed.*

Развитие Карагандинского угольного бассейна, улучшение показателей его работы в значительной мере зависят от совершенствования способов и средств поддержания подготовительных выработок. В специфических условиях угольные бассейны характеризуются недостаточной прочностью вмещающих пород, особенно заметно понижается устойчивость подготовительных выработок с углублением горных работ до 500-700 *м*. Вследствие этого неуклонно увеличиваются расходы на поддержание выработок и сдерживается рост добычи угля. Все это требует изыскания новых технических решений, которые обеспечивали бы как всемерное сокращение протяженности выработок на основе концентрации горных работ, так и повышение их устойчивости.

Таким образом, а Карагандинском бассейне неблагополучно обстоит дело с поддержанием пластовых выработок, подверженных влиянию очистных работ. Охрана этих выработок в подавляющем большинстве случаев осуществляется оставлением целиков угля, при этом эффективность этого способа охраны с ростом глубины разработок резко падает. В связи с этим необходима разработка способов охраны, соответствующих изменившимся условиям поддержания штреков и обеспечивающих сокращение или полное исключение потерь угля в целиках.

На целом ряде шахт бассейна при пластовой подготовке нами предложено улучшение работы крепи подготовительных выработок выкладкой породных полос (шахта «Чурубай-Нуринская»), созданием разгрузочных берм у штреков и выкладкой в них костров с породным заполнением, на которые устанавливается шарнирная арочная крепь (шахты «Стахановская», им 50-летия Октября, «Карагандинская»), созданием разгрузочных берм и выкладкой в них из доменных шлаков («Актасская»).

Способ применялся на шахте «Чурубай-Нуринской» при разработке двух сближенных наклонных пластов$К_{18}$ и $К_{18}^{/}$ мощностью по 1,2 м, отделенных друг от друга 3 - 4-метровой толщей аргиллита и залегающих под углом 35° (рисунок 1). Непосредственная кровля и почва пластов представлены неустойчивыми и средней устойчивости аргиллитами, основная кровля – трудно обрушаемыми песчаниками мощностью 20-40 *м*. Породы почвы пластов склонны к пучению.

Пласты разрабатываются длинными столбами по простиранию с разделением этажа на два подэтажа. Средняя длина лав по верхнему пласту 118 *м*, по нижнему – 96 *м*.

Вентиляционные штреки проходятся по каждому пласту вслед за лавой и крепятся кольцевой металлической крепью. Расстояние между штреками 10-15 *м*. Подэтажи

отрабатываются последовательно: вначале нижний на всю длину выемочного участка, затем верхний. Подрываемая в кровле и почве порода закладывается самотеком по решеткам под вентиляционными штреками в полосы шириной 6*м* по падению наклонного пласта.

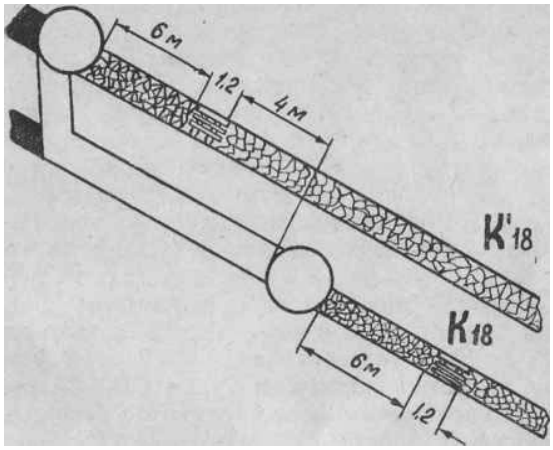


Рисунок 1 - Охрана вентиляционных штреков по сближенным наклонным пластам $К_{18}$ и $К'_{18}$ породными полосами на шахте «Чурубай-Нуринской»

Создание породной полосы под штреками значительно улучшает их состояние, обеспечивает большое сопротивление давлению основной кровли и достаточную податливость, снимающую чрезмерную концентрацию напряжений вокруг штреков. За время применения безремонтного способа охраны выработок в течение пяти лет не было случаев существенных деформаций металлической крепи и необходимости в перекреплении вентиляционных и промежуточных штреков.

Фактические затраты на поддержание вентиляционных штреков при охране их породным полосами оказались в 22 раза меньше, чем при охране целиками угля, т.е. практически было достигнуто безремонтное поддержание выработок.

Современные представления о наиболее благоприятном для пластовой выработки состоянии окружающего ее массива можно кратко свести к следующему. Поскольку противостоять усилиям, развивающимся в толще пород при выемке угольного пласта и сдвижении подработанных слоев, невозможно, то необходимо расположение выработки, конструкцию ее крепления и оформление прилегающего к выработке пространства выбирать такими, чтобы деформация выработки была наименьшей и происходила согласованно со сдвижением слоев. Выработка должна быть расположена в зоне, где нет повышенной напряженности окружающего массива и где отсутствует разлом вышележащего слоя пород. При этом желательно, чтобы давление со стороны почвы и кровли выработки было одинаковым и чтобы слои пород почвы и кровли при сближении располагались параллельно. Соблюдение этих условий возможно только в случае применения сплошной системы разработки с проведением выемочных штреков за лавой в выработанном пространстве.

Нами выявлены закономерности сдвижения подрабатываемых толщ для отдельных пластов Карагандинского бассейна. Определены размеры блоков, на которые делится основная кровля. Известно, что с удалением очистного забоя от разрезной печи на расстояние, больше его длины, сдвижение пород развивается одинаково как в продольном, так и в поперечном направлении.

Полученные закономерности в сдвижении толщ по простиранию можно применить для решения вопроса об охране выработок, проводимых в выработанном пространстве позади очистного забоя.

На рисунке 2 изображена схема расположения выемочного штрека и блоков основной кровли относительно границ выработанного пространства. Из этой схемы видно, что

расстояние от массива угля до штрека, проводимого за лавой и охраняемого породными полосами, должно составлять (0,5; 1,5; 2,5) ·*а*, где *а* – размер блока основной кровли.

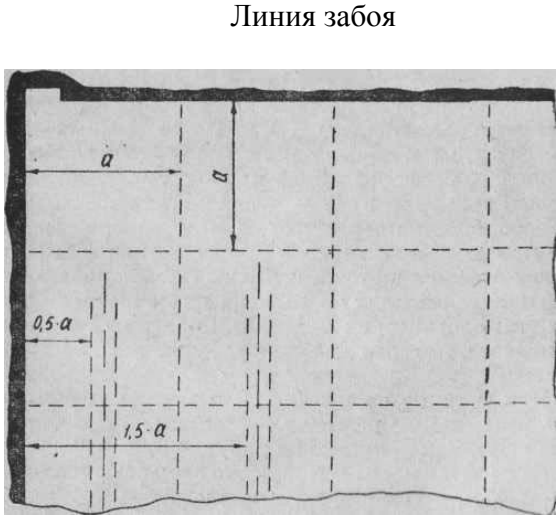


Рисунок 2 - Схема расположения выработки, проводимой за лавой, и блоков основной кровли относительно границ выработанного пространства

Таблица 1 - Размеры блоков для пластов долинской свиты мощностью 1,5 м.

Показатели	Пласт				
	$Д_3$	$Д_5$	$Д_8$	$Д_{11}$	$Д_{11}$
Вынимаемая мощность, *м*	1,4	1,2 - 1,4	1,5	1,5	1,4
Размер блока (*а*), *м*	2 - 3	10 - 12	2 - 3	2 - 3	8

В таблице 1 приведены размеры блоков, полученные по результатам исследований для пластов долинской свиты мощностью 1,5 *м*. Из ее данных видно, что блоки, на которые делится кровля, имеют два основных размера: 2 – 3 *м* и 8 – 12 *м*. Для блоков (призм) размером 2 – 3 *м*, очевидно, приведенные выше соображения теряют свою силу, поскольку размер призмы практически равен ширине штрека. В этих случаях ширина породных полос должна рассчитываться исходя из условий их равновесия с учетом технологических условий, в частности количества породы, которое подлежит укладке по бокам штрека.

При ширине блоков 8 – 12 *м* можно рекомендовать размещение штреков относительно кромки массива угля, как показано на рисунке 3.

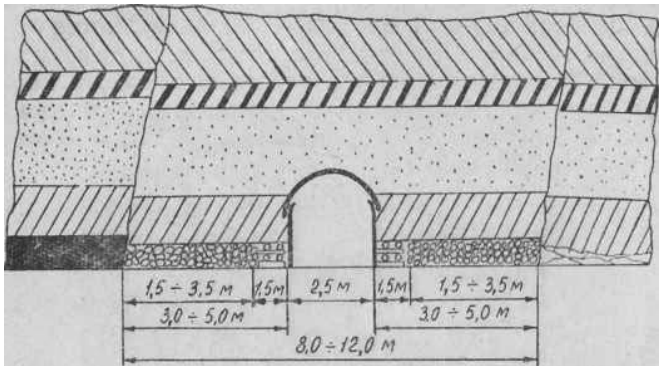


Рисунок 3 - Рекомендуемая схема расположения выработки по пластам $Д_5$ $Д_4$

Если вынимаемая мощность пласта составляет 1,2 – 1,4 *м*, а сечение штрека в свету – 7,6 – 9,2 $м^2$, то породы, получаемой при проведении штрека, вполне достаточно для выкладки породных полос общей шириной до 10 – 12 *м*.

Для решения вопроса о механизации процесса выкладки породных полос независимо от их расположения относительно штрека и угла падения разработаны и испытаны (в том числе в шахтных условиях) малогабаритные пневматические эжекторные закладочные устройства производительностью до 55 $м^3$ породы в час. Диаметр закладочного трубопровода до 300 *мм* позволяет применить в качестве закладочного материала шахтную породу без предварительного ее дробления (рисунки 4 и 5).

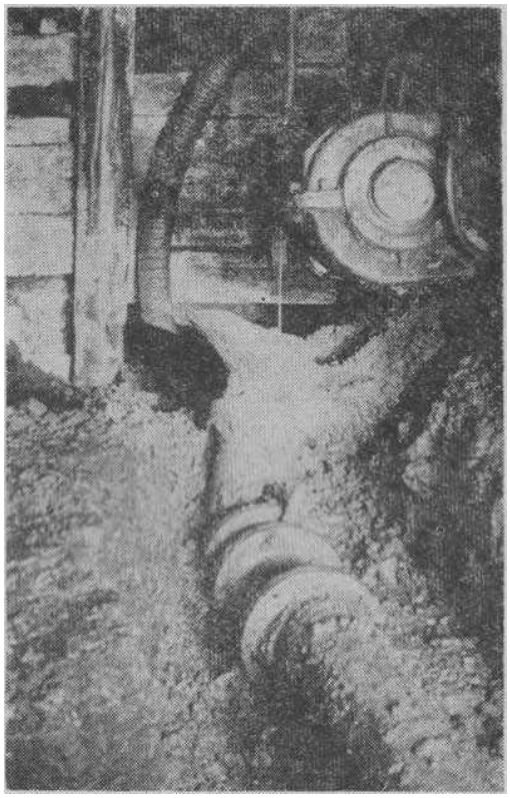


Рисунок 4 - Пневмоэжекторное закладочное устройство с диаметром закладочного трубопровода 203 *мм*

1

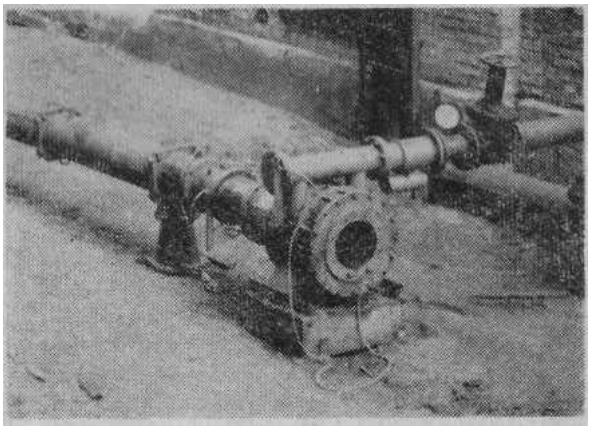


Рисунок 5 - Пневмоэжекторное закладочное устройство с диаметром закладочного трубопровода 300 *м*

Способ охраны подготовительных выработок должен выбираться со строгим учетом свойств пород, вмещающих пласт. Поскольку условия поддержания выработки зависят от характера деформации оседающих пород и расположения основных зон вертикальных разломов кровли на блоки, можно, располагая данными об особенностях сдвижения массива в конкретных горно-геологических и горнотехнических условиях, вернее решить вопрос о месте расположения подготовительной выработки.

Литература

1 Айтматов И.Т., Вдовин К.Д., Гришин В.Х. Влияние несущей способности крепи на деформацию горных выработок. – В кн.: Горное давление в капитальных и подготовительных выработках. Материалы IV семинара 1 – 3 октября 1974 г., ИГД СО АН СССР. Новосибирск, 1975.

2 Болгожин Ш.А. Повышение эффективности работы глубоких шахт Карагандинского бассейна. – «Вестник АН КазССР», 1976, № 1.

References

1 Ajtmatov I.T., Vdovin K.D., Grishin V.H. Vlijanie nesushhej sposobnosti krepi na deformaciju gornyh vyrabotok. – V kn.: Gornoe davlenie v kapital'nyh i podgotovitel'nyh vyrabotkah. Materialy IV seminara 1 – 3 oktjabrja 1974 g., IGD SO AN SSSR. Novosibirsk, 1975.

2BolgozhinSh.A. Povyshenie jeffektivnosti raboty glubokih shaht Karagandinskogo bassejna. – «Vestnik AN KazSSR», 1976, № 1.

ӘОЖ 622.268.13

Резюме

Ищанов Т.К., Юсупова Г.М., Бимагамбетов М.А., Мақажанова Н.М., Қалиева А.П.
*(К.*И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық зерттеу техникалық университеті, Алматы қ. ҚР)

ТЕРЕҢ ШАХТАЛАРДА ШТРЕКТЕРДІ ҚОЛДАУҒА АРНАЛҒАН ЖӨНДЕУСІЗ ТӘСІЛІ

Мақалада лаваның арғы жағындағы қазбаның және негізгі жабын блоктарының қазып алынған кеңістіктің шекарасына қатысты орналасу сұлбасы мен жөндеусіз эдісті қолдану қарастырылады.

Түйінді сөздер:алдын ала әзірлеу,тыныс алу жолдарының, асыл тұқымды жолағы, тау жыныстарының жылжуы, көмір, жиым, қабаты.

UDC 622.268.13

Summary

Ishhanov T.K., Yusupova G. M., Bimagambetov M. A., Makazhanova N. M., Kaliyeva A.P.
(Kazakh National Research Technical University after K.I. Satpayev
Almaty, RK)

MAINTENANCE-FREE WAY FOR SERVICING ROADWAYS IN DEEP MINES

The article deals with the application of free method way and layout conducted after lava, and blocks of basic roofin relation to the borders of mine-out space.

Keywords: developing entry, air roadway, rock tape, movement of rocks, coal, array, bed.

УДК 622.271

Адилханова Ж.А., Бояндинова А.А.
(Филиал РГП «НЦ КПМС РК» «Институт горного дела им. Д.А. Кунаева»,
г Алматы, Казахстан)

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РАБОТЫ ЭКСКАВАТОРНО-АВТОМОБИЛЬНО-КОНВЕЙЕРНОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация

В статье представлены основные принципы имитационного моделирования и календарного планирования работы экскаваторно-автомобильно-конвейерного комплекса, позволяющих в рамках технологически стабильных периодов осуществлять эффективное оперативное планирование и оптимизацию горно-транспортных работ с максимальным экономическим эффектом функционирования горно-транспортных систем карьеров.

Ключевые слова: *геотехнология, имитационное моделирование, оптимизация, планирование, экскаваторно-автомобильно-конвейерный.*

Түйінді сөздер: *геотехнология, имитациялық модельдеу, оңтайландыру, жоспарлау экскаватор-көлік-конвейерлі.*

Keywords: *geotechnology, simulation modelling, optimization, scheduling, excavator-truck-conveyor.*

На горнодобывающем предприятии, как и на любом другом предприятии, сконцентрировано большое количество людских и материальных ресурсов, которые находятся в сложной взаимосвязи между собой. Поэтому здесь особенно остро встают вопросы оперативного и текущего планирования, т.е. выбора наилучших методов и средств управления производством в течение месяца, недели, суток, смены. Главной задачей оперативного планирования и управления является организация равномерной, взаимосогласованной работы всех производственных подразделений для обеспечения своевременного выполнения плановых объемов по выпуску готовой продукции с наименьшей себестоимостью последней.

Система планирования горных работ на карьерах тесно взаимосвязана с системой управления ими и включает такие виды планирования как перспективное, текущее и оперативное. Наиболее трудно реализуемым и требующим наивысшей степени точности, а также в наибольшей степени ответственным является сменное оперативное планирование. Этот этап характерен и тем, что требует максимальной взаимоувязки и взаимосогласованности систем планирования и управления горными работами, т.е. учета при планировании неравномерности и необходимости корректировки протекания технологических процессов в карьере из-за неплановых простоев горного и транспортного оборудования, неподтверждения горно-геологической ситуации и т.д. В рамках оперативного планирования необходимо учитывать количество, типы и расположение основного технологического оборудования в карьере, график проведения ремонтных работ, а также нормативные параметры исходя из соблюдения безопасности добычных работ. Оперативное планирование, помимо сменного, включает в себя недельно-суточное и месячное планирование, которое базируется на сменных показателях.

На глубоких карьерах со сложными геологическими условиями конвейерный транспорт приобретает всё возрастающее значение. Он эффективно используется в сочетании с другими видами транспорта цикличного действия. Для выполнения заданных объемов работ с использованием комбинированного транспорта необходимо решить ряд задач по обеспечению слаженной, бесперебойной и эффективной работы сочетаемых видов транспорта. При этом наиболее слабым звеном является учет взаимосвязи параметров технологии горных работ и технологии производственных параметров. Внедрение систем

имитационного моделирования, планирования и управления геосистемами с использованием конвейерного транспорта на основе достижений современных компьютерных технологий и технических средств позволит успешно решить эти сложные вопросы.

Основной проблемой традиционных методов планирования всегда являлась, и остается таковой по настоящее время, взаимоувязка горно-геометрических и горно-геологических параметров с производительной мощностью используемого горно-транспортного оборудования. Эффективное взаимодействие конкретно рассматриваемого горного и транспортного оборудования предполагает соответствующую производительность, которая в своем количественном выражении может быть равна, выше либо ниже намечаемых объемов горных работ. Анализ возможности горно-транспортного комплекса должен осуществляться на базе методов, позволяющих объективно с высокой степенью достоверности учитывать влияние таких факторов, как организация взаимодействия горного и транспортного оборудования, их расстановки по горизонтам карьера и на отвалах и т.д. Помимо этого, экономическая оценка рассматриваемых вариантов должна иметь место и непосредственно в процессе горно-геометрического анализа, определять заключительный вывод при выборе вариантов на этом этапе исследований и проектирования карьеров.

Методам оптимизации работы горно-транспортных комплексов посвящено множество трудов. Основным критерием оптимизации на этапе оперативного управления рекомендуется считать минимизацию простоев оборудования при соблюдении ограничений на сменные (суточные) планы и качество выходного рудопотока. Общепризнанно, что методы оптимизации работы горно-транспортного комплекса с использованием теории имитационного моделирования и средств автоматизированного планирования и проектирования в наибольшей степени отвечают современным требованиям производства открытых горных работ, поскольку позволяют повысить качество проектов и планов, резко сократить время и трудозатраты на их разработку, оперативный пересмотр и корректировку технических и технологических решений.

Предлагаемый подход к корпоративному оперативному планированию позволит осуществлять планирование горных работ с учетом наиболее эффективного их выполнения горно-транспортным комплексом карьера в реальных горно-геологических и горнотехнических условиях эксплуатации. Он основан на применении имитационного моделирования работы горно-транспортных систем карьера с автомобильным, железнодорожным, конвейерным и комбинированным транспортом. Подход заключается в адекватном учете характера взаимодействия горно-геометрических и горно-геологических параметров карьерного пространства с организационными факторами, технологическими и техническими параметрами горно-транспортных систем карьеров. Важным моментом является учет при планировании горно-транспортных работ технического состояния и графика ремонтов основного технологического оборудования.

Планирование осуществляется на основе разбиения всего планируемого периода на технологически стабильные периоды. Основной принцип предлагаемого подхода заключается в том, что планирование горно-транспортных работ должно осуществляться с адекватным учетом корпоративных интересов всех структурных подразделений, обеспечивающих реализацию основных технологических процессов, в рамках единой системы управления геотехнологическим комплексом [1].

Основной принцип реализации корпоративного планирования геотехнологических систем карьеров с применением автомобильно-конвейерного транспорта предусматривает в процессе календарного планирования в рамках каждого устанавливаемого технологически стабильного периода оптимизировать работу горно-транспортного комплекса карьера по наиболее существенным факторам. Оптимизация работы комплекса осуществляется с помощью системы имитационного моделирования работы экскаваторно-автомобильно-конвейерного комплекса.

Моделирование работы автомобильно-конвейерного транспорта заключается в воспроизведении движения конвейерных лент и технологических автосамосвалов по карьерным автодорогам, в результате чего накапливаются статистические данные о их производительности, расходе топлива и электроэнергии, износе шин и конвейерного полотна, в конечном итоге, рассчитываются затраты на выемку, транспортирование и

складирование горной массы. При имитационном моделировании автотранспорта особое внимание уделяется воспроизведению элементов движения автосамосвалов: разгон, движение на постоянной скорости, торможение. Причем, вычисление скорости движения автосамосвала на участках трассы производится согласно тяговым характеристикам машины, а также с учетом внешних условий: параметры, профиль и качество покрытия автотрассы, вес перевозимой горной массы и т.п.

В тяговых расчетах, при вычислении скорости движения и расходе топлива автосамосвалами, учитывается их техническое состояние через коэффициент полезного действия (КПД) двигателей. Показателем качества покрытия автотрасс является удельное сопротивление качению [2].

Основными принципами моделирования работы комплекса являются нацеленность на рациональное соотношение горного и транспортного оборудования и равномерность загрузки входящих в горно-транспортную систему карьера отдельных единиц оборудования в единицу времени работы. Рабочий парк погрузочного и транспортного оборудования должен быть соотносим по таким показателям, как: количество экскаваторов и автосамосвалов, емкости ковша экскаватора и кузова машины, производительности дробильной установки и конвейера и т.п.

Другими важными принципами являются обеспечение согласованной работы оборудования и сокращение необоснованных простоев единиц горно-транспортного оборудования. Возможности комплекса имитационного моделирования позволяют оперативно и достоверно устанавливать их причины: иррациональная организация работы ГТК, наличие узких мест в структуре транспортных коммуникаций, нехватка транспорта и прочее, и на основе принятия конструктивных решений по улучшению организации работы ГТК получить желаемый результат.

Немаловажным принципом также является адекватность имитационной модели реально воспроизводимому процессу и существующему положению в карьере, учитывающему конкретные горно-геологические и технологические условия.

Модели разрабатываются на основе теоретических законов и принципов, а также четких знаний о порядке и последовательности производимых операций при функционировании объекта изучения и, таким образом, представляют собой детальное описание систем [3]. Уровень детализации такого объекта определяется необходимой степенью достоверности получаемых результатов. Полученное логико-статистическое описание может быть исследовано в ходе проведения экспериментов на ЭВМ и, следовательно, является лабораторной версией реального объекта.

Основной характеристикой непосредственно самого процесса выемочно-погрузочных работ является длительность обслуживания (погрузки-разгрузки) транспортных средств, характеризуемая математическим ожиданием, дисперсией и функцией распределения [2]. Описание выемочно-погрузочных работ на основе статистических оценок позволяет достаточно точно моделировать исследуемый процесс на основе численных оценок продолжительности процесса выемочно-погрузочных работ, вполне приемлемых для использования при имитационном моделировании.

Точность моделирования движения транспорта цикличного действия при имитационном моделировании горно-транспортной системы карьеров является одной из основных характеристик, определяющих адекватность исследований горно-транспортной системы карьеров на имитационной модели. Это связано в первую очередь с тем, что процесс транспортирования груженного горной массой транспорта в пункт разгрузки и обратное перемещение порожнего транспорта к пунктам погрузки в технологическом процессе занимает значительную долю времени [4]. Кроме того, скорость и время движения транспортных средств являются важнейшими эксплуатационными показателями процесса горно-транспортных работ, определяющими характер движения по отдельным участкам транспортных коммуникаций и время полного оборота.

Для моделирования работы горно-транспортного комплекса по каждому технологически стабильному периоду в систему моделирования экспортируются основные технологические показатели: производительность горно-транспортного комплекса, продолжительность технологически стабильного периода, количество экскаваторов,

находящихся в работе, а также объемы работ по руде, вскрыше и горной массе в целом по каждому экскаватору, выполняемые в текущем технологически стабильном периоде. Далее с учетом указанных показателей, а также содержания полезного компонента в руде и расстановки горного оборудования в карьерном пространстве осуществляется подбор необходимого количества автосамосвалов, достаточного для обеспечения вывоза запланированной производительности горно-транспортного комплекса, определяется режим работы конвейеров и дробильных установок.

В качестве целевых функций при моделировании и оптимизации экскаваторно-автомобильно-конвейерного комплекса приняты:

1. равномерность загрузки оборудования;
2. согласованность в работе оборудования;
3. сокращение необоснованных простоев единиц оборудования. Возможности комплекса имитационного моделирования позволяют оперативно и достоверно устанавливать их причины: иррациональная организация работы горно-транспортного комплекса, наличие узких мест в структуре транспортных коммуникаций, нехватка транспорта и пр., и на основе принятия конструктивных решений по улучшению организации работы горно-транспортного комплекса получить желаемый результат;
4. совершенствование организации работы основного технологического оборудования. Определение необходимого количества единиц оборудования, достаточного для выполнения плановых объемов с учетом вышеназванных функций.

Для каждого технологически стабильного периода в отдельности находится оптимальный вариант работы горно-транспортной системы карьера. Путем накопления оптимальных вариантов ее работы в каждый технологически стабильный период определяется оптимальный вариант работы комплекса в течение всего планируемого периода с минимальными простоями, максимальной производительностью оборудования и минимальными экономическими затратами.

Таким образом, разработаны основные принципы имитационного моделирования и календарного планирования горно-транспортных работ с применением автомобильно-конвейерного транспорта. Система, реализованная на этих принципах, позволит оперативно получать качественные и достоверные планы горно-транспортных работ с учетом наличия и характера проявления индивидуальных горно-геологических и горнотехнических условий, а также производить экономическое обоснование уже на этапе планирования горно-транспортных работ.

Принципиальной новизной предлагаемого подхода является комплексное использование методов планирования горно-транспортных работ в рамках технологически стабильных периодов и имитационного моделирования, что позволит осуществлять эффективное оперативное планирование горно-транспортных работ с максимальным использованием производственных мощностей, комплексно учитывать большое количество взаимообусловленных и существенно влияющих на работу горно-транспортных систем карьеров факторов, а также оперативность расчета эффективности нового варианта плана горно-транспортных работ при внесении в него каких-либо изменений.

Литература

1. Адилханова Ж.А. Разработка методического обеспечения корпоративного оперативного планирования горно-транспортных работ при управлении геотехнологическими комплексами: дисс. … канд. техн. наук. – Алматы, 2009. – 118 с.
2. Галиев С.Ж., Ахмедов Д.Ш., Татишев Е.Н., Жусупов К.К., Бояндинова А.А., Джаксыбаев А.Х. Технологии автоматизированного управления геотехническими комплексами в области открытых горных работ. – Алматы, 2004. – 250 с.
3. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. //Главная редакция физико-математической литературы издательство «Наука». - М., 1978. – 399 с.
4. Адилханова Ж.А. Аспекты имитационного моделирования работы геосистем с автомобильно-конвейерным транспортом //«Проблемы освоения недр в XXI веке глазами

молодых»: Материалы VII Междунар. науч. школы молодых ученых и специалистов (15-19 ноября 2010, г. Москва, Россия). – Москва: ИПКОН РАН, 2010. – С. 24-28.

References

1. Adilhanova Zh.A. Razrabotka metodicheskogo obespechenija korporativnogo operativnogo planirovanija gorno-transportnyh rabot pri upravlenii geotehnologicheskimi kompleksami: diss. … kand. tehn. nauk. – Almaty, 2009. – 118 s.
2. Galiev S.Zh., Ahmedov D.Sh., Tatishev E.N., Zhusupov K.K., Bojandinova A.A., Dzhaksybaev A.H. Tehnologii avtomatizirovannogo upravlenija geotehnicheskimi kompleksami v oblasti otkrytyh gornyh rabot. – Almaty, 2004. – 250 s.
3. Buslenko N.P. Modelirovanie slozhnyh sistem. //Glavnaja redakcija fiziko-matematicheskoj literatury izdatel'stvo «Nauka». - M., 1978. – 399 s.
4. Adilhanova Zh.A. Aspekty imitacionnogo modelirovanija raboty geosistem s avtomobil'no-konvejernym transportom //«Problemy osvoenija nedr v XXI veke glazami molodyh»: Materialy VII Mezhdunar. nauch. shkoly molodyh uchenyh i specialistov (15-19 nojabrja 2010, g. Moskva, Rossija). – Moskva: IPKON RAN, 2010. – S. 24-28.

ӘОЖ 622.271

Резюме

Әділханова Ж.Ә., Бояндинова Ә.Ә.
(«ҚР МШКҚӨЖ» ҰО «Д.А. Қонаев атындағы Кен істері институты» филиалы, Алматы қ., Қазақстан)

ЭКСКАВАТОР-КӨЛІК-КОНВЕЙЕРЛІ КЕШЕНІНІҢ МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ЖОСПАРЛАУ НЕГІЗГІ ПРИНЦИПТЕРІ

Мақалада карьерлердің тау-кен және көлік жүйелері пайдалану максималды экономикалық тиімділік тиімді жедел жоспарлау және тау-кен және көлік операцияларды оңтайландыру іске асыру үшін технологиялық тұрақты кезеңдер шеңберінде беретін жұмыс экскаватор-көлік-конвейерлі кешенінің модельдеу және жоспарлау негізгі принциптерін ұсынады.

Түйінді сөздер: геотехнология, имитациялық модельдеу, оңтайландыру, жоспарлау экскаватор-көлік-конвейерлі.

UDC 622.271

Summary

Zh.A. Adilkhanova, A.A. Boyandinova
(Branch of RSE "NC CPMRM RK" "Mining Institute after D.A. Kunayev", Almaty, Kazakhstan)

THE BASIC PRINCIPLES OF MODELLING AND SCHEDULING OF EXCAVATOR-TRUCK-CONVEYOR COMPLEX'S WORK

In the paper the methodical support of simulation and scheduling of mining and transport operations using and conveyer the basic principles of simulation modelling and scheduling of excavator-truck-conveyor complex's work allowing in the framework of a technologically stable periods to implement effective operational planning and optimization of mining and transport operations with maximum economic benefit of functioning of mining and transport systems of open-pits is represented.

Keywords: geotechnology, simulation modelling, optimization, scheduling, excavator-truck-conveyor.

УДК 622.338.45

Габдуллин Т.Г.
(Центр отраслевого анализа АО «Казахстанский институт развития индустрии»
г. Астана, Республика Казахстан)

МЕТОДИКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОГО И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ СЫРЬЯ, ПОДЛЕЖАЩИХ ИЗВЛЕЧЕНИЮ ПРИ ЕГО ПЕРЕРАБОТКЕ

Аннотация

Использование рекомендуемого метода оценки целесообразности извлечения отдельных компонентов комплексного сырья из условия окупаемости только прямых дополнительных затрат на их производство по сравнению с традиционным существенно расширяет экономически эффективные границы комплексного использования сырья.

Рекомендуемый подход и отдельные его принципы и составляющие в целом должны использоваться и найти отражение при всех технико-экономических расчетах и обоснованиях комплексного использования многокомпонентного минерального сырья, геолого-экономической оценки минерально-сырьевой базы, оконтуривания месторождений и подсчета промышленных запасов отдельных ценных компонентов и комплексного сырья в целом, экономической оценки инвестиционных проектов, выборе рационального и оптимального варианта освоения и использования месторождений.

***Ключевые слова**: многокомпонентное сырье, методика оценки, прямые и косвенные затраты и др.*

***Түйінді сөздер**: көп компонентті шикізат, бағалау әдістемесі, тікелей және жанама шығындар.*

***Keywords:** multicomponent raw material, evaluation methodology, direct and indirect costs;*

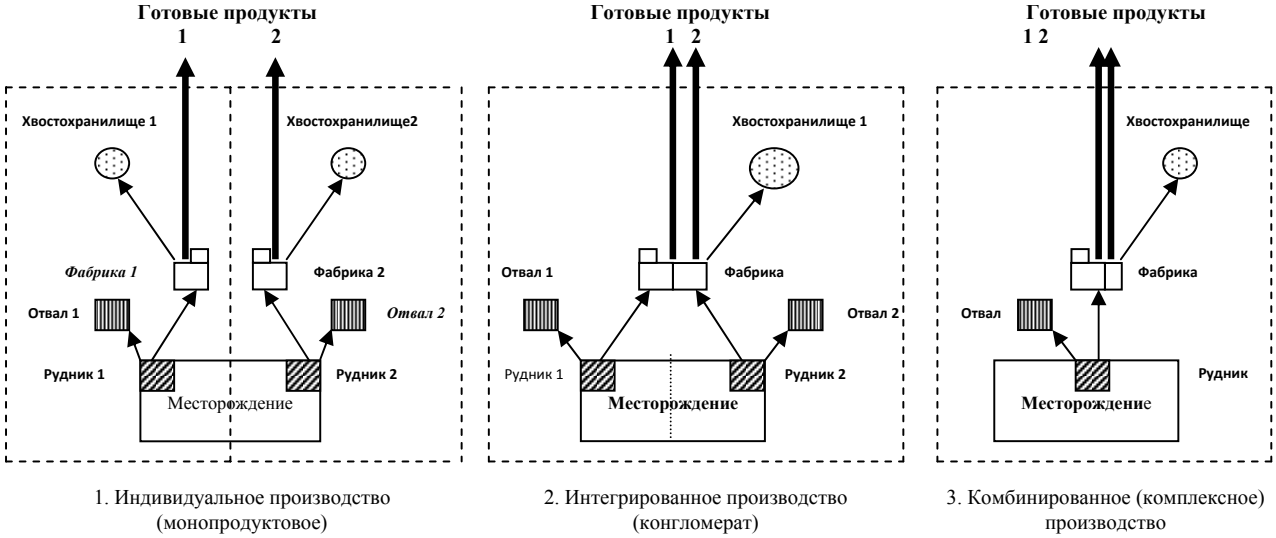
Комплексное использование многокомпонентного сырья, экономическая эффективность комплексного использования многокомпонентного сырья, синергетический эффект комплексного использования многокомпонентного сырья, методика оценки экономической эффективности комплексного использования сырья, методика оценки

Основная специфическая особенность комплексных производств заключается в том, что высокая экономическая эффективность комплексного использования сырья в целом еще не свидетельствует об эффективности извлечения каждого из извлекаемых ценных компонентов. Высокая эффективность получения нескольких или даже одного из компонентов может перекрывать убытки от извлечения остальных компонентов сырья. С другой стороны, отказ от извлечения отдельных ценных компонентов комплексного сырья в ряде случаев может перевести убыточное производство в высокодоходное. Поэтому необходима не только общая оценка комплексного использования сырья в целом, но и дифференцированная оценка экономической эффективности получения каждого из ценных компонентов сырья в отдельности, т.е. определение рационального круга ценных компонентов сырья, подлежащих извлечению [6,9].

Комплексное использование многокомпонентного сырья за счет совместного использования в одном производстве нескольких ценных компонентов, мощностей и ресурсов вспомогательных, обслуживающих производств, всей инфраструктуры комбината, как правило, имеет положительный синергетический эффект [1] по сравнению с односторонним (монопродуктовым) использованием того же сырья для производства равноценного количества тех же видов продукции аналогичного качества, как простой суммы индивидуальных производств.

В работе [1] показано, что природа синергетического эффекта комплексного использования многокомпонентного сырья может быть выявлена и наглядно представлена

при рассмотрении принципиально возможных моделей индивидуального (монопродуктового), интегрированного (конгломератного типа) и комбинированного (комплексного) производств, организуемых на базе месторождения многокомпонентного минерального сырья (Рисунок 1).



1. Индивидуальное производство (монопродуктовое)

2. Интегрированное производство (конгломерат)

3. Комбинированное (комплексное) производство

Рисунок 1 - Разновидности принципиально возможных моделей производств при использовании месторождения многокомпонентного минерального сырья

Чтобы избежать ненужных усложнений рассматриваемых моделей (Рисунок 1) будем полагать, что каждый из полезных компонентов сырья представлен собственными минералами, существенно различающимися по физико-химическим свойствам, которые могут извлекаться в любом порядке по разным технологиям независимо друг от друга.

Расширение номенклатуры извлекаемых полезных компонентов при переработке многокомпонентного сырья сопровождается преобразованием только части перерабатывающих мощностей на стадии обогащения или, чаще всего, лишь на заключительных химико-металлургических операциях переработки концентратов, полуфабрикатов, промежуточных продуктов. При этом не требуется увеличения объема добычи сырья, соответственно дополнительных инвестиций и текущих затрат (Рисунок 8), связанных с подготовкой сырьевой базы, горными работами и начальными стадиями подготовки сырья к переработке (процессами дробления, измельчения, классификации и т.п.).

Самый поверхностный анализ разработанных моделей наглядно и однозначно убеждает в существенных эколого-экономических преимуществах комплексного использования невозобновляемых минеральных ресурсов, возможности существенного экономического роста и экологизации минерально-сырьевого комплекса при ограничении и даже снижении объемов добычи минерального сырья из недр, что необходимо учитывать при выборе методики экономической оценки комбинированной комплексной переработки многокомпонентного минерального сырья и экономического обоснования рациональной номенклатуры ценных компонентов сырья, подлежащих извлечению при его переработке.

В качестве основного критерия экономической оценки месторождений и эффективности инвестиционных проектов в рыночных условиях наибольшее признание получил показатель *чистого дисконтированного дохода (ЧДД),* или NPV (Net Present Value), который рекомендован действующей нормативной литературой [4,5,7,8]:

$$ЧДД(NPV) = \sum_{t=0}^{T}(Ц_t - З_t)\frac{1}{(1+E)^t} - \sum_{t=0}^{T}K_t\frac{1}{(1+E)^t} = \sum_{t=0}^{T}(Ц_t - З_t - K_t)(1+E)^{-t} \geq 0 \qquad \textbf{(1)}$$

где $Ц_t$ – экономический результат (стоимость реализованной продукции) в t-ом году;

$З_t$ - эксплуатационные затраты, производимые в t-ом году (без учета амортизационных отчислений);

T – год завершения эксплуатации;

K_t - капитальные вложения в t-ом году; t =0 - год начала эксплуатации (реализации проекта).

E – коэффициент дисконтирования принимается в пределах от 5% до 20% в зависимости от рентабельности проекта.

Экологические и социальные факторы учитываются в ЧДД в не явном виде в соответствующих эксплуатационных и капитальных затратах и эффектах.

Расчет ЧДД дополняется также **относительными** показателями [4,5,7,8]:

ИД - индексом доходности или Profitability Index (PI);

ВНД - внутренней нормой доходности или внутренней нормой прибыли, или Internal Rateof Return (IRR);

T_O - сроком окупаемости капиталовложений.

Рассмотренные методы экономической оценки месторождений не в полной мере учитывают отмеченные выше специфические особенности многокомпонентного минерального сырья и комплексного его использования и в этой части нуждаются в совершенствовании и развитии. В частности, прежде всего, необходимо определить экономические границы целесообразности использования каждого из ценных компонентов сырья в отдельности и установить, таким образом, рациональный перечень ценных компонентов, подлежащих учету во всех последующих технико-экономических расчетах и обоснованиях, включая экономическую оценку месторождения и оптимального варианта инвестиционного проекта по комплексному его промышленному освоению.

Обобщение многообразных критериев и расчетных формул, предложенных различными авторами для оценки экономической эффективности извлечения отдельных ценных компонентов при комплексном использовании сырья, позволило свести их к двум различным методическим подходам, которые могут быть сформулированы следующим образом:

1) оценка из условия окупаемости всей суммы прямых и косвенных затрат (полной себестоимости), относимых на рассматриваемый компонент (продукт);

2) оценка из условия окупаемости только прямых дополнительных затрат, непосредственно и неизбежно возникающих при организации выделения и доводки до товарного вида данного оцениваемого компонента, без учета какой-либо части косвенных расходов, необходимых для получения нескольких или всех извлекаемых компонентов.

Наибольшее применение в практических расчетах и достаточно четкую формулировку в методических работах получил первый метод оценки. По существу, при этом игнорируются особенности комплексного производства, его отличия от переработки однокомпонентного сырья (или одностороннего использования многокомпонентного сырья для получения только одного продукта) и механически переносится распространенная процедура оценки экономической эффективности извлечения полезного компонента из однокомпонентного сырья, вполне пригодная в индивидуальном производстве. Использование такого подхода приводит к завышению фактических затрат, связанных с организацией производства отдельных (например, вновь извлекаемых) компонентов, неполному учету эффекта от повышения полноты использования ценности сырья в части снижения себестоимости производства уже освоенных компонентов, и, таким образом, сужает экономически оправданные границы комплексного использования сырья.

Второй, сформулированный авторами Трубецкой К.Н., Воробьева А.Е и Каплана Е.Л. в работах метод оценки, в большинстве работ даже не упоминается, хотя по сути он соответствует используемому в экономике принципу сравнения только приращиваемых от варианта к варианту стоимости продукции (или другого полезного эффекта) и затрат, т.е. учитывает не полные затраты и эффекты, а лишь их изменяющиеся части. Применительно к дифференцированной оценке целесообразности извлечения отдельных ценных компонентов этот принцип является приемлемым и обоснованным, но на его основе невозможно судить об экономической эффективности комплексного использования сырья в целом.

В связи с этим рекомендуется методика оценки экономической эффективности комплексного использования сырья, сущность которой сводится к следующему:

а) экономическая граница целесообразности использования каждого из ценных компонентов сырья в отдельности при комплексной его переработке определяется из условия окупаемости только прямых дополнительных затрат, связанных с организацией извлечения оцениваемого компонента, без учета какой-либо части косвенных расходов;

б) экономическая эффективность комплексного использования многокомпонентного сырья в целом определяется из условия окупаемости общей суммы прямых и косвенных затрат на добычу и комплексную переработку сырья при учете только тех компонентов, извлечение которых экономически оправдано в соответствии с принципом, изложенным в пункте “а”;

в) целесообразность комплексного использования сырья считается экономически оправданной (доказанной) только при одновременном выполнении условий “а” и “б”.

Сопоставим результаты оценки эффективности извлечения отдельных компонентов рассматриваемыми методами на примере комплексного использования свинцово-цинково-баритовой руды по схеме простой селективной флотации. Технико-экономические показатели (Таблица 1) свидетельствуют о высокой общей экономической эффективности комплексного использования указанной руды, требуется определить экономическую эффективность получения каждого ценного компонента. Для простоты эффективность будем оценивать по прибыли и коэффициенту эффективности капиталовложений.

Таблица 1 - Исходные данные для оценки эффективности извлечения отдельных компонентов при комплексном использовании сырья (цифры условные)

Показатели	Ед. изм.	Компоненты			Итого
		свинец	цинк	барит	
Объем добычи и переработки сырья	тыс. тонн	-	-	-	100
Содержание в руде	%	4,0	2,5	15,0	
Извлечение в одноименный концентрат	%	82	70	40	
Цена1тонны компонента в готовой продукции	тенге	2 600	1 650	389*	
Стоимость компонентов в готовой продукции	тыс. тенге	8 528	2 887	2 334	13749
	%	62	21	17	100
Затраты на производство -всего:	тыс. тенге				10 575
- косвенные (комплексные)	тыс. тенге				8 000
- прямые	тыс. тенге	700	875	1 000	2 575
Прибыль предприятия	тыс. тенге				3 174
Капиталовложения - всего:	тыс. тенге				11 400
- косвенные	тыс. тенге				7 000
- прямые	тыс. тенге	230	260	390	4 400
Коэффициент эффективности капиталовложений					0,278
*Из расчета 350 тенге за 1 т концентрата при содержании $BaSO_4$ 90%					

В результате оценки эффективности извлечения отдельных ценных компонентов по традиционному методу косвенные затраты на добычу, транспортировку, дробление и измельчение руды распределялись по наиболее распространенному и рекомендуемому действующими инструкциями методу - пропорционально стоимости извлекаемых компонентов в готовой продукции по оптовым ценам.

Прямые затраты на последовательную селективную флотацию свинцовых, цинковых минералов и барита с учетом основных, контрольных и пречестных операций, обезвоживания и реализацию концентратов отнесены непосредственно на соответствующие выделяемые компоненты.

Выбор конкретного метода распределения меняет рентабельность извлечения отдельных компонентов, но в данном случае принципиального значения не имеет - главное состоит в том, учитываются ли кроме прямых, косвенные затраты или нет.

Анализ данных таблицы 2 показывает, что наряду с высокой эффективностью комплексного использования сырья в целом (коэффициент эффективности капиталовложений почти в два раза выше нормативного), извлечение барита экономически нецелесообразно.

При отказе от его извлечения предыдущие стадии производства и связанные с ними затраты не меняются. (Возможный некоторый рост затрат на удаление и складирование отходов, общих для всех извлекаемых компонентов, не меняет последующих выводов. Кроме того, вместо барита свинцово-цинковая руда может содержать какой-нибудь дорогостоящий компонент в небольших количествах.)

Распределение тех же косвенных затрат между меньшим количеством извлекаемых компонентов повышает их себестоимость и приводит к снижению эффективности использования сырья в целом (хотя она остается еще достаточно высокой по сравнению с нормативной) и неэкономичности извлечения – цинка (Таблица 2, II этап оценки).

Таблица 2 - Результаты оценки эффективности извлечения отдельных компонентов по традиционному методу, тыс. тенге. (цифры условные)

Показатели	I этап оценки				II этап оценки			III этап оценки
	Извлекаемые компоненты			Итого	Извлекаемые компоненты		Итого	Извлекаемые компоненты
	свинец	цинк	барит		свинец	цинк		свинец
Затраты на производство-всего:	5 660	2 555	2 360	10 575	6 676	2 899	9 575	8700
- прямые	700	875	1 000	2 575	700	875	1 575	700
- косвенные	4 960	1 680	1 360	8 000	5 976	2 024	8 000	8000
Стоимость продукции	8 530	2 888	2 334	13 750	8 528	2 888	11 416	8528
Прибыль (+),	2 870	333	-	3 175	1 852	-	1 841	-
убыток (-)	-	-	-26	-	-	-12	-	-172
Капиталовложения:	5 490	2 770	3 140	11 400	6 379	3 071	9 450	8150
- прямые	1 150	1 300	1 950	4 400	1 150	1 300	2 450	1150
- косвенные	4 340	1 470	1 190	7 000	5 229	1 771	7 000	7000
Коэффициент эффективности капиталовложений	0,522	0,12	-	0,278	0,290	-	0,195	-

Отказ от извлечения цинка приводит к неэкономичности извлечения свинца и, следовательно, использования сырья в целом (Табл.2, III этап). Парадоксальность этого

вывода, его очевидное противоречие с высокими исходными технико-экономическими показателями комплексного использования сырья в целом свидетельствуют о недостатках используемого метода оценки.

По второму предлагаемому методу оценки сопоставление стоимости компонентов готовой продукции с прямыми затратами на их выделение свидетельствует о высокой экономической эффективности организации извлечения каждого из рассматриваемых компонентов в отдельности при условии комплексного использования сырья. Поскольку окупаются не только прямые, но и общая сумма прямых и косвенных затрат, использование рассматриваемого сырья в целом и извлечение каждого из трех его полезных компонентов экономически эффективно, то есть полностью выполняются все необходимые условия эффективности комплексного использования сырья.

Оценка по приростным величинам по своей сущности является производной, частным случаем всеобщей (исходной оценки) на основе полных затрат и эффектов сравниваемых вариантов.

При соблюдении принципа методической сопоставимости результат оценки по обоим методам будет одинаковым. Анализ показывает, что по традиционному методу оценки эффективности извлечения отдельных компонентов затраты учитываются полные (прямые + косвенные), а эффект лишь частичный - дополнительно полученная продукция. При этом не учитывается то, что организация получения нового компонента из комплексного сырья снижает полные затраты, относимые на уже производимые компоненты, т.е. удешевляет их. Это снижение происходит в результате перераспределения косвенных расходов и общее удешевление продукции по величине как раз соответствует косвенным затратам, относимым на вновь выделяемый компонент (продукт).

Следовательно, если при оценке по первому методу в составе эффекта дополнительно будет учитываться удешевление продукции, количественно равное косвенным затратам, относимых на выделяемый компонент, то в результате получим второй метод оценки эффективности извлечения каждого компонента в отдельности из условия окупаемости только прямых дополнительных затрат, связанных с организацией его производства.

Вычисление полных затрат на выделение отдельных компонентов (связанное со сложностями методически обоснованного распределения косвенных расходов и громоздкостью расчетов при большой номенклатуре извлекаемых компонентов и многообразии вариантов технологии переработки сырья) для оценки экономической эффективности извлечения отдельных компонентов при комплексном использовании сырья является совершенно излишним и лишь увеличивает вероятность арифметических ошибок.

Использование рекомендуемого метода оценки целесообразности извлечения отдельных компонентов комплексного сырья из условия окупаемости только прямых дополнительных затрат на их производство по сравнению с традиционным существенно расширяет экономически эффективные границы комплексного использования сырья. Кроме того, в общем случае для правильного определения эффективности извлечения того или иного компонента должны максимально полно учитываться все другие факторы эффективности комплексного использования сырья, связанные с получением оцениваемого компонента. К их числу относятся снижение затрат на геологическую разведку для обеспечения соответствующего прироста запасов, сокращение отходов производства и затрат на их обезвреживание и складирование, эффект потребления дополнительно полученной продукции и др. Рекомендуемый подход и отдельные его принципы и составляющие в целом должны использоваться и найти отражения при всех технико-экономических расчетах и обоснованиях комплексного использования многокомпонентного минерального сырья, геолого-экономической оценке минерально-сырьевой базы, оконтуривания месторождений и подсчета промышленных запасов отдельных ценных компонентов и комплексного сырья в целом, экономической оценки инвестиционных проектов, выборе рационального и оптимального варианта освоения и использования месторождений, и т.п.

В соответствии с рекомендованной методикой и по аналогии с вышеприведенной формулой (1), целесообразность учета, промышленного извлечения и использования каждого из ценных составляющих минерального сырья может быть определена из выражения:

$$\sum_{t=0}^{T} (Ц_{it} - З_{nit} - K_{nit}) \ (1+E)^{-t} \geq 0 \qquad (2)$$

где - $Ц_{it}$ – цена *i*- го компонента в готовой продукции в году *t*;

$З_{nit}$, K_{nit} – прямые, соответственно, текущие и единовременные затраты на производство *i*- го компонента в готовой продукции в году *t*. Остальные обозначения прежние.

Ценные составляющие многокомпонентного минерального сырья, производство которых удовлетворяет неравенству (2), целесообразно учитывать во всех последующих технико-экономических расчетах и обоснованиях. Противоположный результат свидетельствует о бесперспективности соответствующего компонента для промышленного производства в расчетном периоде при прогнозируемых технологии и конъюнктуре рынка.

Необходимо подчеркнуть, что эффективность комплексного использования многокомпонентного минерального сырья в целом (и промышленная ценность месторождения) должна определяться по формуле (1) при учете только тех ценных составляющих сырья, производство которых признано целесообразным в соответствии с соотношением (2).

Соотношения (1) и (2) в неявном виде учитывают экологическую информацию в виде экологических выгод и экологических затрат. Учитывая особую важность в настоящее время экологических проблем и существенное влияние уровня комплексного использования минерально-сырьевой базы на экологические параметры производства целесообразно выделить и учитывать обособленно экологическую составляющую ($Э_t$), которая в общем случае может быть, как положительной, так и отрицательной. При этом должна быть исключена возможность повторного счета экологических составляющих. С учетом отмеченного, для оценки экономической эффективности комплексного использования многокомпонентного минерального сырья в рыночных условиях рекомендуется совокупность следующих выражений:

$$\begin{cases} \sum_{t=0}^{T} (Ц_{it} - З_{nit} - K_{nit} \pm Э_{it})(1+E)^{-t} \geq 0 & (3) \\ ЧДД = \sum_{t=0}^{T} (Ц_t - З_t - K_t \pm Э_t)(1+E)^{-t} \geq 0 & (4) \end{cases}$$

Использование рекомендуемого метода оценки по сравнению с традиционным существенно расширяет экономически эффективные границы комплексного использования сырья. Кроме того, в общем случае для правильного определения эффективности извлечения того или иного компонента должны максимально полно учитываться все другие факторы эффективности комплексного использования сырья, связанные с получением оцениваемого компонента. К их числу относятся: снижение затрат на геологическую разведку для обеспечения соответствующего прироста запасов, сокращение отходов производства и затрат на их обезвреживание и складирование, эффект потребления дополнительно полученной продукции и др.

Рекомендуемый подход должен использоваться при всех технико-экономических расчетах и обоснованиях комплексного использования многокомпонентного минерального сырья, геолого-экономической оценке минерально-сырьевой базы, оконтуривании

месторождений и подсчете промышленных запасов отдельных ценных компонентов и комплексного сырья в целом, экономической оценки инвестиционных проектов, выборе рационального и оптимального варианта освоения и использования месторождений, и т.п.

Литература

1 Ларичкин Ф.Д. Научные основы оценки экономической эффективности комплексного использования минерального сырья. – Апатиты: КНЦ РАН, 2004. – 252 с.

2 Ларичкин Ф.Д., Воробьев А.Г. Вутов Ц. Модернизация учета и управления затратами при комплексном использовании минерального сырья. – М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2014. – 178 с.

3 Ларичкин Ф.Д., Кузнецов Г.Д., Ларичкина С.Н. К вопросу об обосновании кондиций для подсчета запасов комплексного рудоминерального сырья //Горный журнал, 1977, №3. - С.17-19.

4 Методические рекомендации по геолого-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов месторождений твердых полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев). - М: ГКЗ РФ, 1999. - 75с.

5 Методические рекомендации по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов. Рекомендованы к использованию протоколом МПР России от 03.04.2007 г. №11-17/0044-пр. – М.: ФГУ «ГКЗ», 2007. – 16 с.

6 Ларичкин Ф.Д. Исследование эффективности комплексного использования сырья (на примере обогатительных фабрик свинцово-цинковой промышленности): Автореф. дисс. канд. экон. наук. – Свердловск, 1974. - 31с.

7 Методика геолого-экономической оценки (переоценки) запасов месторождений твердых полезных ископаемых по укрупненным технико-экономическим показателям. - М.: ВИЭМС, 1996. - 29с.

8 Временное руководство по содержанию, оформлению и порядку представления на государственную экспертизу технико-экономических обоснований (ТЭО) кондиций на минеральное сырье. - М: ГКЗ РФ, 1997. - 38с.

9 Бенуни А.Х. Экономическое обоснование оптимального круга компонентов при организации комплексного использования сырья //Цветные металлы. - 1977. - № 12. - С.67-68.

References

1 Larichkin F.D. Nauchnye osnovy ocenki jekonomicheskoj jeffektivnosti kompleksnogo ispol'zovanija mineral'nogo syr'ja. – Apatity: KNC RAN, 2004. – 252 s.

2 Larichkin F.D., Vorob'ev A.G. Vutov C. Modernizacija ucheta i upravlenija zatratami pri kompleksnom ispol'zovanii mineral'nogo syr'ja. – M.: Izdatel'skij dom «Ruda i metally», 2014. – 178 s.

3 Larichkin F.D., Kuznecov G.D., Larichkina S.N. K voprosu ob obosnovanii kondicij dlja podscheta zapasov kompleksnogo rudomineral'nogo syr'ja //Gornyj zhurnal, 1977, №3. - S.17-19.

4 Metodicheskie rekomendacii po geologo-jekonomicheskomu obosnovaniju kondicij dlja podscheta zapasov mestorozhdenij tverdyh poleznyh iskopaemyh (krome uglej i gorjuchih slancev). - M: GKZ RF, 1999. - 75s.

5 Metodicheskie rekomendacii po kompleksnomu izucheniju mestorozhdenij i podschetu zapasov poputnyh poleznyh iskopaemyh i komponentov. Rekomendovany k ispol'zovaniju protokolom MPR Rossii ot 03.04.2007 g. №11-17/0044-pr. – M.: FGU «GKZ», 2007. – 16 s.

6 Larichkin F.D. Issledovanie jeffektivnosti kompleksnogo ispol'zovanija syr'ja (na primere obogatitel'nyh fabrik svincovo-cinkovoj promyshlennosti): Avtoref. diss. kand. jekon. nauk. – Sverdlovsk, 1974. - 31s.

7 Metodika geologo-jekonomicheskoj ocenki (pereocenki) zapasov mestorozhdenij tverdyh

poleznyh iskopaemyh po ukrupnennym tehniko-jekonomicheskim pokazateljam. - M.: VIJeMS, 1996. - 29s.

8 Vremennoe rukovodstvo po soderzhaniju, oformleniju i porjadku predstavlenija na gosudarstvennuju jekspertizu tehniko-jekonomicheskih obosnovanij (TJeO) kondicij na mineral'noe syr'e. - M: GKZ RF, 1997. - 38s.

9 Benuni A.H. Jekonomicheskoe obosnovanie optimal'nogo kruga komponentov pri organizacii kompleksnogo ispol'zovanija syr'ja //Cvetnye metally. - 1977. - № 12. - S.67-68.

ӘОЖ 622.338.45

Резюме

Ғабдуллин Т.Г.
(Салалық талдау орталығы АҚ «Қазақстандық индустрияны дамыту институты» Астана қ., Қазақстан Республикасы)

ШИКІЗАТТЫ ҚАЙТА ӨҢДЕУ КЕЗІНДЕ ОНЫҢ БАҒАЛЫ ҚҰРАМДАСТАРЫН ШЫҒАРЫП АЛУДЫҢ КЕШЕНДІ ЖӘНЕ ҰТЫМДЫ ПАЙДАЛАНУНЫҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ӘДІСТЕМЕСІ

Кешенді шикізатты шығарып алу мәнділігін бағалаудың ұсынылып отырылған әдісі өтімділік жағдайда қосымша шығындарды өндіріп алу дәстүрлі әдіске қарағанда шикізатты өндірудің экономикалық тиімділігін арттырады.

Ұсынылып отырылған әдіс, оның жеке қағидаттары және жасауыштары толықтай қолданылып және техника-экономикалық есептеуде, көпкомпонентті минералдық шикізатты кешенді қолданудың негіздемесінде, минералды шикізат қорын геологиялық, экономикалық бағалауда, кенорнын кемкеруде және жеке құнды компоненттердің өндірістік және кешенді шикізат қорын біртұтас есептегенде, инвестициялық жобалардың экономикалық бағалауында, кенорынды игерудің және қолданудың ұтымды және рационалды түрін таңдауда көрінісін табу қажет және т.б.

Түйінді сөздер: көп компонентті шикізат, бағалау әдістемесі, тікелей және жанама шығындар.

UDC 622.338.45

Summary

Gabdullin T.G.
(Center of the industry analysis of JSC «Kazakhstan Institute of Development of the Industry» Astana, Republic of Kazakhstan)

TECHNIQUE OF THE ECONOMIC SUBSTANTIATION OF COMPLEX AND RATIONAL USE OF VALUABLE COMPONENTS OF RAW MATERIALS WHICH ARE SUBJECT TO EXTRACTION AT ITS REFINING

Use of the recommended method of assessment the feasibility of extraction the separate components of complex raw materials from a condition of payback only of factor additional cost on their production in comparison with traditional significantly expands economically effective borders of complex use of raw materials.

The recommended approach and its separate principles and components in general have to be used and find reflection at all technical and economic calculations and substantiation of complex use of multicomponent mineral raw materials, geological and economic valuation of mineral resources base, contouring of fields and calculation of industrial stocks of separate valuable components and complex raw materials in general, economic assessment of investment projects, choice of rational and optimum option of development and use of deposits.

Keywords: multicomponent raw material, evaluation methodology, direct and indirect costs;

УДК 519.256

Ахмедов Д.Ш., Понятов Ю.А., Ягфарова Н.И.
(Институт космической техники и технологий, г. Алматы, Казахстан)

ТЕХНОЛОГИЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ CUDA В МОДЕЛИРОВАНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Аннотация

Данная статья описывает технологию высокопроизводительных параллельных вычислений CUDA и применение ее в моделировании месторождений полезных ископаемых. Описан алгоритм распределения данных блочной модели месторождения для расчета на CUDA. Представлен анализ результатов работы программного обеспечения моделирования месторождений полезных ископаемых на базе CUDA технологии.

Ключевые слова: *высокопроизводительные вычисления, месторождения полезных ископаемых, технология CUDA.*

Түйінді сөздер: *жоғары өнімділік есептеу, пайдалы қазбалар, технология CUDA.*

Keywords: *high performance computing, mineral deposits, CUDA technology.*

Развития горнодобывающей отрасли привело к тому, что на сегодняшний день существует множество специальных программных средств и информационных систем, помогающих в решении задач отработки месторождений. Однако эти программные продукты для автоматизированного моделирования месторождений требуют значительного времени вычисления, имеют высокую стоимость и не соответствуют принятым методам подсчета запасов и определения категорий запасов. Значительный ресурс повышения эффективности находится в области способности компаний принимать оптимальные производственные решения, которые главным образом зависят от своевременной нужной информации. Учитывая, что на сегодняшний момент существующие системы не могут обеспечить предоставление точных данных в короткий срок, эта проблема может решиться посредством применения современных средств информационных технологий.

Появившиеся возможности новых информационных технологий и современной электронной компонентной базы позволяют на более высоком качественном и количественном уровне проводить моделирование месторождений полезных ископаемых. Для разработки высокоточного моделирования месторождений полезных ископаемых, во внимание были взяты современные достижения информационных технологий. Это такие технологии как высокопроизводительные вычисления на базе CUDA технологии и облачные вычисления.

Наиболее перспективной технологией использования появившихся вычислительных возможностей является технология CUDA, объединяющая в себе программно-аппаратные средства высокопроизводительных параллельных вычислений и по сравнению с традиционным подходом к организации вычислений общего назначения, посредством возможностей графических API, обладающая следующими преимуществами в этой области:

– интерфейс программирования приложений CUDA (CUDA API) основан на стандартном языке программирования Си;

– разделяемая между потоками память размером в 16 Кб может быть использована под организованный пользователем кэш с более широкой полосой пропускания, чем при выборке из обычных текстур;

– более эффективные транзакции между памятью центрального процессора и видеопамятью;

– полная аппаратная поддержка целочисленных и побитовых операций;

– поддержка компиляции GPU кода средствами открытого Low Level Virtual Machine (LLVM). [1].

Использование технологии параллельных вычислений CUDA позволяет проводить моделирование месторождений полезных ископаемых более эффективно и экономично. Для этого было разработано программное обеспечение имитационного моделирования рудных тел месторождений твердых полезных ископаемых полигональным методом на основе технологии параллельных вычислений CUDA.

Суть программной реализации использованного метода расчета блочной модели месторождения, заключается в том, что каждому блоку присваиваются признаки, присущие ближайшей к этому блоку пробе. Программное обеспечение состоит из 2 подсистем: подсистемы ввода/вывода и подсистемы выполнения вычислений. Первая подсистема выполняет считывание из файла исходных данных, осуществляет вызов функций расчетов и записывает полученный результат в файл. К действиям подсистемы выполнения вычислений относится: определение количества блоков в блочной модели, разбиение данных по потокам, выделение и инициализация памяти, создание потоков, указание объема памяти для потока, выполнение алгоритма вычисления блочной модели месторождения.

Разработанное программное обеспечение может выполнять расчеты как на CPU, так и на GPU. В обоих случаях программное обеспечение использует при расчетах многопотоковую модель выполнения. Главное отличие при использовании GPU и технологии CUDA является количество используемых потоков. Так, если в случае выполнения расчетов на CPU используется от 2 до 16 потоков, то в случае с GPU количество потоков может достигать величины 65535^3. В связи с этим выполнение параллельных вычислений на GPU является более предпочтительным, так как время расчетов потенциально может быть значительно меньше, чем в случае использования CPU.

За счет большого объема данных модели месторождения и существования ограничений видеокарты блочная модель месторождения в некоторых случаях не может быть обработана за одну итерацию. На основании этого, необходимым становится наличие очереди обработки блоков модели месторождения, обеспечивающей максимальную загрузку видеоускорителя. Для реализации этой возможности был разработан алгоритм распределения блочной модели месторождения на несколько видеоускорителей по частям для расчета на CUDA, который состоит из следующих этапов:

– выбирается количество и тип используемых видеоускорителей;

– определяется характеристика видеоускорителя (размерность сетки, размерность блока, т.е. количество потоков, которые могут быть обработаны в одном блоке CUDA);

– осуществляется проверка способности обрабатывать поступивший объем данных. В случае если объем данных месторождения превышает количество доступной памяти видеоускорителя, месторождение разбивается на части, которые видеоускоритель может обработать и расчеты проводятся в итеративном характере;

– количество блоков блочной модели месторождения делится на количество потоков, которые может обработать один блокCUDA, таким образом определяется количество блоков CUDA, которые необходимо рассчитать;

– осуществляется расчет блоков модели месторождения полигональным методом.

Алгоритм распределения данных блочной модели месторождения для расчета на CUDA показан на рисунке 1.1.

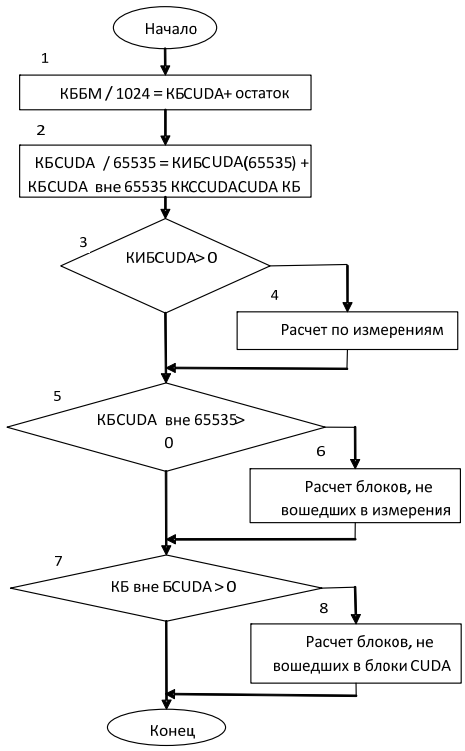


Рисунок 1.1 – Алгоритм распределения данных блочной модели месторождения для расчета на CUDA

1. количество блоков блочной модели (КББМ) делим на n (максимальное количество потоков в одном блоке CUDA). Получаем 2 числа: количество блоков CUDA и количество блоков блочной модели, не вошедших в блоки CUDA;

2. количество блоков CUDA делим на k (максимальное количество блоков, которые могут разместиться в блочном пространстве CUDA). Получаем: количество измерений по k и количество блоков CUDA, не вошедших в размерность k;

3. если количество измерений больше нуля, то переходим на 4, иначе переходим на 5;

4. выполняем расчет по измерениям, то есть обрабатываем те блоки, которые вошли в это измерение;

5. если количество блоков, не вошедших в измерение больше нуля, переходим на 6, иначе переходим на 7;

6. выполняем расчет блоков, не вошедших в кратность k;

7. если количество блоков, не вошедших в блоки CUDA больше нуля, переходим на 8, иначе переходим на конец;

8. выполняем расчет блоков, не вошедших в блоки CUDA.

Таким образом, обработка всего месторождения производится посредством формирования очереди обращений к видеоускорителю. Для расчета изначально видеоускорителю передается объем данных кратных k, далее передается остаток данных в диапазоне менее k, входящих в блоки CUDA, и остаток данных от деления на n.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

– разработанная методика исследования позволяет достоверно и в количественной форме определить преимущества алгоритмов имитационного моделирования месторождений полезных ископаемых полигональным методом на CPUи на основе технологии параллельных вычислений CUDA на GPU.

– выбранный полигональный метод является хорошим примером для испытания быстродействия аппаратного и программно-алгоритмического обеспечения технологии параллельных вычислений CUDA при решении задачи имитационного моделирования рудных тел месторождений твердых полезных ископаемых.

– в соответствии с проведенным анализом было определенно, что для моделирования рудных тел месторождений полезных ископаемых оптимальным является полигональный метод в растровом представлении.

В рамках тестирования программного обеспечения имитационного моделирования рудных тел месторождений твердых полезных ископаемых полигональным методом были проведены серии экспериментальных расчетов блочной модели месторождения согласно структуре на CPU и GPU. Ниже приведены наиболее характерные результаты.

Среднее время расчета по каждому экспериментов показано в таблице 1.

Таблица 1 – Среднее время расчетов по каждому из вычислений

Обрабатывающее устройство		**Количество потоков/устройств**	**Среднее время расчета одного варианта в серии, мс**
CPU		1	8.76501
		4	1.64967
		8	1.68113
GPU	GeForce	1	0,8135
	Tesla	1	0,32292
		2	0,17815
		3	0,1259

Минимальное время расчета:

– на CPU = 1,64967 мс (алгоритм с четырьмя потоками на CPU);

– на GPU = 0,1259 мс (алгоритм с тремя видеоускорителями Tesla C2050).

В процессе исследований было определено, что моделирование рудных тел месторождений полезных ископаемых полигональным методом на основе технологии CUDA в отличие от вычислений, произведенных на центральном процессоре компьютера, обеспечивает лучшую производительность расчетов, быстродействие и как следствие обеспечивает возможность создания более детальных моделей месторождений.

Заключение

Также на основании экспериментов было выявлено, что для моделирования месторождений полезных ископаемых с помощью CUDA технологии не требуется применение дорогостоящих видеоускорителей, таких как Tesla C2050, так как при использовании нескольких (относительно недорогих) видеокарт GeForce удается достичь времени расчета, сопоставимого со временем расчетов с использованием видеоускорителя Tesla. Вычислительный комплекс возможно построить на базе GeForce видеоускорителей, цена которых более чем в 4 раза ниже видеоускорителя Tesla C2050 и приносит ощутимую экономию при реализации проекта. К тому же было выявлено, что увеличение количества устройств ведет к практически линейному росту производительности, что подтверждает правильность выбранного направления исследований по моделированию месторождений с помощью параллельных вычислений CUDA.

Литература

1 Владимир Фролов. Введение в технологию CUDA. Сетевой журнал «Компьютерная графика и мультимедиа». Выпуск №6(1)/2008. http://cgm.computergraphics.ru/issues/issue16/cuda.

References

1 Vladimir Frolov. Vvedenie v tehnologiju CUDA. Setevoj zhurnal «Komp'juternaja grafika i mul'timedia». Vypusk №6(1)/2008. http://cgm.computergraphics.ru/issues/issue16/cuda.

ӘОЖ 519.256

Резюме

Д.Ш. Ахмедов, Ю.А. Понятов, Н.И. Ягфарова
(Ғарыш техникасы мен технологияларын институты Алматы қ., Қазақстан)

ҚАТТЫ ПАЙДАЛЫ ҚАЗБАЛАР КЕН ОРЫНДАРЫН CUDA ЖАҢА ЖОҒАРЫ ӨНІМДІ ЕСЕПТЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ МОДЕЛЬДЕУ

Бұл мақала өнімділігі жоғары CUDA параллельді есептеулер технологиясын және оны кен шығатын жерлерді модельдеуге қолдануын сипаттайды. CUDA негізінде есептеуге арналған кен шығатын жерлердің блок моделінің деректерін тарату алгоритмі сипатталған. CUDA технологиясы негізінде кен шығатын жерлерді модельдеудің бағдарламалық қамтамасыз етуінің нәтижелерін талдауы ұсынылған.

Түйінді сөздер: жоғары өнімділік есептеу, пайдалы қазбалар, технология CUDA.

UDC 519.256

Summary

Akhmedov D. Sh., Ponyatov Yu.A., Yagfarova N. I.
(Institute of space equipment and technologies, Almaty, Kazakhstan)

TECHNOLOGY OF HIGH-PERFORMANCE CALCULATIONS OF CUDA IN MODELLING OF FIELDS OF SOLID MINERALS

This article describes the technology of high-performance CUDA parallel computing and its application in modeling of mineral deposits. An algorithm for data distribution block model for the deposit based on CUDA. Here is submitted the analysis of the results of software simulation of mineral deposits based on CUDA technology.

Keywords: high performance computing, mineral deposits, CUDA technology.

УДК 622.233.4

Кораблев Г.А., Неборокова Н.Н.
(ИГД им. Д.А. Кунаева, г. Алматы)

БУРИЛЬНАЯ УСТАНОВКА С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПЕРФОРАТОРОМ

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы создания автономного бурильного комплекса с электромагнитным перфоратором.

***Ключевые слова**: бурильный комплекс, электромагнитный перфоратор.*
***Туйінді сөздер** : бұрғы кешені, электромагнитті перфоратор.*
***Keywords:** drilling complex, electromagnetic perforator.*

В 2007 г. на Риддер-Сокольном руднике АО «Казцинк» были проведены успешные промышленные испытания опытных образцов электромагнитного перфоратора для бурения крепких горных пород разработанного в ИГД им.Д.А. Кунаева [1,2].

По результатам испытаний была проведена конструкторская доработка электромагнитного перфоратора (ЭМП) и принято решение создать его опытно-промышленные образцы.

По договору об инновационном гранте №23 от 10.12.2012 г. АО «Фонд науки» соисполнителем АО «Машзавод им.С.М. Кирова» были разработана рабочая конструкторская документация и изготовлены в металле три опытно-промышленных образца электромагнитного перфоратора. Электрическая часть и сборка ЭМП были выполнены в ИГД им.Д.А. Кунаева.

Необходимо отметить, что при организации производственных испытаний опытных образцов ЭМП на руднике в подземных условиях встретились следующие затруднения:

1. Рудник должен был выделить и выделил буровой станок типа ЛПС-3У для установки на нем ЭМП в ущерб производству, т.к. практически свободных станков не бывает;
2. Необходимость подобрать и выделить участок (место) для проведения испытаний, где имеется возможность для подсоединения коммуникаций – электричество, вода, воздух, кабель соответствующего сечения, шланги;
3. Выделить бурового мастера и рабочих рудника для оборудования места испытания на время испытаний.

Перечисленные выше моменты вызывают необходимость в совершении существенных непроизводственных затрат со стороны горного предприятия. По этой причине в настоящее время горные предприятия не заинтересованы в проведении испытаний и реализации наших разработок.

В связи с этим и с целью повышения интереса к ЭМП было решено изменить подход к проведению производственных испытаний для демонстрации преимуществ бурильного оборудования с использованием перфоратора с электромагнитным ударным узлом.

Для этого нами создан бурильный комплекс в составе: ЭМП с блоком питания, буровой станок ЛПС-3У с пневматическим податчиком, малогабаритный передвижной компрессор, обеспечивающий работу податчика.

Такой комплекс отличается в значительной степени мобильностью и автономностью. Для его работы необходимы подвод электричества и воды. Вода необходима для охлаждения ЭМП и затем используется для удаления продуктов бурения из шпура (скважины).

Указанный бурильный комплекс с ЭМП может облегчить договариваться с горными предприятиями для его испытания или использования. Особенно он может вызвать интерес у

геологов при проведении разведочных выработок, у малых предприятий, например, при добыче небольших месторождений золота и т.д.

Для стендовых испытаний опытно-промышленных образцов ЭМП в ИГД им.Д.А. Кунаева был создан «искусственный забой» (рисунок 1). Он состоит из рамной конструкции кубической формы размерами 2х2х2м из швеллера, внутри которой установлен буровой станок ЛПС-3У с пневматическим податчиком.

На буровом станке закреплен опытно-промышленный образец ЭМП, рисунок 2.

Рисунок 1 – Искусственный забой с электромагнитным перфоратором

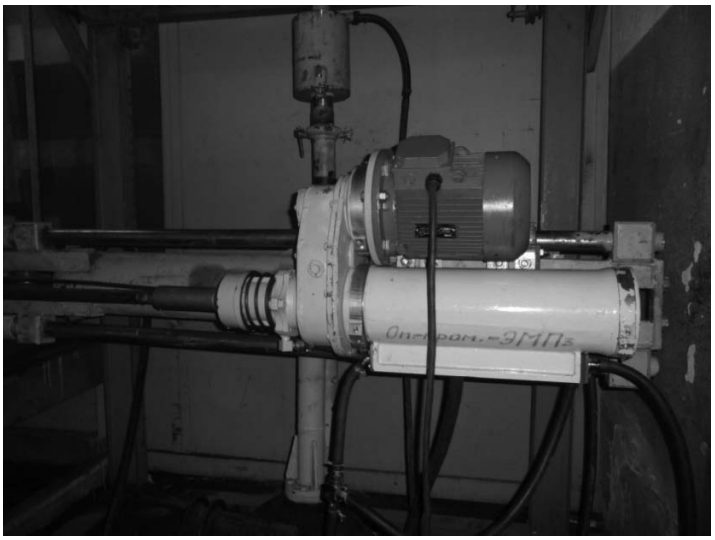


Рисунок 2 – Опытно-промышленный образец электромагнитного перфоратора

Перед рамной конструкцией на монолитной подставке установлен и закреплен гранитный блок крепостью 12-14 по Протодьяконову размерами 0,8х1,2х1,2м. Для работы пневматического податчика бурового станка ЛПС-3У используется передвижной компрессор серийного производства СБ4/С-50.LB30 производительностью 340л/мин., вес 71 кг, рисунок 3.

Рисунок 3 – Компрессор СБ4/С-50.LB30

Техническая характеристика опытно-промышленного образца ЭМП

Наименование параметра	Ед.измерения	Значение параметра
Вес	кг	145
Длина	мм	970
Высота профиля	мм	125
Мощность, потребления ударным узлом	кВт	30
Энергия единичного удара	Дж	180
Частота ударов	Уд./мин	3000
Частота вращения штанги	Об./мин	140
Крутящий момент	Нм	310
Хвостовик: диаметр резьба профильная	мм мм	40 38
Давление промывки	бар	5
Усилие подачи, необходимое	кН	12
Рекомендуемые штанги	мм	32-38
Диаметр шпура (скважины)	мм	40-85
Охлаждение электромагнитных катушек		водяное
Расход на охлаждение и промывку	л/мин	15
Питание от сети переменного тока с напряжением и частотой через тиристорный блок питания весом	 В Гц кг	 380 50 35

По своим характеристикам ЭМП соответствует пневмо- и гидроперфораторам средней мощности. ЭМП можно использовать при установке его на стреле гидрофицированной самоходной каретке взамен гидроударника с гидровращателем.

В этом случае на каретке отпадает необходимость в мощной (тяжелой) маслостанции с мощным и тяжелым электродвигателем.

За счет отсутствия многократного преобразования энергии из одного вида в другой при работе ЭМП (в отличии от пневмо- и гидроперфораторов) снижается почти в два раза потребляемая энергия на буровой каретке.

Литература

1 Кораблев Г.А., Едыгенов Е.К.

Производственные испытания опытных образцов электромагнитного перфоратора. //Тр. Научно-техническое обеспечение горного производства, ИГД им.Д.А. Кунаева, г.Алматы, Т. 75, 2008, С. 109-114

2 Едыгенов Е.К., Кораблев Г.А. Электромагнитный перфоратор для бурения шпуров и скважин в крепких породах. //Мат. IV Междун.конф. «Инновационные разработки в области добычи и производства цветных металлов» /Т. 1 «Горное дело и обогащение»/ Усть-Каменогорск: ВНИИцветмет, 2007. С. 103-107

References

1 Korablev G. A., Edygenov E.K.

Production tests of prototypes of the electromagnetic puncher.//Tp. Scientific and technical providing mining, IGD of D. A. Kunayev, Almaty, T. 75, 2008, S. 109-114

2 Edygenov E.K., Korablev G. A. The electromagnetic puncher for drilling of shots and wells in strong breeds.//Mat. IV Mezhdun.Konf. "Innovative development in the field of extraction and production of non-ferrous metals" / T. 1 "Mining and enrichment" / Ust Kamenogorsk: Vniitsvetmet, 2007. Page 103-107

ӘОЖ 622.233.4

Резюме

Кораблев Г.А., Неборокова Н.Н.
(Д.А. Қонаев атындағы ТКИИ, Алматы қ)

ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ПЕРФОРАТОРЛЫ БҰРҒЫ ҚОНДЫРҒЫСЫ

Мақалада электромагнитті перфораторлы автономды бұрғы кешенін жасау сұрақтары қарастырылған.

Түйінді сөздер : бұрғы кешен, электромагнитті перфоратор.

UDC 622.233.4

Summary

Korablev G.A., Neborokova N.N.
(D.A. Kunayev Mining Institute, Almaty)

BORING INSTALLATION WITH THE ELECTROMAGNETIC PERFORATOR

In article questions of creation of an autonomous drilling complex with the electromagnetic perforator are considered.

Keywords: drilling complex electromagnetic perforator.

ГЕОЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

УДК 622.831

Хакимжанов Т.Е., Абдугалиева Г.Ю.
(Институт горного дела имени Д. А. Кунаева, г. Алматы, Казахстан)

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДИАМЕТРА ОПЕРЕЖАЮЩИХ СКВАЖИН НА ДЕГАЗАЦИЮ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Аннотация

В данной работе проведена количественная оценка и анализ изменения удельного дебита метана с единицы поверхности опережающей скважины при различных ее диаметрах. Увеличение диаметра скважины до 250 мм оказывает существенное влияние на эффективность дегазации, что необходимо при проектировании ограждающей дегазации взрывоопасных угольных пластов.

Ключевые слова: *Угольный пласт, дегазация, скважина, диаметр*
Түйінді сөздер*: Көмір тақтасы, газсыздандыру, ұңғыма, диаметр*
Keywords: *Coal bed, degasification, hole, diameter*

Разработка угольных месторождений подземным способом в Карагандинском бассейне в современных условиях характеризуется увеличением глубины ведения горных работ, ростом природной газоносности угольных пластов и метанообильности горных выработок шахт, повышением риска проявления газодинамических явлений каковым является внезапный выброс угля и газа.

Высокая газообильность угольных шахт вследствие роста природной газоносности пластов и вмещающих пород с глубиной, как известно, увеличивает риск возникновения техногенных катастроф, опасность взрывов метана в шахтах и влияет на повышение затрат на борьбу с метаном, препятствует эффективному применению современной высокопроизводительной проходческой и добычной техники. При газоносности угля свыше 5-7 $м^3$/т применение механизированных комплексов с передвижными гидравлическими крепями становится технологически и экономически неэффективным.

Все методы предотвращения выбросов угля и газа основаны на разгрузке угольных массивов впереди забоя от газового и горного давления - не менее чем на 10 м и не менее, чем на 4 м по бокам выработки в каждую сторону. Наиболее надежными являются региональные методы подработки и надработки угольных пластов[1].

В условиях, не позволяющих обеспечить разгрузку от горного давления и газа по горногеологическим условиям, применяются методы разгрузки угольного массива в забое бурением разгрузочных скважин диаметром до 250мм.

Предварительная дегазация выбросоопасных пластов скважинами, применяемая в качестве регионального способа предотвращения внезапных выбросов газа и угля, предназначена для искусственного заблаговременного (до начала очистных работ) снижения содержания метана в не разгруженных от горного давления пластах в пределах подготовленных к выемке массивов. Применение предварительной дегазации разрабатываемых пластов приводит к снижению природной метаноносности угля до начала очистных работ, т.е. к деметанизации. Предварительная дегазация уменьшает содержание метана в пласте, что обусловливает снижение экстремальных выделений метана в забое в процессе выемки добычными машинами и предотвращает полностью или уменьшает интенсивность внезапных выделений газа при выбросах угля. Эффективность предварительной дегазации зависит от степени газоистощения опасного пласта.

Как известно, эффективность дегазации опережающими скважинами зависит от параметров их заложения. В случае, когда параметры дегазационных скважин выбраны с учетом их влияния на газовыделение, тогда данный способ может обеспечить условия безопасности по газовому фактору, и тем самым предотвратить внезапные выбросы угля и газа.

Рассмотрим влияние диаметра разгрузочных скважин на эффективность дегазации, которая является одним из основных управляемых параметров.

В «Инструкции по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля и газа» [2] рекомендуется бурить опережающие дегазационные скважины диаметром 130-250 мм. Количество опережающих скважин предлагается определить по формуле:

$$n = \frac{S_{зо}}{S_{эф}}, \quad (1)$$

где $S_{эф}$ – область эффективного влияния дренажной скважины, м^2;

$S_{зо}$ – площадь защищенной области, м^2;

Область эффективного влияния скважины $S_{эф}$ принят в виде прямоугольника, размер которого по наслоению $l_н$, а вкрест наслоения $l_к$. Для скважины диаметром 200-250 мм $l_н$=2,6 м, $l_к$=1,4 м, а при диаметре 130-150мм соответственно 1,7 и 0,9 м [2].

На наш взгляд следует параметры прямоугольника рассчитывать для каждого диаметра (130; 150; 200 и 250 мм) отдельно, так как газовыделение из скважины с увеличением диаметра растет по экспоненте в соответствии с эмпирической зависимостью дебита метана от диаметра дегазационной скважины [3, 4]:

$$q = be^{\alpha d}, \text{ м}^3/\text{сут·м}. \quad (2)$$

где q – удельное газовыделение из скважины данного диаметра, м^3/сут·м;

α – коэффициент, характеризующий фильтрационные свойства пласта в зависимости от времени дегазации;

b – удельное газовыделение из скважины при возможно минимальном диаметре, м^3/сут·м.

Коэффициенты b и α определены опытным путем (в условиях одиночных и групповых скважин разного диаметра) для каждого месяца эксплуатации скважины.

Подставляя значения b и α в формулу (2) можно получить эмпирические зависимости удельного дебита метана из скважины от ее диаметра для каждого месяца и произведя расчет по ним для разных значений диаметра скважины можно установить динамику удельного газовыделения с течением времени каптажа. На рисунке приведены графики изменения удельного газовыделения из скважины при различных ее диаметрах и для каждого месяца ее эксплуатации, построенные по расчетным данным.

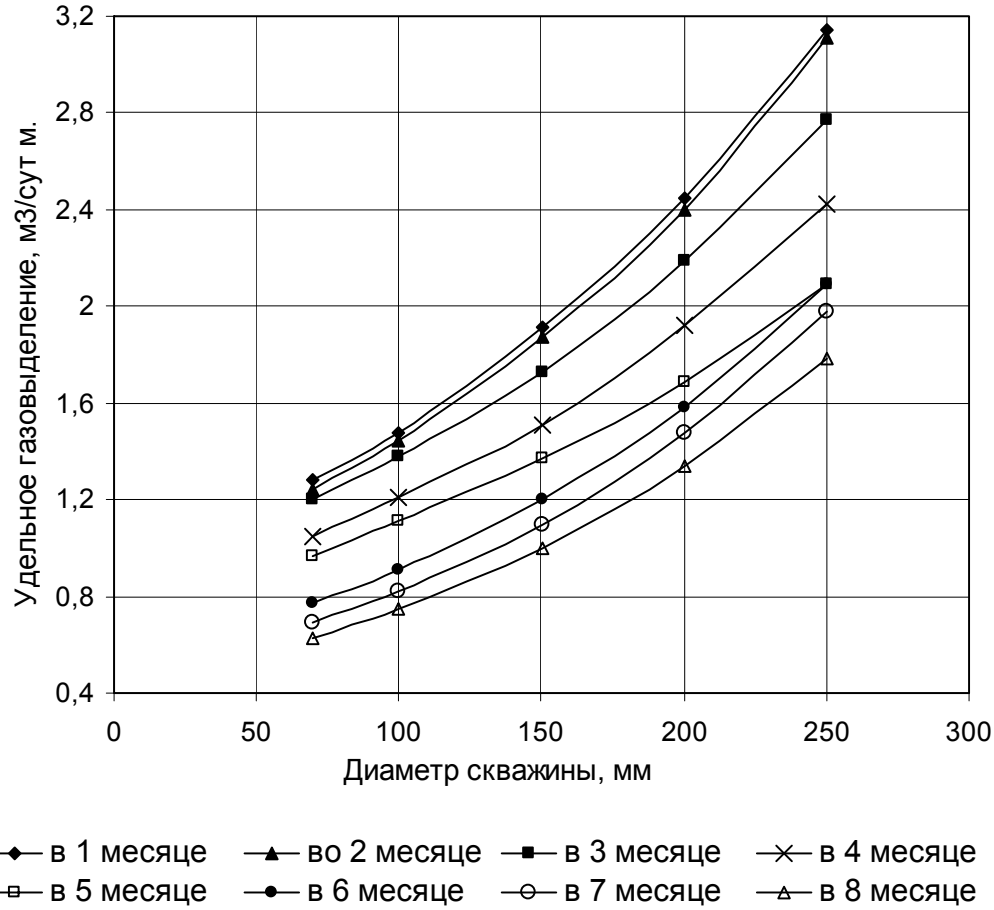


Рисунок – Графики изменения удельного газовыделения из скважины во времени в зависимости от диаметра

Из графиков видно, что с увеличением диаметра с 70 мм до 100, со 100 до 150 мм, со 150 до 200мм, а также с 200 до 250 мм удельный дебит соответственно возрастает с 0,63-1,3 до 0,75-1,48, с 0,75-1,48 до 1,0-1,91, с 1,0-1,91 до 1,34-2,45, с 1,34-2,45 до 1,78-3,14 $м^3$/сут·м. При увеличении диаметра в 2-2,5 раза (со 100 до 200-250 мм) удельный дебит возрастает с 0,75-1,48 соответственно до 1,34-2,45 и 1,78-3,14 $м^3$/сут·м, т.е. на 79-66% и 137-112%.

Для объяснения механизма движения метана к скважине проанализируем зависимость удельного дебита метана с единицы поверхности скважины от диаметра. К единице поверхности скважин, пробуренных по пласту Верхняя Марианна, диаметром 70, 100, 150 и 200 мм выделялось соответственно 5,9; 5,1; 4,4; 4,36 $м^3$/сут·$м^2$ метана в первый месяц работы скважины.

Анализ наблюдений показывает, что с 1 $м^2$ поверхности скважины большого диаметра выделяется меньше метана, чем с 1 $м^2$ поверхности скважины меньшего диаметра, в то время удельный дебит метана с 1 пог. м скважины увеличивается. Это объясняется следующим образом.

Опережающую дегазационную скважину можно представить как миниатюрную горную выработку, в которой происходит снижение горного давления, увеличение газовыделения, что активизирует процесс газовыделения из скважины. При длительном каптаже метана дренирующее действие скважины, проявляется на большом расстоянии, чем эффект разгрузки от скважины. Многочисленными наблюдениями показана прямая зависимость между диаметром скважины и радиусом дренирования (зона дегазационного влияния) [5]. Поскольку зона дегазации у скважин большого диаметра глубже, то при прочих равных условиях в первом случае градиент газового давления в окрестности скважины

меньше, чем во втором случае, снижение градиента давления газа изменяет скорость миграции. Следовательно, к единице поверхности скважины большого диаметра будет подходить в единицу времени меньшее количество метана, чем к скважине меньшего диаметра.

Уголь в окрестности выработок под влиянием концентрации напряжений сильно сжимается, при этом его газопроницаемость падает. В связи с этим с удельной поверхности скважины большего диаметра выделяется метан меньше, чем с удельной поверхности скважины меньшего диаметра. Однако газовыделение с общей поверхности каждой скважины (с 1 пог. м.) объем газовыделения увеличивается с увеличением диаметра.

Из формулы (2) вытекает, что увеличение диаметра до 250 мм оказывает существенное влияние на эффективность дегазации. В связи с этим рекомендуется учитывать диаметр скважины при проектировании ограждающей дегазации взрывоопасных угольных пластов.

Литература

1 Баймухаметов С.К. Проблемы безопасности разработки высокогазоносных угольных пластов. – Караганда, 2006. – 206 с.

2 Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах опасных по внезапным выбросам угля и газа // КазНИИБГП: Утв. Мин. Энергетики и угольной промышленности РК 21.06.95 г. – Караганда, ДНТИ ГП «Караганда уголь», 1995. – 177с.

3 Болгожин Ш.А., Хакимжанов Т.Е., Кизряков А.Д. Управление газовыделением на шахтах Карагандинского бассейна. - Алма-Ата: Наука, 1980. -180 с.

4 Ходот В.В. Расчет параметров опережающих скважин для предупреждения внезапных выбросов. // Проблемы рудничной аэрологии. М.: Госгортехиздат, 1959. – С. 35-37.

References

1 Bajmuhametov S.K. Problemy bezopasnosti razrabotki vysokogazonosnyh ugol'nyh plastov. – Karaganda, 2006. – 206 s.

2 Instrukcija po bezopasnomu vedeniju gornyh rabot na plastah opasnyh po vnezapnym vybrosam uglja i gaza // KazNIIBGP: Utv. Min. Jenergetiki i ugol'noj promyshlennosti RK 21.06.95 g. – Karaganda, DNTI GP «Karaganda ugol'», 1995. – 177s.

3 Bolgozhin Sh.A., Hakimzhanov T.E., Kizrjakov A.D. Upravlenie gazovydeleniem na shahtah Karagandinskogo bassejna. - Alma-Ata: Nauka, 1980. -180 s.

4 Hodot V.V. Raschet parametrov operezhajushhih skvazhin dlja preduprezhdenija vnezapnyh vybrosov. // Problemy rudnichnoj ajerologii. M.: Gosgortehizdat, 1959. – S. 35-37.

ӘОЖ 622.831

Резюме

Хакімжанов Т.Е., Әбдуғалиева Г.Ю.
(Д. А. Қонаев ат. Кен істері институты, Алматы қаласы, Қазақстан)

АЛДЫН АЛА БҰРҒЫЛАНҒАН ҰҢҒЫМАЛАР ДИАМЕТРІНІҢ КӨМІР ТАҚТАЛАРЫН ГАЗСЫЗДАНДЫРУҒА ӘСЕРІН БАҒАЛАУ

Бұл жұмыста алдын ала бұрғыланған газсыздандыру ұңғымаларының әр түрлі диаметрлерде бірлік бетінен бөлінетін метанның үлес дебитінің өзгеруін сандық бағалау және оларды талдау берілген. Ұңғыма диаметрін 250 мм дейін үлкейту газсыздандыру тиімділігіне айтарлықтай әсер етеді, бұл жағдайды апат қауіпті көмір тақталарын газсыздандыруды жобалауда ескеру қажет.

Түйінді сөздер: Көмір тақтасы, газсыздандыру, ұңғыма, диаметр

UDC 622.831

Summary

Khakimzhanov T.Y., Abdugaliyeva G. Yu.
(Mining Institute named after D.A. Kunaev, Almaty, Kazakhstan)

ASSESSING THE IMPACT OF THE DIAMETER OF THE PRE-DRILLED HOLE DEGASIFICATION OF COAL BEDS

The quantitative assessment and analysis of the methane specific capacity change from the pilot hole surface unit at its various diameters have been conducted in the present work. The hole diameter increase up to 250 mm makes significant impact on degasification efficiency, that is very necessary during engineering design of the enclosing degasification of the explosive coal beds.

Keywords: Coal bed, degasification, hole, diameter

УДК 622.831.322.327

Асаинов С.Т., Ходжаев Р.Р., Габайдуллин Р.И.
(ТОО «Научно-инженерный центр «ГеоМарк»
г. Караганда, Республика Казахстан)

ИССЛЕДОВАНИЯ ВНЕЗАПНЫХ ПРОРЫВОВ ПОЧВЫ С ПОВЫШЕННЫМ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЕМ В ОЧИСТНЫХ ВЫРАБОТКАХ НА ШАХТАХ КАРАГАНДИНСКОГО БАССЕЙНА

Газодинамические явления в угольных шахтах могут классифицироваться как самые опасные техногенные явления, часто имеющие катастрофические последствия и человеческие жертвы. В этой связи, проблема их прогнозирования на сегодняшний день является актуальнейшей задачей, стоящей перед горной наукой.

Ключевые слова: *внезапные прорывы метана, пластичный слой, прочностные свойства, поддутие почвы, особо выбросоопасный пласт, максимальные напряжения.*

Түйінді сөздер*: метанның кенет бұзылған жерлері, пластикалық қабаты, беріктік қасиеттері, топырақ үрлеу, ерекше қауіпті лақтыру қабаты,ең жоғары кернеу.*

Keywords*: sudden methane inrush, plastic layer, strength properties, soilraising, specifically outburst-danger coal bed, the maximum tensions.*

В Карагандинском угольном бассейне с ростом глубины ведения горных работ, ухудшением горно-геологических условий и, как следствие, изменением газодинамических характеристик угольных пластов и вмещающих горных пород, снижением газопроницаемости и газоотдачи угольных пластов, повышается вероятность возникновения газодинамических явлений, одним из видов которых являются внезапные прорывы газа с динамическим разломом почвы выработок (ВПРП).

Внезапные прорывы газа с динамическим разломом почвы выработок (ВПРП) характеризуются разрушением угля в почве выработки, значительным поднятием почвы в призабойной зоне, интенсивным выделением газа, иногда с выносом угля [1]. Эти явления происходят, как правило, при проведении подготовительных выработок по верхнему слою мощных пластов и при наличии в нижнем слое слабых пачек угля. В Карагандинском бассейне они происходили при проведении выработок по мощным пластам d_6 (шахта им. В. И. Ленина, «Казахстанская»), k_{12} (шахты им. 50-летия Октябрьской революции и «Саранская») и по сближенным пластам k_3-k_2 (шахта им. Костенко).

Оценка и прогнозирование ВПРП в очистных выработках, которые также периодически происходят на угольных шахтах бассейна, эмпирическим путем затруднена из-за отсутствия достаточного объема статистических данных. В этой связи исследование механизма данного вида газодинамических явленийможет быть проведено исходя из физических представлений о его причинах и механизме.

Наибольшее распространение получили две гипотезы проявлений ВПРП: согласно первой они происходят, в основном, за счет энергии газа, заключенного в нижнем слое пласта [4]. Согласно второйгипотезе эти явления происходят за счет энергии упругого восстановления пород в почве пласта,как с участием, так и без участия газа, заключенного в нижнем слое пласта [5,6].

Исследования механизма ВПРП, результаты которых отражены в работах Большинского М.И., Лысикова Б.А., Каплюхина А.А. [2], а также Бирюкова Ю.М., Пименова А.А., Ходжаева Р.Р. [3] показывают, что этот вид газодинамических явлений происходит тогда, когда один или несколько слоев прочного угля, находящихся в почве очистного забоя, лежат на более податливых слоях нарушенного угля. Упругие слои угля, расположенные в почве очистного забоя, деформируются как пластина (плита), изгибаемая под действием нагрузки, нормальной к ее поверхности. Следовательно, если рассматривать упругий слой

прочного угля как плиту, защемленную по всему периметру, то напряжения достигают максимальных значений в местах заделки и в ее середине. Таким образом, и разрушения почвы должны происходить либо у границ очистного забоя, либо в ее центральной его части. Данный вывод подтверждается рядом сведений о расследовании случаев внезапных разрушений пород почвы на шахте «Казахстанская».

В период отработкивыемочного участка 312-d_6-1-з на шахте «Казахстанская» Угольного Департамента «*АрселорМиттал Темиртау*» в очистном забое произошло 9 случаев внезапных поднятий почвы протяженностью от 4,5 до 25,5м; высотой подъема почвы от 0,1 до 0,5м и объемом дополнительно выделившегося метана до 6290м^3. Выкопировка из плана горных работ приведена на рисунке 1.Все ВПРП произошли на участке шахтного поля, ограниченном зоной ПГД от ранее отработанной лавы по пласту d_{10}, осложненном влиянием скважин ГРП.

Детальным анализом горно-геологических условий установлено, что, кроме возможного влияния зон повышенного горного давления (ПГД) и скважин направленного гидрорасчленения пласта (ГРП), значительная часть случаев поднятия почвы в лаве произошла при наличии в почве пласта упругого слоя пород (песчаника) на расстоянии около 3,0м и более.

Газодинамические явления в очистных забоях верхнего слоя особо выбросоопасного пласта d_6 происходят вследствие больших площадей обнажения и разгрузки угольного массива, находящегося в нижнем слое пласта, где интенсифицируется трещинообразование.

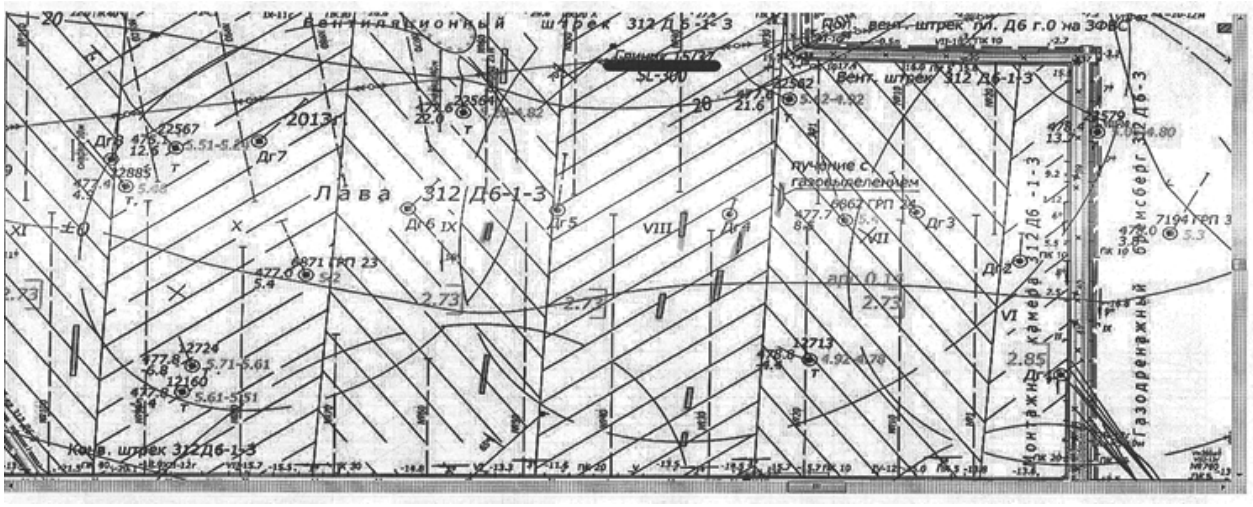


Рисунок 1 - Выкопировка из плана горных работ

Исследования влияния на механизм ВПРП геомеханических факторов показали, что деформации газонасыщенного массива горных пород при их разгрузке слагаются из деформации упругого восстановления и деформаций, возникающих вследствие склонности угля и пород к «набуханию».

Анализ и обобщение проведенных НИЦ «ГеоМарк» исследований позволили представить механизм внезапного разрушения пород почвы следующим образом.

При надработке (разгрузке) пород (угля нижнего слоя пласта), залегающих в почве выработки, если непосредственно в почве выработки располагается пластичный слой (уголь, аргиллит), а под ним породы, обладающие высокими упругими свойствами (алевролит, песчаник). Вследствие склонности пород и угля к упругому восстановлению при разгрузке, на пластичный слой будут действовать силы со стороны разгружаемых пород, стремящиеся прогнуть пластичный слой [2]. При этом в верхней части пластичного слоя возникнут растягивающие напряжения. Если максимальные растягивающие напряжения $(\sigma_x)_{max}$в верхней части неупругого слоя превысятпредел прочности этой породы (угля нижнего

слоя пласта) на растяжение [$\sigma_{расm}$], то произойдет разрыв этого слоя и внезапное разрушение пород почвы (угля нижнего слоя пласта). ·

Если упругие породы или уголь, залегающие ниже неупругого слоя газоносны, то внезапное разрушение пород может сопровождаться выделением газа.

Исходя из представленного механизма, расчетная схема для максимальных растягивающих напряжений в неупругом слое $(\sigma_x)_{max}$ может быть представлена в виде балки, защемленной по краям с равномерно распределенной нагрузкой (Рисунок 2).

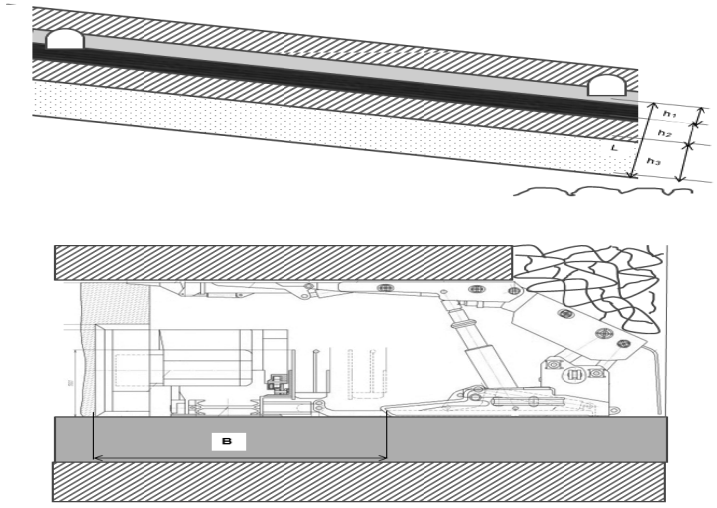


Рисунок 2 – Расчетная схема

При этом величина растягивающего напряжения определяется по формуле

$$(\sigma_x) = \frac{(M_z)_{max}}{W_z}, \text{ МПа} \quad (1)$$

где $(M_z)_{max}$ – изгибающий момент, кг·см:

$$(M_z)_{max} = \frac{qB^2}{12}, \quad (2)$$

W_z – момент инерции, см^4:

$$W_z = \frac{h_1^3}{12f}, \quad (3)$$

где f– величина прогиба пластичного слоя под действием сил, возникающих при упругом восстановлении пород почвы (угля нижнего слоя пласта), см;

B – величина пролета, которая в очистных выработках принимается равной расстоянию от забоя лавы до основания крепи, см;

q – равномерно распределенная нагрузка, в газонасыщенных породах:

$$q=\gamma H+РП, \quad (4)$$

гдеb – ширина пластичного слоя пород, при расчетах принимается в расчетной равной 1

см;

$П$ – пористость породы почвы (угля нижнего слоя пласта) в долях единицы;

h_1 – мощность пластичного слоя, см;

γ – объемный вес пород, кг/см^3;

Подставляя в (1) значения (2), (3) и (4) получим:

$$(\sigma_x) = \frac{(\gamma H + P\Pi) \times B^2 \times f}{b \times h_1^3} \tag{5}$$

Величина прогиба пластичного слоя будет равна сумме абсолютной величины деформации упругого восстановления и деформации расширения от «набухания» пород почвы, и может быть определена по следующей формуле:

$$f = \sum_0^l \frac{\gamma_i \times H_i}{2 \times E_i} \times m_i + \sum_0^l P_i \times \alpha_i \times m_i \tag{6}$$

где l - глубина зоны разгружающего влияния выработки на породы почвы

γ_i - объемный вес пород или угля i-го слоя, кг/см^3;

H_i - глубина от поверхности i-го слоя, см;

E_i - модуль упругости i-го слоя, МПа;

m_i - мощность i-го слоя, залегающего в почве выработки, см;

P_i - давление газа в i-ом слое пород и угля, залегающих в почве выработки, МПа;

α_i - коэффициент линейного расширения i-го слоя вследствие склонности его к «набуханию», принимается равным 0,0005.

Подставляя в (5) значение (6), получим:

$$(\sigma_x)_{max} = \frac{(\gamma \times H \times B + Pm) \times B^2}{b \times h_1^3} \times \left(\sum_0^l \frac{\gamma_i \times H_i}{2 \times E_i} \times m_i + \sum_0^l P_i \times \alpha_i \times m_i \right) \tag{7}$$

Тогда условие возникновения внезапных разрушений математически может быть записано в виде следующего выражения:

где [] - предел прочности на растяжение пластичного слоя, непосредственно прилегающего к почве выработки, МПа.

Параметры, влияющие на развитие ВПРП,можно условно разделить на две группы:

- природные (глубина ведения горных работ, мощность нарушенного слоя угля, мощность крепкого угля в почве выработки, мощность пластичного слоя, мощность упругого слоя пород в почве очистной выработки, прочностные свойства (модуль упругости и предел прочности на растяжение) угля и пород в почве выработки, давление газа)

- технологические (расстояние от забоя очистной выработки до основания крепи, зоны ПГД и зоны влияния скважин ГРП).

Расчетами на численной модели, выполненными ТОО «НИЦ «ГеоМарк»,установлено, что основное влияние на развитие ВПРП оказывают мощность пластичного (неупругого) слоя в почве очистной выработки и расстояние от забоя очистной выработки до основания секций крепи, что в определенной степени подтверждает гипотезу об участии геомеханического фактора при прорывах почвы.

Так, снижение вынимаемой мощности при отработке верхнего слоя пласта и, соответственно, увеличение величины пластичного слоя, приводит к снижению значения расчетных максимальных растягивающих напряжений $\sigma_{раст.}$ на 30-32%; снижение ширины захвата (величина снимаемой стружки за цикл) от 0,63м до 0,50м снижает расчетный показатель $\sigma_{раст.}$ на 17-20%. Одновременное снижение вынимаемой мощности верхнего слоя пласта и снижение ширины захвата приводят к снижению величины $\sigma_{раст.}$ на 40-45%. Таким образом, для снижения опасности ВПРП может быть рекомендовано определение оптимальных технологических параметров при отработке пласта.

Предупреждение прорывов метана с динамическим разломом почвы нижнего слоя пласта также может быть достигнуто за счет дегазации потенциальных источников газовыделения с использованием технологий, обеспечивающих полное соблюдение проектных параметров бурения дегазационных скважин (направленное бурение, контроль длины скважин и др.).

Выводы

Исходя из результатов проведенных ТОО «НИЦ «ГеоМарк» исследований механизма ВПРПпредставляется возможным сделать следующий вывод.

Наибольшее влияние на развитие данного газодинамического явления оказывают горногеологические и геомеханические условия отработки – мощность пластичного слоя, глубина ведения горных работ, мощность упругого слоя пород в почве выработки, прочностные свойства (модуль упругости и предел прочности на растяжение) угля и пород в почве выработки. Возможность увеличения газовыделения определяется мощностью нарушенного слоя угля, мощностьюкрепкого угля в почве выработки и давлением газа в слое перетертого угля.Влияние таких факторов, как глубина ведения работ, физико-механические свойства нижележащих пород, мощность пород в кровле выработки, на процесс ВПРП не столь значительно. Кроме того, управление этими природными факторами практически невозможно.

По результатам ранее проведенных исследований и определения степени влияния различных геологических, геомеханических и технологических факторов на механизм развития внезапных прорывов метана с динамическим разломом почвы выработок в очистных забоях Научно-инженерным центром «ГеоМарк» определены порядок проведения расчетов и построения потенциально опасных зон, разработано специальное программное обеспечение. Разработан и внедрен нормативный документ по безопасной отработке выемочных участков с учетом опасности ВПРП – «Методические указания по безопасной отработке выемочных участков по особовыбросоопасному пласту d6 в части внезапного прорыва метана из нижнего слоя пласта применительно к шахтам «Казахстанская» и им. В.И. Ленина».Документом определены методы расчета и построения опасных по внезапным прорывам метана из нижнего слоя особовыбросоопасного пласта d_6 при отработке выемочных участков на шахтах «Казахстанская» и им. В.И. Ленина, а также предлагаются рекомендации по предотвращению внезапных прорывов метана из нижнего слоя пласта для безопасной отработки выемочных участков по особо выбросоопасному пласту d_6.

Литература

1 Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля и газа// КазНИИБГП: Утв. Мин. энергетики и угольной промышленности РК 21.06.95 г. - Караганда: ДНТИ ГП «Карагандауголь». 1995. – 177 с.

2 Большинский М.И., Лысиков Б.А., Каплюхин А.А. Газодинамические явления в шахтах, Севастополь-Донецк, 2003.

3 Бирюков Ю.М., Пименов А.А. Ходжаев Р.Р. Проблемы техногенных газодинамических явлений. Калининград: КГТУ, 2005. - 200 с.

4 Скляров Л.А., Водолазский В.Т., Шерсткин В.В. Прогноз и предупреждение прорывов метана из почвы горных выработок. – М.: ЦНИЭИуголь. – 1984. – 116 с.

5 Морев А.М., Клойзнер С.М. Внезапные разломы почвы и прорывы метана в выработки шахт.//Уголь Украины, 1983. – №10. – с. 35-36.

6 Бенявски З. Управление горным давлением: Пер. С англ. – М.: Мир, 1990. – 254 с.

7 Свойства горных пород Карагандинского угольного бассейна. Министерство угольной промышленности СССР. Комбинат «Карагандауголь». Карагандинский научно-исследовательский угольный институт (КНИУИ). Караганда, 1972.

8 Классификатор метаноносности угольных пластов Карагандинского угольного бассейна.

References

1 Instrukcija po bezopasnomu vedeniju gornyh rabot na plastah, opasnyh po vnezapnym vybrosam uglja i gaza// KazNIIBGP: Utv. Min. jenergetiki i ugol'noj promyshlennosti RK 21.06.95 g. - Karaganda: DNTI GP «Karagandaugol'». 1995. – 177 s.

2 Bol'shinskij M.I., Lysikov B.A., Kapljuhin A.A. Gazodinamicheskie javlenija v shahtah, Sevastopol'-Doneck, 2003.

3 Birjukov Ju.M., Pimenov A.A. Hodzhaev R.R. Problemy tehnogennyh gazodinamicheskih javlenij. Kaliningrad: KGTU, 2005. - 200 s.

4 Skljarov L.A., Vodolazskij V.T., Sherstkin V.V. Prognoz i preduprezhdenie proryvov metana iz pochvy gornyh vyrabotok. – M.: CNIJeIugol'. – 1984. – 116 s.

5 Morev A.M., Klojzner S.M. Vnezapnye razlomy pochvy i proryvy metana v vyrabotki shaht.//Ugol' Ukrainy, 1983. – №10. – s. 35-36.

6 Benjavski Z. Upravlenie gornym davleniem: Per. S angl. – M.: Mir, 1990. – 254 s.

7 Svojstva gornyh porod Karagandinskogo ugol'nogo bassejna. Ministerstvo ugol'noj promyshlennosti SSSR. Kombinat «Karagandaugol'». Karagandinskij nauchno-issledovatel'skij ugol'nyj institut (KNIUI). Karaganda, 1972.

8 Klassifikator metanonosnosti ugol'nyh plastov Karagandinskogo ugol'nogo bassejna.

ӘОЖ 622.831.322.327

Резюме

АсаиновС.Т., Ходжаев Р.Р., ГабайдуллинР.И.
(Ғылыми-инженерлик орталығы «ГеоМарк» ЖШС
Қарағанды к., Қазақстан Республикасы)

ҚАРАҒАНДЫ БАССЕЙН ШАХТАЛАРЫНДА ТАЗАЛАУ ҚАЗБАСЫН ЖОҒАРЛАТУ ГАЗ ЕРЕКШЕЛЕУМЕН ТОПЫРАҚТЫҢ ОҚЫС ЖАРЫП ӨТУІН ЗЕРТТЕУ

Мұндай авариялардың салдары көптеген адам өліміне әкеледі, көмір шахталарындағы газ-динамикалық құбылыстар апатының салдары болуы жиі болып табылады, сондай ақ, ең қауіпті техногендік авариялар ретінде жіктелуі мүмкін. Осыған байланысты, болжау проблемасы тау-кен ғылымы алдында тұрған өте өзекті міндет болып табылады.

Түйінді сөздер: метанның кенет бұзылған жерлері, пластикалық қабаты, беріктік қасиеттері, топырақ үрлеу, ерекше қауіпті лақтыру қабаты,ең жоғары кернеу.

UDC 622.831.322.327

Summary

Asainov S.T., Khojayev R.R., Gabaidullin R.I.
(Research-engineering Centre «GeoMark» LLP
Karaganda, Republic of Kazakhstan)

RESEARCHESOFSUDDENBREAKSOFTHESOILWITHTHEINCREASEDGASEMISSIONINTHE CUTTER-LOUDING FACES ONMINESOFTHEKARAGANDABASIN

Gas-dynamic phenomena in coal mines can be classified as the most dangerous man-made accidents, as is often the consequences of such accidents have disastrous consequences in many human casualties. In this regard, the problem of forecasting is very urgent task facing the mining science.

Keywords: sudden methane inrush, plastic layer, strength properties, soilraising, specifically outburst-danger coal bed, the maximum tensions.

УДК 622.504

Бутаков А.В.
(ТОО «Горное бюро», Алматы, Казахстан)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОСВОЕНИЯ СРЕДНИХ И МЕЛКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАЗАХСТАНА

Аннотация

В докладе изложены вопросы оценки степени воздействия нового горного предприятия на окружающую среду с учетом региона расположения, природных и климатических условий, технологий добычи и переработки руды, а также порядка управления отходами. Проведен анализ природоохранных мероприятий при отработке железорудного месторождения Бапы.

Ключевые слова: *воздействие нового горного предприятия на окружающую среду, природоохранные мероприятия на месторождении Бапы.*

Түйінді сөздер: *қоршаған ортаға жаңа тау-кен орнының әсері, Вару кен орнында табиғатын сақтау жөніндегі іс-шаралары.*

Keywords: *new mining enterprise influence on environment, environmental activities at Bapy deposit.*

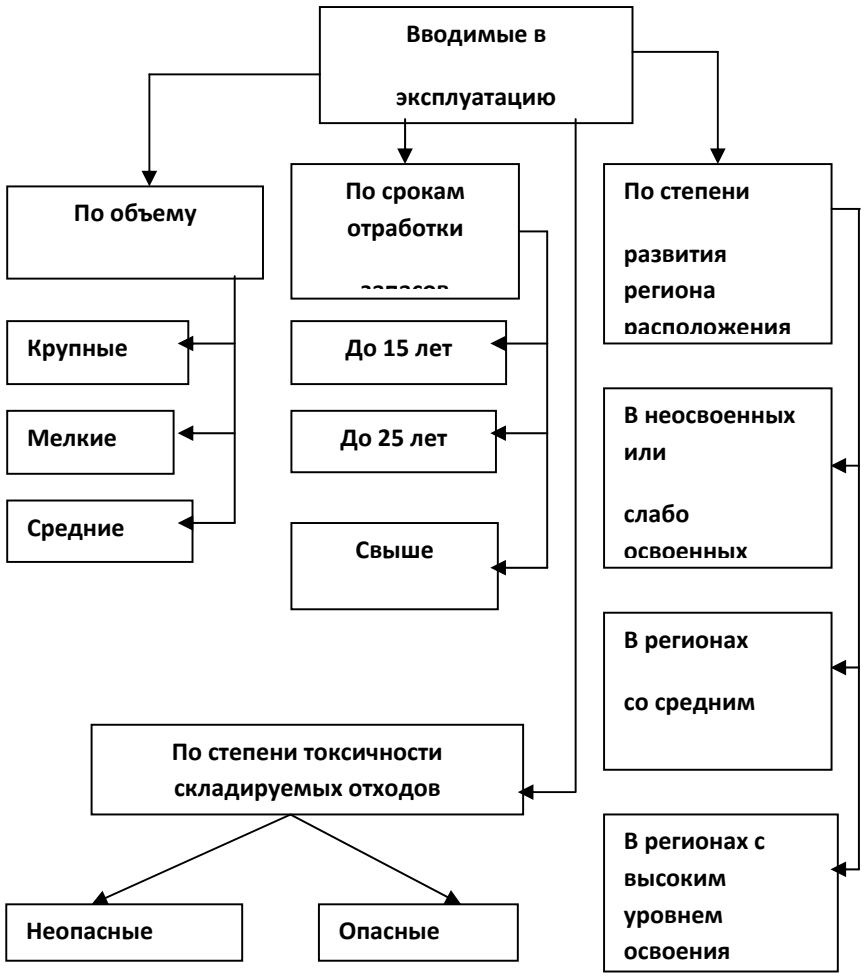
Человечество на сегодняшний день не может обойтись без добычи и переработки полезных ископаемых в больших объемах, что, несомненно, негативно влияет на окружающую среду. Рациональное природопользование, в целом, и недропользование, в частности, всегда было и будет своего рода компромиссом между необходимостью в использовании природных ресурсов для производства продуктов и товаров потребления и объективными требованиями по защите окружающей среды. Поэтому необходимо разумное использование природных ресурсов и постоянное осуществление мер экологической безопасности, в том числе развитие малоотходных и безотходных технологий, а также осуществление прямых мероприятий по охране окружающей среды.

Реализация горных проектов всегда связана с экологическим риском. Это понятие является достаточно новым для казахстанского законодательства и общества в целом. В Экологическом Кодексе Республики Казахстан [1]экологический риск определяется как вероятность неблагоприятных изменений состояния окружающей среды и (или) природных объектов вследствие влияния определенных факторов. Оценка экологического риска для вводимых в эксплуатацию новых месторождений должна дать ответ: насколько технологические процессы добычи полезного ископаемого повлияют на все элементы биосферы (атмосферный воздух, растительный и животный мир, почвы) и, соответственно, на качество жизни людей в регионе их расположения.

Учитывая, что запасы крупных месторождений полезных ископаемых в Казахстане уже в значительной степени отработаны, в последнее десятилетие начали вводиться в эксплуатацию новые месторождения, которые являются дополнительными источниками нарушений и загрязнений экологии регионов, существенно изменяяих экологический баланс. Введенные в эксплуатацию месторождения, как правило, являются средними и мелкими и отрабатываются открытым способом. На рисунке 1 представлена классификация вводимых в эксплуатацию новых месторождений с учетом их воздействия на окружающую среду.

Степень воздействия эксплуатируемого месторождения на окружающую среду зависит от региона его расположения, природных и климатических условий, технологий добычи и переработки руды, а также порядка управления отходами.

От объема запасов месторождения зависит производственная мощность горного предприятия и срок его работы, следовательно, и масштабы его вредного воздействия на окружающую среду.



Разработано автором

Рисунок 1 – Классификация вводимых в эксплуатацию новых месторождений с учетом экологического фактора

С экологической точки зрения весьма важными являются характеристики добываемого полезного ископаемого, связанные с их токсичностью, поскольку при разработке токсичных и радиоактивных полезных ископаемых требуются дополнительные меры экологической безопасности, например, создание специальных полигонов для складирования отходов, дополнительные меры по контролю состояния элементов биосферы.

Характеристика региона расположения нового предприятия также весьма важна, поскольку в неосвоенных или слабо освоенных регионах вредное воздействие на окружающую среду будет непосредственно связано с технологическими процессами отработки месторождения, тогда как в районах, где расположены другие промышленные предприятия, необходимо учитывать совокупное воздействие на окружающую среду всех производств в комплексе. Не исключено, что с началом отработки нового месторождения совокупное воздействие на окружающую среду по каким-либо загрязняющим веществам в регионе значительно превысит ПДК, что потребует принятия дополнительных мер по снижению выбросов и, соответственно, существенно повлияет на рентабельность горного производства.

К новым, введенным в эксплуатацию в последние годы месторождениям относится расположенное в Карагандинской области железорудное месторождение Бапы, весь цикл работ по освоению которого был осуществлен ТОО «Горное бюро».

Месторождение расположено в слабо освоенном регионе Центрального Казахстана. Оно находится в зоне полупустынного ландшафта с мелкосопочным рельефом, с засушливым климатом со среднегодовым количеством осадков от 50 мм до 260 мм, большая часть которых выпадает в виде дождя, частично – в виде снега в октябре-ноябре.

Климат района резко континентальный. Постоянные ветры с преобладанием северо-восточных со скоростью 6-8 м/с сопровождаются явлением дефляции (ветровой эрозии). Район засушливый, дефицитный по гидроресурсам. Основными поверхностными водными источниками в районе месторождения являются: родник 1 – на западе на расстоянии 1,2 км; родник 2 – на севере (4,5 км); ручей на юго-западе (5,5 км); река Акбулак – на северо-востоке (12,5 км); река Моинты – на юго-востоке (22,5 км) [2].

Сельское хозяйство развито крайне слабо. Промышленные предприятия в районе отсутствуют. Постоянное население проживает на разъездах и станции Мойынты. Слабая заселенность и освоенность территории обусловлена скудностью биосферного потенциала и отсутствием промышленных производств.

Месторождение относится к средним по запасам, залегает близко к поверхности и отрабатывается открытым способом. Основными источниками выбросов вредных веществ в атмосферу являются:

- буровзрывные работы, погрузочные и разгрузочные работы (Рисунок2);
- процесс отвалообразования;
- транспортирование руд и пород вскрыши автотранспортом.

Рисунок 2 – Выбросы в атмосферу при взрывных работах на месторождении Бапы

В процессе эксплуатации месторождения Бапы общая площадь нарушенных земель составит 542 га. В первоначальный период отработки карьера вскрышные породы использовались для отсыпки оснований автомобильных дорог, планирования площадок проектируемых объектов. Учитывая, что территория, нарушаемая карьером, до его разработки использовалась как пастбищные угодья низкой продуктивности, предусматривается технический этап рекультивации. Карьер, подлежащий рекультивации, после полной отработки железных руд будет представлять собой выемку глубиной 266 м, площадью 75,6 га.

Согласно Экологическому кодексу Республики Казахстан, все организации, относящиеся к I, II и III категориям опасности, обязаны выполнять программы внутреннего операционного мониторинга.

План природоохранных мероприятий ГОКа Бапы составляется на два года и согласовывается в разрешительных органах. По данным экологической службы ГОКа Бапы он включает следующие мероприятия.

Пылеподавление при бурении, формировании отвала, орошение внутрикарьерных дорог и забоев – эти мероприятия направлены на защиту воздушного бассейна и осуществляются регулярно в сухой и теплый период времени.

Проведение работ по предотвращению и снижению выбросов, загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников, (например, замена защитного покрытия на КДСО).

Инструментальный контроль за состоянием атмосферного воздуха на границе СЗЗ – осуществляется в рамках выполнения программы производственного контроля во 2 и 3 квартале (относительно сухой и теплый период).

Организация мероприятий по увеличению эффективности малых резервных емкостей, своевременный вывоз стоков – осуществляется постоянно в рамках выполнения программы производственного контроля.

Мероприятия по рациональному использованию земельных ресурсов, снятие и сохранение плодородного слоя почвы – выполняются в рамках соблюдения экологических норм. Снятие плодородного слоя почвы было завершено в 2008 г., стоит задача сохранить его для проведения рекультивационных работ после завершения отработки месторождения.

Проведение работ по оценке состояния земель, мониторинг состояния почв на границе СЗЗ осуществляется в рамках выполнения программы производственного контроля.

Проведение мероприятий, направленных на предотвращение загрязнения подземных вод при эксплуатации скважины.

Озеленение территории ГОКа осуществляется в рамках требований экологического контроля в теплый период времени.

Вывоз и захоронение бытовых отходов – осуществляется постоянно по договору.

Радиационный контроль территории, а также радиационный контроль породы и руды осуществляется 1 раз в год. Учитывая, что ГОК Бапы разрабатывает железорудное месторождение, дополнительного проведения радиационного контроля не требуется.

В 2012 г. было осуществлено проектирование нормативов предельно-допустимых сбросов в пруд-испаритель, проведение анализов сточных вод, что весьма важно для предотвращения ими загрязнения окружающей среды.

С 2013 г. осуществляется сбор, учет и своевременная сдача специализированным организациям отходов производства.

В 2014 г. была создана режимная сеть для наблюдения за состоянием подземных вод.

Предприятие ежегодно получает разрешения на эмиссии. Превышений разрешенных объемов загрязнения до настоящего момента не было зафиксировано.

На предприятии расположены 2 накопителя промышленных отходов: отвал вскрышных пород и хвостохранилище хвостов сухой магнитной сепарации. В таблице 1 представлена информация по этим накопителям.

Вскрышные породы месторождения Бапы представлены скальными породами: гранитами, риолитами, пироксеновыми роговиками, ороговикованными песчаниками.

Хвосты обогащения представлены отсевным песком с содержанием до 12% пылеватых частиц.

Общий объем накопленных отходов за 2014 год составляет 8087,915 тыс. тонн.

Очень серьезным является вопрос повышения квалификации персонала по охране окружающей среды. Для улучшения работы по повышению квалификации кадров целесообразно разработать специальную программу с учетом реальной потребности ГОКа.

Таблица 1 – Характеристика накопителей промышленных отходов ГОКа Бапы

Накопитель и вид отходов	Общая площадь нарушенных земель на 01.01.2015 г., га	Фактический объем размещения отходов за 2014 года, тыс. тонн
Отвал вскрышных пород, породы вскрыши	42,0	7022,285
Хвостохранилище, хвосты обогащения	11,7	1065,630

Примечание: Таблица составлена по данным отчетности ГОКа Бапы

Анализ накопленных данных по вопросам охраны окружающей среды ГОКа Бапы показал, что программа экологического контроля этого предприятия представляет собой сочетание производственной политики, методики и практики. В программе последовательно

определяются основные вопросы, которые необходимо решать с учетом изменения обстоятельств, непредвиденных событий и результатов экологического мониторинга.

Литература

1 Экологический Кодекс Республики Казахстан от 9 января 2007 г. № 212-III ЗРК.
2 ТОО «Горное бюро» – наш вклад в развитие черной металлургии Казахстана / под редакцией А.И. Едильбаева. – Алматы, 2014. – 184с.

References

1 Environmental Code of the Republic of Kazakhstan January, 9, 2007. No. 212-III ZRK.
2 ТОО «Gornoe Buro» – our contribution to the development of the ferrous metallurgy of the Republic of Kazakhstan / under edition of A.I. Yedilbayev. – Almaty, 2014. – 184 p.

ӘОЖ 622.504

Резюме

Бутаков А.В.
(ЖШС «Горное бюро», Алматы, Қазақстан)

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОРТА ЖӘНЕ ҰСАҚ КЕН ОРНЫҢ ИГЕРУ ЖОЛЫНДА ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІГІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ

Баяндамада осы сұрақтары корсетелген: қоршаған ортаға жаңа тау кәсіпорынды әсерің бағалау аймағы, табиғи және климаттық шарттар, технология және кеннің қайта isdeyi, қалдықтарды басқарудың тәртібі. Бапы теміркенің игеруде табиғат қорғау шараларды талдауы.

*Түйінді сөздер**:** қоршаған ортаға жаңа тау-кен орнының әсері, Бапы кен орнында табиғатын сақтау жөніндегі іс-шаралары.*

UDC 622.504

Summary

Butakov A.V.
(“Gornoe buro” LLP, Almaty, Kazakhstan)

ENSURING ECOLOGICAL SAFETY OF DEVELOPMENT OF AVERAGES AND SMALL FIELDS OF KAZAKHSTAN

In the paper problems of level evaluation of new mining enterprise influence on environment are presented with due account of region of its location, natural and climatic conditions, technologies of ore mining and processing and the procedure for waste management. Analysis was carried out environmental activities when Bapy iron-ore deposit mining.

Keywords: new mining enterprise influence on environment, environmental activities at Bapy deposit.

УДК 622.86

Айтжанова Д. А., Жалгасулы Н.
([1] Институт экономики МОН РК, [2]Институт горного дела им. Д.А. Кунаева, г. Алматы РК)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ ПРИРОДНО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО КОМПЛЕКСА КАЗАХСТАНА С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Аннотация

В работе рассмотрены основные факторы комплексного освоения природно-ресурсного потенциала минерально-сырьевого комплекса Казахстана в целом и горно-металлургического - в частности. Обоснованы методологические положения повышения эффективности функционирования отраслей реального сектора страны с учетом экологических направлений.

Ключевые слова: *минеральное сырье, экономика, экология, эффективное использование*

Түйінді сөздер: *техногендік шикізат, экономика, экология, тиімді игеру.*

Keywords: *mineral resources, economy, ecology, effective use*

Выдвинув «План нации 100 конкретных шагов дальнейшего государственного строительства», ориентированный на осуществление пяти институциональных реформ, Глава нашей страны утвердил новую парадигму модернизационно-инновационного прорыва базовых секторов национальной экономики. Данный документ, названный Г. Грефом [1] «революционной программой», является ответом на глобальные и внутренние вызовы мировой экономики. Реализация данной программы представляется действенным руководством по вхождению нашей страны в 30 развитых стран мира [2].

Законы цикличности развития мировой экономики распространяются и на один из основных ее секторов – минерально-сырьевую базу. По мнению международных аналитиков, если в промышленности циклы составляют 20–25 лет, то в горнодобывающей отрасли этот период удваивается, и очередной пик в добыче полезных ископаемых наступает через 40–50 лет.

Для XX в. были характерны весьма высокие темпы добычи минерального сырья. В настоящее время ежегодно из недр извлекается 1100 млн. т железной руды, 10 млн. т меди, 18 тыс. т серебра, 2500 т золота [3].

Минерально-сырьевой комплекс (МСК) имеет для страны стратегическое значение, так как составляет до 70% ВВП и значительную часть валютных поступлений. Казахстан является крупным экспортером энергетического сырья, черных, цветных, благородных металлов. В частности, на Казахстан приходится 41% добываемых в мире урана и 16% хрома. Гармоничное развитие минерально-сырьевого комплекса в значительной мере является залогом устойчивости экономики РК. Пока в этой сфере существует немало проблем, связанных как с несовершенством законодательства и системы управления, так и со структурными особенностями казахстанской минерально-сырьевой базы и добывающей промышленности [4-6]. Решение проблем повышения эффективности МСК осложняется тем, что для современной системы менеджмента в комплексе характерно то, что основные ее функции находятся на государственном уровне власти. У субъектов государства отсутствуют полномочия, обязанности и ответственность за состояние и использование МСБ. В отличие от развитых стран в стране и регионах фактически отсутствует долгосрочная стратегия развития МСК в целом и ГМК в частности, в т.ч. программа геологического изучения территории страны, ориентированной не только на внешний рынок, но и создание эффективной базы для удовлетворения внутренних потребностей и учитывающей особенности социально-экономического развития субъектов РК и т.д. Существующий механизм повышения эффективности МСК не отражает пути достижения поставленных целей, формы реализации и др.

По различным оценкам минерально-сырьевой базы, в Казахстане доля горно-металлургической отрасли в общем объеме промышленного производства составляет 17,5%. По богатству недр и разнообразию минеральных ресурсов Казахстан входит в первую десятку стран и занимает 1-е место по балансовым запасам вольфрама, 2-е – по урану и хромовой руде, 4-е – по золоту и марганцу, 5-е – по свинцу и цинку, 6-е – по железной руде, 8-е – по углю, 10-е – по олову и титану и т. д. [7]. Страна занимает 1-е место в мире по запасам хромитов, а также располагает 18% общемировых запасов марганца, 6% железа, 6% меди и 1% бокситов. Доля республики в глобальном объеме добычи хромитов составляет 15%, марганца - 5%, меди - 4%, бокситов - 2%, железа - 2% [8].

Доля добычи металлических руд равняется 3,8%, добычи железных руд - 1,5%, добычи руд цветных металлов - 2,3%, металлургической промышленности - 11,8%, производства готовых металлических изделий - 1,2%. При этом на долю металлургии приходится свыше 35% всего объема обрабатывающей промышленности. Доля Казахстана в мировом объеме добычи меди составляет 4%, бокситов - 2%, железа - 2%, марганца - 5%, хромитов - 15% [9]. Наиболее значительны запасы углеводородов, урана, угля, черных металлов, которые при рациональном их использовании могут длительное время представлять основу социально-экономического развития РК (по различным оценкам) от 50-80 (углеводороды, хром, железо) до 100 и более лет (уран, уголь, марганец).

И это при том, что запасы цветных и благородных металлов, составляющие в настоящее время значительную долю экспорта, ограничены и могут быть отработаны за 12-15 лет. Не обеспечена промышленность Казахстана сырьевыми ресурсами магния, тантала и ниобия. По качеству руд Казахстан уступает основным мировым производителям. Большая доля запасов низкого качества является основной причиной того, что в эксплуатацию на настоящий момент вовлечены только 35% разведанных запасов.

Дефицит восполнения балансовых запасов, наблюдаемый в последнее десятилетие, может явиться серьезным препятствием для стабильного развития отечественного ГМК. Поэтому основной задачей становится укрепление геологоразведочной отрасли с учетом трансферта передовых технологий и разработки глубинных недр.

Горно-металлургический комплекс является стратегически важным и социально-ориентированным сектором экономики Казахстана, от которого зависит развитие регионов, моногородов, занятость и снижение безработицы, а также социальная, производственная и транспортная инфраструктуры. В ГМК сейчас занято около 300 тыс. чел. (основного персонала), в том числе более 87 тыс. – в металлургии.

В силу исторически сложившихся особенностей крупные вертикально-интегрированные горно-металлургические предприятия республики ориентированы лишь на выпуск первичных металлов (в цветной металлургии - медь, цинк, свинец, алюминий, в черной - прокат четвертого передела) [10], основная часть которых (95%) экспортируется, на внутренний рынок поступает лишь порядка 25%. В стоимостном выражении экспорт в ГМК составляет $8,5 млрд., а импорт - $6 млрд. (Е. Больгерт. вице-президент Союза товаропроизводителей и экспортеров РК). ГМК РК оказывает существенное влияние на формирование макроэкономических показателей. Крупные компании в ГМК объединены в единый технологический цикл: от добычи руды до производства металлов, электроэнергии и сопутствующей продукции [11].

В структуре производства преобладают сырьевые товары и полуфабрикаты, которые перерабатываются за рубежом и вновь импортируются в Казахстан в виде готовых изделий. По мнению экспертов АИРИ, это говорит о росте значения сырьевого сектора - за счет вымирания высокопередельных отраслей.

Анализ инвестиционных проектов в разрезе переделов показывает, что 32 из них реализуются в горнодобывающей отрасли, в том числе 13 - в добыче и 19 - в секторе первичной переработки и обогащения. Металлургическую отрасль представляет 51 проект, из них 10 обеспечивают получение первичного металла, 16 - сплавов и 25 - проката и металлических изделий. В распределении инвестиций по-прежнему прослеживается преимущественно сырьевая направленность, поскольку первые три нижних передела составляют почти 90% от общего объема капиталовложений. Структура инвестиций выглядит следующим образом: 46% проектов реализуются в горнодобывающем секторе

(добыча руд, строительство и развитие рудников), 28% приходится на сооружение обогатительных фабрик, производство концентратов и брикетов, по 5% — на производство проката и выпуск готовых металлических изделий. В целом в горнодобывающий сегмент направлено 1189,1 млрд тенге, в то время как в металлургию только 721,2 млрд тенге.

Стабильный рост объема производства металлургической промышленности во многом обеспечивается благодаря реализации программы ФИИР и запуску проектов, включенных в Карту индустриализации. За 2010-2013 гг. завершено 50 инвестиционных проектов стоимостью 689,5 млрд. тенге с созданием более 15 тыс. рабочих мест. Из них 27 проектов на сумму 322,8 млрд. тенге - в черной металлургии и 23 проекта на сумму 366,7 млрд. тенге - в цветной. Однако при этом на начальном этапе отмечается неполная загруженность производственных мощностей вновь запущенных объектов (42%). По оценкам КИРИ, с выходом предприятий на средний и высокий уровень загрузки (до 88%) объем производимой продукции в 2019 г. может увеличиться почти в 4,5 раза к уровню 2011 г. [12].

Существующий круг проблем ГМК имеет широкий спектр, но к основным из них следует отнести:

- истощение минерально-сырьевой базы;
- опережение погашения запасов в сравнении с темпами воспроизводства;
- низкая комплексность использования сырья;
- высокая степень износа основных производственных фондов и, как следствие техкнико-технологическое отставание;
- сверхнормативное загрязнение окружающей среды;
- отсутствие интегрированных комплексов с полным циклом производства: от добычи до выпуска продукции с высокой степенью товарной готовности;
- малая емкость и рассредоточенность внутреннего рынка;
- значительная энерго-, трудо- и материалоемкость продукции;
- незначительный объем производства продукции высоких переделов и вкупе с этим низкий уровень внедрения инновационных разработок;
- значительный объем экспорта сырья;
- дефицит финансирования НИОКР;
- неразвитость транспортной и энергетической инфраструктур;
- недостаточную обеспеченность предприятий ломом и металлическими отходами.
- низкий уровень использования техногенных отходов и др.

В условиях затянувшегося финансового кризиса горно-металлургический комплекс (ГМК) Казахстана и его подотрасли переживают один из сложных периодов своего функционирования. В кругу инновационно-инвестиционных факторов повышения конкурентоспособности производства готовой металлопродукции особая роль принадлежит организационно-экономическому механизму управления комплексом. Успешное его использование представляет магистральный путь экономического оздоровления, стабилизации и устойчивости развития ГМК, снятия социальной напряженности в регионах и стране в целом. Одним из главных вопросов при принятии решений относительно будущего металлургического производства является вопрос о совершенствовании управления комплексом, что определяет эффективность адаптации его субъектов к воздействию факторов микро- и макросреды. В связи с этим необходимо и приоритетно совершенствование методических подходов к обоснованию использования экономических и экологических рычагов, направленных на экономически эффективное, экологически безопасное и социально ориентированное использование природно-ресурсного потенциала базовых отраслей реального сектора национальной экономики.

Особенности организационно-экономического механизма управления в ГМК, прежде всего, должны исходить из основного принципа, который состоит в обеспечении интегрированного характера функционирования отрасли в целом, включающего природно-ресурсную, технико-технологическую, инвестиционно-инновационную, экономическую, экологическую, социальную и информационную составляющие.

Исходя из этого организационно-экономический механизм ГМК можно представить как совокупность взаимосвязано и согласованно функционирующих форм/звеньев/процессов и методов осуществления его деятельности, мероприятий, формирующих потенциал отрасли

с учетом социо-эколого-экономических отношений и макроэкономической ситуации в экономике в целом, включая конъюктуру на сырье и готовую продукцию на мировых рынках, спрос на сырье и готовые метизы, качество государственного регулирования отраслью, инвестиционный климат, проблемы налогообложения, уровень развития инфраструктуры рынков сырья, металлов, капитала, межотраслевых связей, распределение доходов, соблюдение экологических критериев и принципов экологической безопасности. В составе предлагаемого механизма нами особо выделены ресурсная, правовая, организационная, экономическая и экологическая составляющие (табл. 1).

Таблица 1 – Основные составляющие механизма функционирования ГМК РК

Составляющие	Содержание и функции
Ресурсная	обусловливает наличие необходимого и достаточного запаса исходного сырья кондиционного качества, это основной параметр бесперебойного функционирования ГМК
Правовая	исходит из *з*аконодательной базы государственного регулирования и имеет важное значение для ГМК
Организационная	основывается на *с*истемном использовании всех экономических факторов с целью обеспечения эффективного производства готовой продукции при соблюдении основных принципов (стабильность выпуска продукции, высокое качество сырья и продуктов его переработки, оптимизация издержек, высокий уровень доходности, инновационная политика)
Экономическая	зависит от качества исходного сырья, от которого в свою очередь зависят цены на готовую продукцию, Здесь роль государственного регулирования более значима по сравнению с другими отраслями. Динамика развития ГМК определяется множеством факторов (производственный потенциал, состояние внешней среды, государственная политика в отрасли, маркетинговая, инновационная стратегия, управление процессами и т.д.). В последние годы отрасли наблюдался явный сдвиг от стратегии инвестирования внешнего роста к внутренней оптимизации капитала [13]
Экологическая	способствует выработке зеленых ориентиров деятельности ГМК и включает такие факторы, как использование возобновляемых природных источников энергии и исходного сырья на основе инновационных технологий, экологическая безопасность, разработку систем управления техногенными отходами, соблюдение параметров жизнеобеспечения в регионах действия субъектов ГМК

В дополнение к экологическому направлению механизмов деятельности ГМК необходимо отметить, что по данным МИТ, в 2012 г. было собрано в целом 3,5 млн. т металлолома, из которых 2 млн. т переработано (при существующей потребности в 2,8 млн. т), а 780 тыс. т вывезено за пределы Казахстана [14]. По данным АГМП, причина дефицита металлолома в том, что ломозаготовители продают его за границу (в основном в страны СНГ и ЕС), что приводит к ухудшению ситуации на крупных металлургических предприятиях страны и сокращению производственных мощностей. С учетом реализации инвестиционных проектов в ГМК в 2015 г. потребность в металлоломе достигнет 5,9 млн. т, а дефицит черного лома на внутреннем рынке составит от 1,6 до 2,8 млн. т. По оценке Министерства индустрии, за экспорт не лома, а готовых изделий государство сможет получить в 4 раза больше прибыли. Поэтому речь идет о необходимости промышленной переработки

металлолома в стране, что предполагает строительство новых заводов, поскольку действующие не справляются даже с имеющимся объемом ломозаготовок.

В настоящее время государственным кадастром учтено 906 объектов техногенных отходов, из которых 200 объектов заскладировано до 30.05.1992 г. и являются госсобственностью; 326 осуществляют накопление отходов; 360 заскладировано после 30.05.1992 г. и являются собственностью недропользователя [15]. Объемы отходов по регионам распределяются следующим образом (табл. 2):

Таблица 2 - Распределение отходов по регионам РК

Регионы	Процентное соотношение к объему отходов по стране
ВКО	золота 82% и 70% полиметаллов
Карагандинская обл.	меди – 96% и вольфрама 100%
Костанайская обл.	железа-марганца 72%
Акмолинская обл.	урана 99%
Актюбинская обл.	99% хрома и никеля 100%
Павлодарская обл.	100% бокситов
Жамбылская обл.	99% фосфоритов и 100% баритов

Составлено авторами по источнику: http://gmprom.kz/ru/main/programs/?doc=1076
Редкоземельные металлы.

Негативная ситуация в системе управления техногенными отходами свидетельствует о несовершенстве процессов менеджмента в сфере утилизации отходов ГМК, а это едва ли не самый важный сектор механизма управления отраслью как с позиций воспроизводства сырьевой базы, так и с позиций решения социальных вопросов в регионах и обеспечения экологической безопасности на местах.

Организационно-экономический механизм управления деятельностью ГМК должен основываться на долгосрочном прогнозе тенденций его развития с конкретизацией перспектив на каждом из этапов его деятельности и обусловливать выработку и реализацию стратегических решений по использованию имеющегося потенциала в интересах функционирования отрасли и общества в целом. При этом правомерно учитывать перспективные тенденции развития мирового минерально-сырьевого комплекса, анализ и изучение которых позволит правильно выстроить стратегию деятельности отечественных компаний, а также органов государственного управления.

По мнению аналитиков, основной причиной дестабилизации функционирования ГМК в настоящее время является несовершенство научно-обоснованной государственной политики управления. Отдельные программы по стабилизации и развитию отрасли не могут устранить коренные препятствия на пути достижения целей. С учетом этого важными задачами стабилизации и устойчивого развития ГМК представляются:

- научное обоснование и формирование организационно-экономических условий развития ГМК на перспективу;
- разработка инструментария оздоровления финансового состояния субъектов ГМК;
- обоснование оптимальных ценовых соотношений между ГМК и потребителями;
- формирование рыночной инфраструктуры с доминирующей долей государственного заказа на продукцию отрасли, обеспечивающего гарантированную ее реализацию.

В соответствии с этим методы государственного регулирования процессов развития ГМК должны концентрироваться на следующих направлениях:

- использование механизмов госзакупок, создание госрезервов, проведение залоговых операций, использование интервенционных, залоговых и гарантированных цен;
- законодательное закрепление механизма государственного мониторинга развития отрасли, включая ценовый мониторинг на государственном и региональном уровнях;
- разработка механизмов реструктуризации субъектов ГМК, концентрации средств производства и ресурсов в руках эффективных собственников;

- совершенствование внешнеторговой политики, с учетом импортных и экспортных пошлин и квот;

- проведение эффективной политики недропользования с учетом принципов эксплуатации ресурсов недр посредством прав распоряжения государственной собственностью, принципов налогообложения и др.;

- проведение единой технологической политики в ГМК через поддержание государственного недропользования, установление отраслевых стандартов, системы подготовки и переподготовки кадров;

- информационное обеспечение в условиях ГМК;

- разработка и реализация единой финансовой политики обеспечения условий функционирования отрасли;

- реализация системы венчурного финансирования посредством создания специализированных венчурных металлургических фондов, имеющих льготное налогообложение.

Поскольку дальнейшее развитие ГМК будет происходить в условиях жесткой конкурентной борьбы за рынки сбыта продукции, следовательно, это обусловливает необходимость превентивных научно-прикладных и организационных мер по обеспечению устойчивыми источниками сырья, повышению качественных показателей и конкурентоспособности произведенной продукции для стабильного удержания внутренних рынков и выхода на внешние рынки сбыта. Причем, когда речь идет об удержании и завоевывании новых рыночных ниш немаловажно, что для успешного вхождения отечественных металлопроизводителей, прежде всего, в мировой рынок необходимо привести нормативную документацию, ГОСТы, стандарты, технические условия и т.д. в соответствие с требованиями ЕС, ВТО и другими международными союзами. Усиление роли науки и специалистов также является одним из основных условий дальнейшего развития, повышения конкурентоспособности национальной металлургии.

Развитие ГМК должно определяться при помощи совокупности прогностических критериев, характеризующих его перспективное развитие, а осуществляться – посредством целенаправленных качественных изменений состава элементов, связей и функций, формирующих производственные системы отрасли в целом.

При формировании организационно-экономического механизма ГМК необходимо учесть зеленые параметры его функционирования, поскольку для отрасли основная проблема состоит в дальнейшем снижении эффективности природопользования и усилении техногенного давления на природную среду, происходящие в условиях несоответствия имеющегося природно-ресурсного потенциала типу его функционального использования. Снижение эффективности природопользования выражается в следующем:

- в сохранении длительных тенденций загрязнения природной среды горнопромышленных регионов и ухудшения параметров жизнеобеспечения населения;

- в продолжающемся нерациональном использовании природных ресурсов с нарушением нормативных показателей использования и воспроизводства природно-ресурсного потенциала регионов размещения субъектов ГМК РК;

- в дальнейшем снижении управляемости системой регионального природопользования в рамках функционирования металлургического производства.

Экологическая составляющая является неотъемлемой частью развития ГМК, представляя систему регуляторов и ограничений регионального ресурсо- и природопользования. Для сохранения природно-ресурсного потенциала горнопромышленных провинций страны необходима разработка специфических эколого-экономических программ, имеющих законодательно-правовую основу, неукоснительную для исполнения всеми хозсубъектами. В организационно-экономическом механизме управления функционированием горнопромышленных отраслей должны быть представлены стратегические цели природопользования в отраслях-недропользователях и главные направления экологической политики как средства их достижения. Политика природо- и ресурсопопользования должна базироваться на следующих основных природоохранных и экологических принципах осуществления производственных процессов:

- прогнозирования воздействия всех видов хозяйственной деятельности на качество природной среды и здоровье населения;

- ориентация, прежде всего, на разработку и внедрение экологически чистых технологий, на строительство природоохранной инфраструктуры (очистных сооружений и т.д.), а не преодоление отрицательных экологических последствий;

- эколого-экономической оптимизации национальной системы природо- ресурсо- и недропользования.

Механизмами осуществления экологической политики в ГМК могут быть:

- единая технологическая политика, ориентированная на снижение ресурсо– и энергоемкости производства, рациональное использование вторичных ресурсов;

- структурные изменения, направленные на соответствие природно-ресурсного потенциала ГМК его социально-экономической специализации;

- создание комплексной системы рационального природо- и ресурсопользования на государственном и региональном уровнях;

- инвестиционная поддержка современных эффективно чистых технологий.

Для ГМК применима такая стратегия устойчивого развития, которая позволяет сохранять природно-ресурсный потенциал, восстанавливать нарушенную среду обитания и использовать дефицитные возобновляемые ресурсы.

Важным фактором регулирования пределов использования ресурсов является установление экологических ориентиров с признанием невозможности нерационального и неэффективного расширения его природно-ресурсного потенциала. В целом, экологическая стратегия ГМК может быть сформулирована как улучшение качества окружающей среды до нормы, повышение эффективности природопользования при недопущении/сглаживании противоречий между имеющимся природно-ресурсным потенциалом и типом/режимом его использования на фоне устойчивого экономического развития.

Таким образом, настоятельная необходимость сегодня видится в формировании эколого-экономической программы развития отечественного минерально-сырьевого комплекса. Это важно для того, чтобы приостановить экологический кризис и дать стимулы для осуществления программных целей устойчивости развития отраслей реального сектора национальной экономики в условиях новых глобальных вызовов современности.

Литература

1 http://bnews.kz/ru/news/post/270936/ 5 реформ Г.Греф: «100 шагов» Президента РК - самая серьезная программа на постсоветском пространстве. - Астана. 5 июня 2015 BNews.kz

2 Старостин В. И. Минерально-сырьевые ресурсы мира в третьем тысячелетии. Соросовский образовательный журнал, том 7, №6, 2001. С. 48–55.

3 http://www.zakon.kz/154727-glavnye-problemy-gorno.html Главные проблемы горно-металлургического комплекса РК - неудачное госрегулирование; http://www.mineral.ru/Analytics/worldtrend/index.html Мир - проблемы и тенденции.

4 Жукова И.В. Сущность и содержание организационно-экономического механизма управления горнодобывающей промышленностью // Власть и управление на Востоке России. - Хабаровск: Изд-во ДВАГС. -2010.-№ 4. - С.43-49.

5 http://www.myshared.ru/slide/507360/; Мастер-план развития горно-металлургической отрасли Казахстана до 2030 года.

6 KAZAKHSTAN №3, 2014. Недропользование 2000–2013. Запасы, добыча, инвестиции; Б.С. Ужкенов. Минерально-сырьевые ресурсы // Горный журнал, № 6, 2012, с. 8-9.

7 KAZAKHSTAN №3, 2014. В фокусе – модернизация

8 http://www.meta.kz/214781-osnovnye-problemy-i-napravlenija-razvitija-gmk.html Основные проблемы и направления развития ГМК

9 Там же.

10 Ахметжанов Б.А., Шаметова А.А. Особенности индустриально-инновационного развития горно-металлургического комплекса Казахстана. КарГТУ, Казахстан. - Проблемы экономики, 2011, № 6.- С. 50-52.

11 http://www.trend.az/casia/kazakhstan/2141035.html Казахстан разработает долгосрочную стратегию развития горно-металлургического комплекса; Битимбаев М. Ж. Горнометаллургический комплекс Казахстана в XXI веке (направления развития, проблемы и возможности).

12 KAZAKHSTAN №3, 2014. Сделки по слияниям и поглощениям в ГМК; www.inform.kz (Казахстан), 05.07.2012. ГМК предлагается признать приоритетным сектором экономики Казахстана

13 KAZAKHSTAN №2, 2014. *Экспорт лома: есть приемы!*

14 http://gmprom.kz/ru/main/programs/?doc=1076 Редкоземельные металлы.

15 Кайрбеков Ж.К., Жалгасулы Н., Аубакиров Е.А. Новые технологии добычи и переработки полезных ископаемых// Қазақ университеті, баспа үйі. Алматы, 2014.-223с.

References

1 http://bnews.kz/ru/news/post/270936/ 5 reform G.Gref: «100 shagov» Prezidenta RK - samaja ser'eznaja programma na postsovetskom prostranstve. - Astana. 5 ijunja 2015 BNews.kz

2 Starostin V. I. Mineral'no-syr'evye resursy mira v tret'em tysjacheletii. Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal, tom 7, №6, 2001. S. 48–55.

3 http://www.zakon.kz/154727-glavnye-problemy-gorno.html Glavnye problemy gorno-metallurgicheskogo kompleksa RK - neudachnoe gosregulirovanie; http://www.mineral.ru/Analytics/worldtrend/index.html Mir - problemy i tendencii.

4 Zhukova I.V. Sushhnost' i soderzhanie organizacionno-jekonomicheskogo mehanizma upravlenija gornodobyvajushhej promyshlennost'ju // Vlast' i upravlenie na Vostoke Rossii. - Habarovsk: Izd-vo DVAGS. -2010.-№ 4. - S.43-49.

5 http://www.myshared.ru/slide/507360/; Master-plan razvitija gorno-metallurgicheskoj otrasli Kazahstana do 2030 goda.

6 KAZAKHSTAN №3, 2014. Nedropol'zovanie 2000–2013. Zapasy, dobycha, investicii; B.S. Uzhkenov. Mineral'no-syr'evye resursy // Gornyj zhurnal, № 6, 2012, s. 8-9.

7 KAZAKHSTAN №3, 2014. V fokuse – modernizacija

8 http://www.meta.kz/214781-osnovnye-problemy-i-napravlenija-razvitija-gmk.html Osnovnye problemy i napravlenija razvitija GMK

9 Tam zhe.

10 Ahmetzhanov B.A., Shametova A.A. Osobennosti industrial'no-innovacionnogo razvitija gorno-metallurgicheskogo kompleksa Kazahstana. KarGTU, Kazahstan. - Problemy jekonomiki, 2011, № 6.- S. 50-52.

11 http://www.trend.az/casia/kazakhstan/2141035.html Kazahstan razrabotaet dolgosrochnuju strategiju razvitija gorno-metallurgicheskogo kompleksa; Bitimbaev M. Zh. Gornometallurgicheskij kompleks Kazahstana v XXI veke (napravlenija razvitija, problemy i vozmozhnosti).

12 KAZAKHSTAN №3, 2014. Sdelki po slijanijam i pogloshhenijam v GMK; www.inform.kz (Kazahstan), 05.07.2012. GMK predlagaetsja priznat' prioritetnym sektorom jekonomiki Kazahstana

13 KAZAKHSTAN №2, 2014. Jeksport loma: est' priemy!

14 http://gmprom.kz/ru/main/programs/?doc=1076 Redkozemel'nye metally.

15 Kajrbekov Zh.K., Zhalgasuly N., Aubakirov E.A. Novye tehnologii dobychi i pererabotki poleznyh iskopaemyh// Қазақ universiteti, baspa үji. Almaty, 2014.-223s.

ӘОЖ 622.86

Резюме

Айтжанова Д.А.[1], Жалғасұлы Н.[2]
([1] Экономика институты, [2]Д.А. Қонаев атындағы КІИ)

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТАБИҒИ ШИКІЗАТ ҚОРЫНЫҢ ӘЛЕУЕТІН КЕШЕНДІ ИГЕРУДІ ЭКОЛОГИЯ ТҰРҒЫСЫНАН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ

Мақалада Қазақстанның минералды-шикізат кешенін жан-жақты іске асырудың негізгі факторларына талдау жасалынады, әсіресе кен-металлургия саласындағы экологиялық таза технология тиімділігіне көңіл бөлінеді. Кен өндірісіндегі техногендік шикізатты қайта өңдеудің әдісетемелік, экономикалық және экологиялық тұрғыдағы бағытын баяндайды.

Түйінді сөздер: техногендік шикізат, экономика, экология, тиімді игеру.

UDC 622.86

Summary

Aitzhanova[1] D.A., Zhalgasuly[2] N.
([1]Institute of Economicy, [2] Institute of Mining by D. A. Kunaev, Almaty)

INTEGRATED DEVELOPMENT OF NATURAL-RESOURCE POTENTIAL OF THE MINERAL COMPLEX OF KAZAKHSTAN, TAKING INTO ACCOUNT ENVIRONMENTAL FACTORS

Integrated development of natural-resource potential of the mineral complex of Kazakhstan Abstract in this work the main factors for the integrated development of natural-resource potential of the mineral complex of Kazakhstan in General and mining in particular. Grounded methodological guidelines improve the functioning of the branches of the real sector of the country, taking into account the environmental aspects.

Keywords: mineral resources, economy, ecology, effective use

УДК 622.276

Бисенгалиев А.И.
(ГолдерАссошиэйтс (Казахстан) г. Атырау, Республика Казахстан)

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ СИСТЕМАТИЗАЦИИ НАБЛЮДЕНИЙ И ДАННЫХ ПО МОНИТОРИНГУ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СКВАЖИН

Аннотация

База данных Bentley'sgINT, представляет собой специализированное программное обеспечение, посредством которого осуществляется централизованное управление данными и отчетность для геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических подземных проектов.

***Ключевые слова**: Мониторинговая скважина, База данных, измерение уровня грунтовых вод.*

***Түйінді сөздер**: Мониторинг ұңғыма, дерекқор, Жерасты суларының деңгейін өлшеу*

***Keywords:** : Monitoring Well, Data Base, measurement of groundwater level.*

Актуальность исследования обусловлена необходимостью решения комплекса экологических проблем в сфере добычи топливно-энергетических ресурсов, являющихся одной из основ экономики Казахстана, а также наиболее массовым товаром ее внешней торговли. Вопрос экологической безопасности при добыче полезных ископаемых в целом, давно является проблемной областью. Процессы добычи нефти и газа нередко приводят к необратимым процессам в экологической обстановке, и масштабы наносимого природе урона огромны. Поэтому деятельность нефтегазодобывающих предприятий осуществляется в тесном взаимодействии со службами экологического надзора, также на производстве широко внедряются современные технологии для более эффективной и безопасной работы.

Наблюдения за состоянием окружающей среды,а именно мониторинг грунтовых и подземных вод в районах расположения источников техногенного воздействия позволяют получать достоверную информацию о состоянии окружающей среды для предотвращения неблагоприятных последствий.

В работе представлены основные решения по созданию базы данных технического состояния сети мониторинговых скважин.

Объектом исследования являлся процесс обеспечения экологического мониторинга при проведении эксплуатационной добычи нефти, его сущность, структура, содержание и программа.

Цель исследования - разработка электронной базы данных для систематизации наблюдений и данных по мониторингу технических характеристик скважин.

В соответствии с целью были определены следующие основные задачи:

1. камеральные исследования для организации имеющихся документов (в основном паспорта скважин, содержащие геолого-технические разрезы скважин, данные о литологии, конструктивных особенностях скважин и т.д.);
2. полевые работы, состоящие в визуальной инспекции каждой наблюдательной скважины, проведении замеров уровня грунтовых вод и других различных измерений, фотографировании устьев наблюдательных скважин;
3. создание базы данных по управлению соответствующими данными наблюдательных скважин, а также для проведения сравнения исторических данных с данными, полученных в ходе полевых работ;
4. оценку наблюдательных скважин, для того, чтобы:
5. определить, соответствуют ли скважины в их текущем состоянии (фактические полевые характеристики скважин) их паспортным спецификациям;

6. определить, пригодны ли скважины для предоставления репрезентативных данных о гидрогеологических условиях, согласно ASTM;

Исходные данные

Необходимым условием для начала работы по проекту являлось получение и использование обновленной и достоверной исходной информации о существующей сети наблюдательных скважин Компании.

ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ – ОБСЛЕДОВАНИЕ НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ СКВАЖИН

Полевые работы были выполнены в соответствии со специально разработанными техническими процедурами.

Обследование наблюдательных скважин включало в себя:

- идентификация наблюдательных скважин, состоявшей в распознавании надписей с названием скважины на оголовнике или на его крышке, а затем проведении сверки координат, указанных в паспорте;
- измерение физических параметров скважин, а также расчетной глубины начала фильтра (только в неглубоких скважинах).

1. Описание строительного материала, из которого изготовлена скважина, замечания по конструкции скважин (описание технического состояния оголовника и устья скважины, защитной крышки, сведения о повреждениях, установленных устройствах, описание состояния замка при его наличии, эффективность защитной крышки и оголовника в предотвращении попадания мусора в скважину), сведения об окружающей обстановке (наличие или возможное наличие стоков в непосредственной близости от скважины, общее описание расположения скважины – например, в низине, на равнине, недалеко от складированного материала, на асфальтированной площади и т.д.).
2. Измерения уровня грунтовых вод. Эта работа была выполнена с помощью межфазного (нефть-вода) уровнемера, таким образом, во время измерения, было проверено наличие LNAPL (легкой жидкости неводной фазы).
3. Сбор фотографий устья наблюдательных скважин и окружающей их среды.
4. Во время этой фазы измерения и наблюдения регистрировались в бумажной форме. Каждая фотография сохранялась в цифровом формате под определенным кодовым именем файла.

Создание геологической базы данных

Геологические данные были загружены в базу данных Bentley’sgINT.

gINT, представляет собой специализированное программное обеспечение, посредством которого осуществляется централизованное управление данными и отчетность для геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических подземных проектов.

Во время загрузки базы данных gINT проверялось соответствие названий скважин, указанных в паспортах скважин, с фактическими названиями, нанесенными на скважины, в результате соответствующие ошибки были устранены.

Для преобразования координат наблюдательных скважин в уникальной системе координат (WGS-84, UTM Zone 39 N) и разработки карт была использована ArcGIS (ArcGIS, от ESRI, представляет собой географическую информационную систему).

Данные полевых исследований были загружены в базу данных MicrosoftAccess.

Результаты оценки сети наблюдательных скважин

Оценка сети наблюдательных скважин включала в себя:

1 оценку соответствия информации, содержащейся в паспортах скважин с информацией, собранной в процессе обследования наблюдательных скважин;

2 оценку функциональности скважин в соответствии со стандартом ASTM.

После импорта данных в базу данных gINT с целью наглядного сравнения паспортов с данными, полученными в результате полевых исследований, была выполнена печать

типовых рабочих отчетов (см. рисунок 1) на английском языке. Каждый отчет включает в себя как паспортные, так и полевые данные.

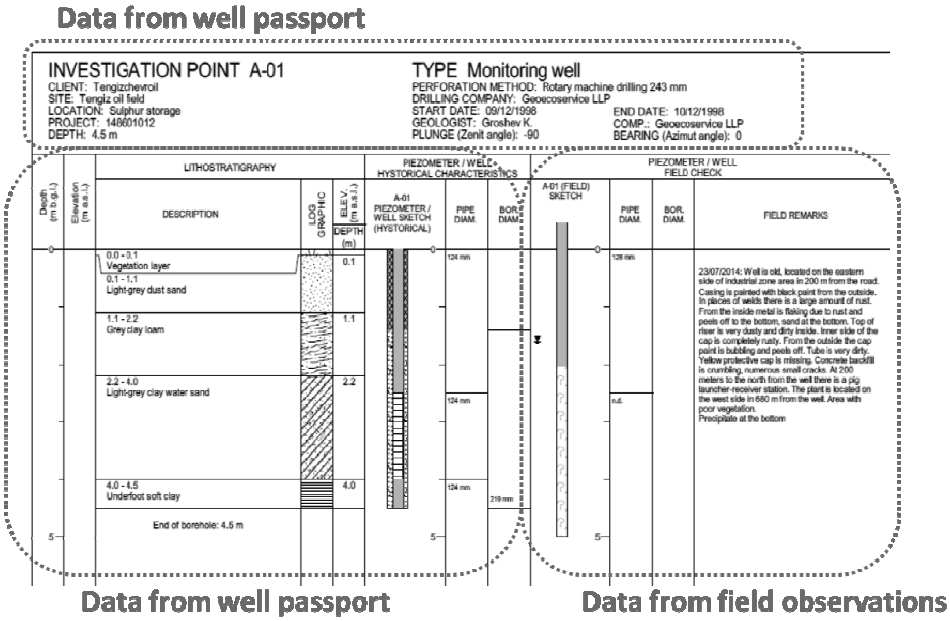


Рисунок 1 - Пример рабочего отчета для сравнения паспортных данных скважины и данных полевых наблюдений. Данные отчеты печатаются только на английском языке, но те же самые данные представлены и на русском языке, как описано далее.

Для определения пригодности скважины для различных целей в соответствии со стандартом ASTM была проведена оценка соответствия между информацией, содержащейся в паспортах скважин, и данными, полученными в ходе полевых работ.

При анализе данных были учтены следующие критерии и предположения:

1. в качестве меры обеспечения соответствия между данными, полученными в ходе выполнения полевых работ, и данными, содержащимися в паспортах, при сравнении глубины скважины, а также глубины фильтра скважины был установлен критерий в 0,5 м;
2. положение / доступная длина фильтровальной части и отстойника в скважине рассматривались в качестве главных характеристик скважины для определения целевой зоны наблюдения;
3. стратиграфия почвы, отстойник скважины, кольцевое уплотнение не являлись объектом проверки во время полевых исследований. Таким образом, оценка была проведена, основываясь на предположении о том, что информация по данным параметрам, содержащаяся в паспортах, является правильной.
4. На основе конструктивных особенностей скважин, литологии и отметки уровня грунтовых вод была проведена оценка применимости скважин для различных целей с учетом перечисленных ниже критериев:
5. мониторинг LNAPL (легкой жидкости неводной фазы): уровень грунтовых вод, измеряемый во время обследования скважин должен пересекать фильтр скважины (должен быть ниже верха фильтра);
6. измерение уровня грунтовых вод: скважина должна пересекать уровень грунтовых вод, и фильтр скважины должен перехватывать водоносный горизонт, по крайней мере, на 1 м, и должен пересекать только один слой водоносного горизонта;

7. отбор проб: скважина должна пересекать уровень грунтовых вод, и фильтр скважины должен перехватывать водоносный горизонт, по крайней мере, на 2 метра и должен пересекать только один слой водоносного горизонта[1].

База данных

В общих чертах, таблицы содержат данные паспортов скважин, а также результаты полевых исследований: за исключением одной таблицы (“HELP”), в которой приведены пояснения относительно содержания других таблиц.

База Данных состоит из следующих таблиц: (см. рисунок 2) 2)

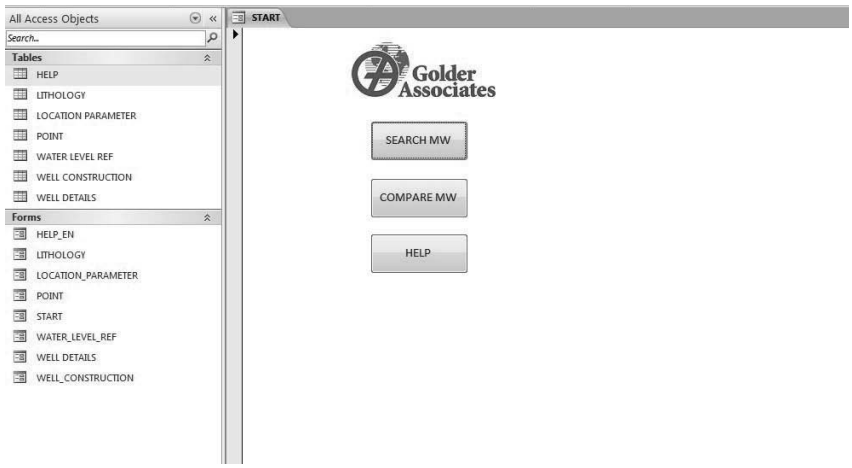


Рисунок 2 – Общий вид базы данных

1. HELP: в данной таблице представлено разъяснение информации, содержащейся в каждом столбце других таблиц, как на английском, так и на русском языках.
2. LITHOLOGY: данная таблица содержит сведения о литологии почвы (как указано в паспортах скважин) по каждой наблюдательной скважине.
3. LOCATIONPARAMETER: в данной таблице собраны данные о трубе (пьезометре), статусе скважины, наличии замка и его состоянии, наличии защитного ограждения, состоянии устья скважины, наличии надписи с названием скважины на крышке оголовника, код задачи (код, используемый для идентификации кампании по обследования скважин).
4. POINT: данная таблица содержит сведения о местоположении наблюдательных скважин, их координатах и опорной системе координат, объектах ТШО, на которых расположены скважины, описание наблюдательных скважин, сведения о глубине, датах начала и окончания буровых работ, абсолютных отметках, подрядчиках, осуществлявших бурение, методе бурения, имена выполнивших и проверявших разрез, заметки, азимут и отклонение скважины, имя геолога и название геологической компании, имя геодезиста и название геодезической компании, проводивших топографическую съемку, наблюдения и примечания, ссылки на папки с дополнительной информацией (паспорта скважин и фотографии).

---

(1) *Длина фильтрующего элемента в постоянных наблюдательных скважинах должна быть достаточной для эффективного мониторинга интервала или зоны водоносного горизонта, представляющих интерес. Однако, скважинные фильтры, предназначенные для долгосрочных целей мониторинга, обычно не должны быть менее,чем 5 футов в длину (1,5 м). Обычно длина фильтра скважины составляет 5 или 10 футов (1,5-3 м) и редко превышает 20 футов (6 м).*

Ссылки: “Design and Installation of Monitoring Wells Design and Installation of Monitoring Wells” January 29, 2013, SESD Guidance, U.S. EPA, Region 4, Athens Georgia; and “Monitoring Well Design and Construction Guidance Manual”, 2008 - Florida Department of Environmental Protection Bureau of Water Facilities Regulation. (ASTM D5092 standard for the design and installation of groundwater monitoring wells is among the references in both documents).

5. WATERLEVELREF: данная таблица содержит данные относительно даты проведения замеров, уровня грунтовых вод, глубины и толщины LNAPL, глубины скважины, замеренной в ходе выполнения полевых работ, а также примечания и код задачи (код, используемый для идентификации кампании по обследования скважин).

6. WELLCONSTRUCTION: в данной таблице содержатся сведения о конструктивных особенностях скважины: для каждого вертикального сегмента скважины (определяемого глубиной) указано наименование строительного материала, тип сегмента, описание материала, внутренний и внешний диаметр, единицы измерения диаметра, дополнительная информация.

7. WELLDETAILS: данная таблица содержит данные об абсолютной отметке верха трубы (пьезометра), остатке трубы над поверхностью земли (разница между абсолютной отметкой контрольной точки для замеров и отметкой уровня земли), абсолютной отметке контрольной точки, дате замера и описание контрольной точки, примечания.

Заключение

Разработанная компанией ГолдерАссошиэйтс (Казахстан) База данных была успешно апробирована и внедрена на одном из крупных нефтяных предприятий Западного Казахстана. База данных позволяет пользователю иметь полную информацию по каждой скважине, включая данные химических анализов лабораторных исследований. Также возможно вносить новые данные (дата ремонта скважины, какие виды работ были выполнены и многое другое).База данных позволяет сократить время поиска необходимой информации по скважинам.

Применение Базы данных не ограничивается только нефтяной сферой, ее также можно использовать в качестве основного инструмента экологов на горнорудных предприятиях Республики Казахстан и Стран СНГ.

ӘОЖ 622.276

Резюме

Бисенгалиев А.И.
(ГолдерАссошиэйтс (Қазақстан) Атырау қ., Қазақстан Республикасы)

ӘЗІРЛЕУ ЭЛЕКТРОНДЫҚ ДЕРЕКТЕР БАЗАСЫН ЖҮЙЕЛЕУ ҮШІН, БАҚЫЛАУЛАР МЕН ДЕРЕКТЕР МОНИТОРИНГІ БОЙЫНША ТЕХНИКАЛЫҚ СИПАТТАМАСЫН, ҰҢҒЫМАЛАРДЫ

Деректер базасы Bentley gINT, мамандандырылған бағдарламалық қамтамасыз ету орталық деректерді басқару арқылы және геологиялық үшін есеп, гидрогеологиялық және инженерлі жерасты жобалар.

Түйінді сөздер: мониторинг ұңғыма, дерекқор, Жерасты суларының деңгейін өлшеу

UDC 622.276

Summary

Bissengaliyev Arman
(Golder Associates (Kazakhstan) Atyrau, Republic of Kazakhstan)

DEVELOP THE ELECTRONIC DATABASE FOR THE SYSTEMATIZATION OF OBSERVATIONS AND DATA SPECIFICATIONS ON MONITORING OF WELLS

Database Bentley's gINT is a specialised software which provides centralized data management and reporting for geological, hydrogeological and geotechnical subsurface projects.

Keywords: Monitoring Well, Data Base, measurement of groundwater level.

УДК 622.271

Якунин А.И., Базарбекова А.М.
(Представительство AXTER в Казахстане, г. Алматы)

КАЗАХСТАНСКАЯ ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СКЛАДИРОВАНИЯ РУДЫ И ПОРОДЫ

Аннотация

В статье описаны инновационные технологии Казахстана (Казахстан патент номер 29532) для хранения руды и отвалов для сохранения минеральных ресурсов и предотвращения загрязнения окружающей среды.

Ключевые слова: *складирование руды, отвалы, битумная геомембрана, технология, полезные компоненты*

Түйінді сөздер: *кенді қаттап тастау, үйінді, битумдық геомембрана, технология, пайдалы компоненттер*

Keywords: *storage of ore, waste dumps, bituminous geomembrane, technology useful components, valuable component*

Предлагается инновационная Казахстанская технология (Патент Казахстана № 29532) по складированию руды и отвалов для сохранения полезных ископаемых и предотвращением загрязнения окружающей среды. Новизна предлагаемой технологии заключается в том, что складирование всех отвалов и руд осуществляется на надежное гидроизоляционное основание, а атмосферные осадки, прошедшие сквозь отвал собираются и циркулируют снова на поверхность отвала с извлечением полезных компонентов из циркуляционных растворов методами гидрометаллургии.

Использование Казахстанской инновационной технологии поднимет на качественный и современный уровень добычу и переработку полезных ископаемых, решит очень важную экологическую составляющую при добыче и переработке полезных ископаемых в Казахстане, повысит сквозное извлечение полезных компонентов в товарную продукцию.

В настоящее время складирования руды и породы осуществляется путем прямой отсыпки материала на грунт, что влечет за собой потери полезных компонентов и загрязнение окружающей среды дренажными атмосферными осадками, прошедшими через отвалы руды и отвалы породы и содержащие растворимые формы полезных компонентов и вредных примесей, которые неотвратимо загрязняют грунтовые воды.

Например, в течение 20 лет через один квадратный метр отвалов просачивается более 6 кубических метров атмосферных осадков, насыщенных кислородом, что приводит к выщелачиванию полезных и экологически вредных компонентов с последующими их потерям с дренажными водами и к значительному загрязнению окружающей среды.

Все утверждения о том, что в отвалах сохраняются полезные компоненты не подтверждаются результатами многочисленных опробований старых рудных и породных отвалов в течении нескольких временных интервалов.

Если в самое ближайшее время не принять никаких мер, то экологическая катастрофа в плане необратимых процессов загрязнения грунтовых вод в Казахстане просто неизбежна.

Предлагаем Вашему вниманию инновационную технологию складирования руды и породы (Патент РК № 29532, Способ складирования руды и породы).

Предлагаемая инновационная технология не может быть решена без применения качественных, технически надежных и экологически безопасных гидроизоляционных материалов. Такими, например, являются битумные эластомерные композитные геомембраны AXTER-COLETANCHE, производства Франция.

Основой технологии сохранения полезных компонентов, а также извлечения полезных компонентов, является факт циркуляции просочившихся растворов снова на поверхность отвала с попутным извлечением полезных компонентов из растворов методами гидрометаллургии. Избыток атмосферной воды просто испаряется с поверхности отвалов.

Разумеется, требования к гидроизоляции оснований должны предъявляться самые высокие, начиная от физикомеханических свойств и химической инерции, а также устойчивость к

солнечному , включая ультрафиолетовое облучение с длительным сроком эксплуатации основания (более 100 лет).

Для битумной композитной геомембраны AXTER-COLETANCHE не требуются подстилающий слой глины и/или песка, не требуются геотекстиль и укрывающие слои геотекстиля и песка. Битумная геомембрана может быть уложена прямо на выровненную и уплотненную почву или грунт. Состав и свойства битумной геомембраны обеспечивают существенное снижение риска нарушения прочности от воздействия климатических условий, снижает продолжительность строительства, (отпадает необходимость поиска месторождения глины и песка, получения разрешения на их отработку, нет необходимости в перевозки глины и песка, укладки глины в три слоя с уплотнением каждого слоя до минимизации скорости фильтрации растворов через глину, нет необходимости в покупке, транспортировки и укладки геотекстиля). В этой связи, существенно сокращаются (в 1,5-2 раза) инвестиционные затраты на строительство гидротехнических сооружений (несмотря на то, что первоначальная цена самой битумно-композитной геомембраны AXTER-COLETANCHE несколько выше, чем известные полиэтиленовые геомембраны), так как, содержит пять основных слоев, собранных воедино в заводских условиях (полимерная пленка, слой полимерного битума, стеклохолст, пропитанный полимерным битумом, нетканый геотекстиль пропитанный полимерным битумом, слой полимерного битума, внешняя верхняя сторона геомембраны покрыта песком и песчанным гравием).

Битумная геомембрана AXTER-COLETANCHE производится во Франции на производственном предприятии компании по новейшим европейским технологиям с обеспеченным и гарантированным качеством. Качество производства контролируется нормами ISO 9001, ISO 9014 и компанией контроля качества ASQUAL.

Таким образом, сочетание Казахстанской инновационной технологии складирования руды и отвалов и передовых европейских материалов позволит снизить отрицательное воздействие на окружающую среду, повысить сквозное извлечение полезных компонентов в товарную продукцию.

ӘОЖ 622.271

Резюме

Якунин А.И., Базарбекова А.М.
(Қазақстан Республикасындағы AXTER Өкілеттілігі, Алматы қ.)

КЕН ЖӘНЕ ТАУ-ЖЫНЫСТАРДЫ ҚОЙМАЛАУ САҚТАЙТЫН ҚАЗАҚСТАНДЫҚ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Бұл мақалада минералды ресурстарды сақтау мен кенді ластануын және қалдықтарды, қоқыстарды болдырмау үшін қолданалатың Қазақстандық инновациялық технологиясын сипаттайды (Қазақстан патент нөмірі 29532).

Түйінді сөздер: кенді қаттап тастау, үйінді, битумдық геомембрана, технология, пайдалы компоненттер

UDC 622.271

Summary

Yakunin AI, Bazarbekova AM
(Representation AXTER Kazakhstan, Almaty)

KAZAKHSTAN INNOVATIVE TECHNOLOGY OF STORAGE ORE AND ROCK

This article describes an innovative technology of Kazakhstan (Kazakhstan patent number 29532) for storage of ore and waste dumps for the conservation of mineral resources and the prevention of pollution.

Keywords: storage of ore, waste dumps, bituminous geomembrane, technology useful components, valuable component

УДК 622.85:622.51:628.33

Максимович Н.Г., Хайрулина Е.А.
(Естественнонаучный институт Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь, Россия)

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ БАРЬЕРЫ И РАЦИОНАЛЬНОЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

Аннотация

Для снижения негативного воздействия горнодобывающего производства на окружающую среду предложен способ создания искусственных геохимических барьеров, отличающийся от традиционных методов высокой эффективностью и экономичностью. На примере Кизеловского угольного бассейна (Пермский край), шахты которого были ликвидированы в 1997-2002 годах, рассмотрена проблема загрязнения окружающей среды самопроизвольными изливами кислых шахтных вод и предлагается эффективный способ очистки этих вод отходами содового производства. Образующийся при этом осадок можно использовать для рекультивации шахтных отвалов.

Ключевые слова: геохимические барьеры, угольное месторождение, кислые шахтные воды, отходы содового производства

Түйінді сөздер: *геохимиялық кедергілер, көмір кенорны, қышқыл шахта сулары, сода өндірісінің қалдықтары.*

Keywords: geochemical barriers, coal basin,acid mine discharges,soda production waste

Важнейшей задачей рационального недропользования является обеспечение экологической безопасности горнодобывающего производства. Формирующиеся при разработке горнорудных месторождений твердые, жидкие и газообразные отходы приводят к образованию техногенных геохимических аномалий, характеризующихся повышенными концентрациями загрязняющих веществ в атмосфере, почвах и горных породах, подземных и поверхностных водах, живых организмах. Концентрации отдельных химических элементов в пределах техногенных ореолов и потоков рассеяния часто превышают значения, безопасные для жизни и здоровья людей, производства сельскохозяйственной продукции и нормального развития биотических компонентов.

В последние десятилетия для защиты окружающей среды от загрязнения наметилась тенденция использования геохимических барьеров, применение которых в ряде случаев позволяет отказаться от строительства сложных очистных сооружений и проведения других дорогостоящих природоохранных мероприятий. Термином «геохимические барьеры» А.И. Перельман в 1961 г. (Perel’man, 1986) предложил называть такие участки зоны гипергенеза, в которых на коротком расстоянии происходит резкая смена условий миграции, что приводит к концентрации химических элементов.

Отличительной особенностью техногенных барьеров является возможность аккумуляции техногенных веществ, не встречающихся в природных условиях, таких как нефтепродукты, полиароматические углеводороды, пестициды и др. Концентрации веществ, имеющих природные аналоги на техногенных барьерах в ряде случаев, значительно выше, чем на природных. Изученность техногенных геохимических барьеров значительно хуже, чем природных. В настоящее время не существует единой классификации техногенных барьеров. Техногенные барьеры все чаще используются для охраны окружающей среды (Langer, 2001, Maksimovich et al, 2000; Максимович, 2010; Maksimovich, Khayrulina, 2014; Handbook of Ground water remediation…, 2002; Palmer, Wittbroadt, 1991; Förstner, 2003). Накопленный опыт показывает, что среди всего разнообразия техногенных геохимических барьеров, применяемых для этих целей, можно выделить разновидности, в которых стихийно

или целенаправленно используются естественные барьерные свойства природной среды и искусственные, созданные по специальным технологиям.

Опыт использования искусственных геохимических барьеров приведен на примере очистки шахтных самоизливов Кизеловского угольного бассейна.

На территории Кизеловского угольного бассейна происходит интенсивное загрязнение окружающей среды, что обусловлено, в том числе особенностями угленосной толщи. Каменный уголь бассейна отличается большим содержанием серы (главным образом в форме пирита) (5,8%) и золы (21,5%) (Металлогения и геохимия, 1987). Средние содержания многих тяжелых металлов в углях превышает средние концентрации по угольным месторождениям бывшего СССР (рисунок 1).

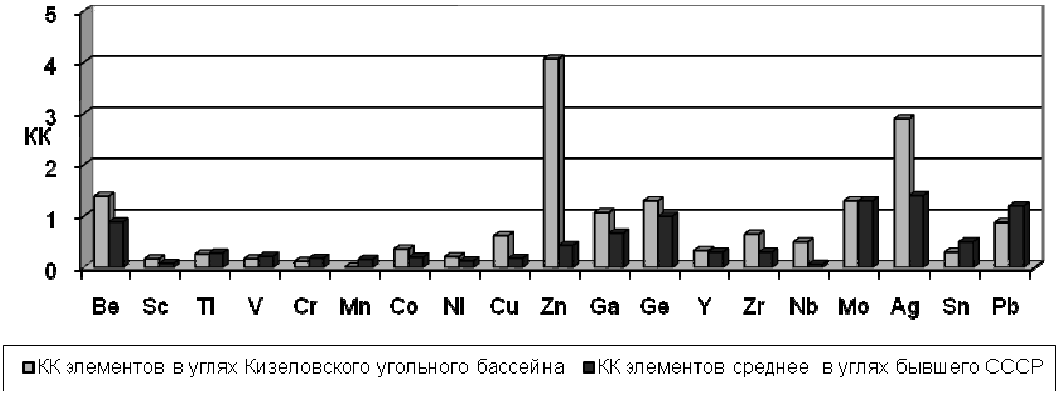


Рисунок 1 - Средние содержания тяжелых металлов в углях

Другой особенностью Кизеловского угольного бассейна является интенсивная закарстованность. Карст региона относится к голому и покрытому типам, что является одним из факторов зависимости режима карстовых вод зоны активной циркуляции от режима атмосферной циркуляции осадков (Горбунова и др., 1992; Maksimovich et al, 1995). Вследствие дислоцированности толщи, больших глубин разработки (до 1000 м) и закарстованности вышележащих известняков условия добычи угля характеризуются как сложные. Водопритоки в шахты достигали в зонах развития карста 2500 м^3/час.

Эти два фактора обеспечили условия для интенсивного загрязнения окружающей среды при разработке месторождения. При содержании пирита более 4 % воды, вследствие его окисления, воды приобретают кислую реакцию (pH 2−3) и сульфатный состав. Сульфатные железисто-алюминиевые, натриево-кальциевые воды имеют минерализацию 2,5-19 г/л. В ходе эксплуатации месторождения, в связи с увеличением водопритоков, воздухообмена и объема пород, вовлеченных в геохимические процессы, минерализация шахтных вод может возрастать. В кислой шахтной воде по сравнению с природной на несколько порядков повышается содержание свинца, меди, цинка, серебра, никеля, кобальта и др.

При работе бассейна шахтные воды объемом до 100 млн.м^3 без очистки сбрасывались в местную гидросеть. Реки до сброса в них шахтных вод имели гидрокарбонатно-кальциево-натриевую гидрохимическую фацию, минерализацию 90-150 мг/л и близкую к нейтральной реакцию среды. Ниже по течению от сброса шахтных вод они приобретают сульфатный железисто-алюминиевый состав при минерализации от 640 до 6000 мг/л. Содержание сульфатов составляет до 3700, железа − до 900, алюминия − до 160 мг/л, pH 2,5−2,9 при высоком содержании тяжелых металлов (Maksimovich, 2006).

Ликвидация шахт в период 1990-х гг. не решила экологических проблем. Откачка кислых шахтных вод на поверхность была прекращена. Шахтные воды затопленных горных выработок смешивались с подземными водами и сформировали техногенные водоносные горизонты мощностью 25-30 м (Имайкин и др., 2002). После восстановления уровня

подземных вод в течение нескольких лет сформировался самопроизвольный излив шахтных вод. По данным некоторых авторов качество воды изливов на протяжении 20-40 лет может как улучшаться, так и оставаться неизменным (Demchak et al., 2004).

В настоящее время существуют более 14 участков самоизлива шахтных вод на поверхность. Общий объем излива в 2013 г. составил 14,5 млн.м^3 (Доклад о состоянии …, 2014), что в 5-6 раз меньше, чем в период работы угольного бассейна. Изливы остались мощным источником загрязнения поверхностных вод. Сохраняются высокие концентрации двухвалентного железа (3,6 г/л), алюминия (157мг/л), марганца (35 мг/л), pH изменяется от 2,4 до 3,9.

Воздействие самоизливов на поверхностные воды приобрело региональный масштаб. При смешении с речными водами и увеличением pH, Fe^{2+} дольше, чем Fe^{3+} преобразуется в осадок, что привело к загрязнению рек на протяжении десятков километров. Этого не наблюдалось при работе шахт. Воды самоизливов поступают в 19 рек, 15 из которых практически выведены из водопользования. В р. Кизел (приток р. Вильва), испытывающего наибольшее влияние шахтных вод, среднегодовое содержание железа составляет 1178 ПДК, среднегодовое содержание марганца – 50 ПДК, алюминия – 45 ПДК, бериллия – 58 ПДК, концентрации никеля, меди и цинка так же превышает ПДК (Доклад о состоянии …, 2014). Даже для крупных рек, таких как р. Косьва и р. Вильва, постоянно наблюдаются высокие и экстремально-высокие уровни загрязнения воды по концентрации общего железа. Поступление загрязнителей в реки региона за счет самоизлива шахтных вод имеет тенденцию к увеличению.

По данным обследования 2010 г. среднегодовые концентрации по железу общему в р. Вильва составили 197 ПДК, возрастая зимой до 468 ПДК, марганцу − 37 ПДК, никелю и меди – 2 ПДК. Среднегодовые концентрации на р. Косьва по железу общему составили 43 ПДК, марганцу − 18 ПДК. В р. Косьва индекс загрязненности воды соответствует 7 классу качества – «вода чрезвычайно грязная» (Материалы сборника «Состояние и охрана окружающей среды, 2010).

В конце 1980-х годов автором было предложено использовать в качестве реагента для очистки шахтных вод щелочные отходы содового производства, миллионы тонн которых накопились и продолжают поступать в расположенные в относительной близости шламонакопитель ОАО «Березниковский содовый завод» (БСЗ). Утилизация этих отходов уже в то время представляла серьезную проблему. Проведенные в те годы лабораторные эксперименты показали высокую эффективность этого реагента, причем его можно было использовать без специфической подготовки.

Позднее для очистки кислых шахтных вод была реализована простая технологическая схема. Реагент добавляется в поток изливающейся шахтной воды, а образующийся осадок собирается в каскаде отстойников. Совместно с А.Б. Холостовым и В.Н. Басовым была разработана специальная установка, позволяющая готовить пульпу определенной концентрации из отходов БСЗ и шахтной воды и выливать ее непосредственно в канал стока самоизлива в рассчитанных количествах в зависимости от расхода и состава воды (рисунок 3) (Пат. 2293063).

Отходы БСЗ относятся к 5 классу опасности. Оптимальными для нейтрализации составом и свойствами обладает шлам верхнего 1,5 м слоя старой карты шламонакопителя (рисунок 4). Он более чем на 90 % состоит из тонкодисперсного карбоната кальция. Водородный показатель вытяжки составляет 9−12. Вследствие промывания атмосферными осадками, содержание водорастворимых хлоридов, сульфатов, натрия в этом слое в 37−54 раза ниже, чем в действующей карте. Содержание 38 определенных спектральным анализом микроэлементов не превышает ПДК валового содержания в почвах. Вредных органических примесей в шламе не обнаружено. Объем шлама готового к использованию в качестве реагента для очистки шахтных вод без какой-либо подготовки превышает 1 млн. м^3.

При смешивании шахтной воды со шламами БСЗ происходит повышение pH за счет взаимодействия с карбонатом и гидроксидом кальция, которые являются основными

компонентами отходов БСЗ. При этом происходит очистка воды от ряда загрязнителей, которые хорошо мигрируют в кислой среде и малоподвижны в нейтральной и щелочной. К ним относится Fe, Al, Mn, Co, Zn, Cu, Ni, Pb, Cd, Ti и др. При повышении pH растворов, в которых присутствуют ионы этих металлов, происходит их осаждение. Испытания проводились на самоизливе воды из штольни шахты «им. 40 лет Октября». В период летней межени расход самоизлива составляет 180−220 $м^3$/час, в период паводков – 300-400 $м^3$/час.

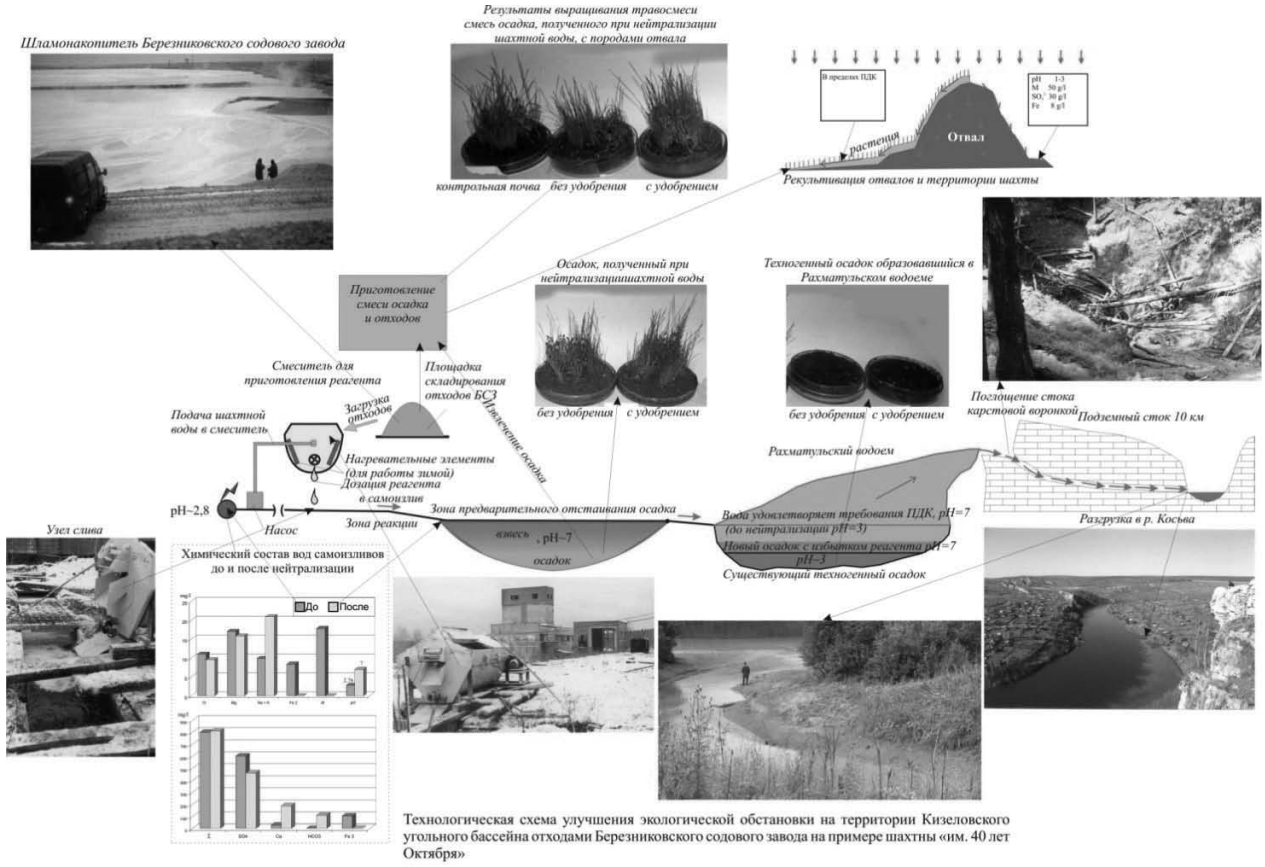


Рисунок 3 - Общая технологическая схема улучшения экологической обстановки на территории Кизеловского угольного бассейна с использованием отходов БСЗ на примере шахты «им. 40 лет Октября»

Водородный показатель составляет 2,6-2,9. Минерализация изменяется от 400-600 мг/л в периоды паводков до 800-900 мг/л в период летней межени. Максимальное превышение $ПДК_в$ для железа – в 400, для алюминия – в 46 и для сульфатов – в 1,3 раза. Превышение $ПДК_в$ для бериллия составляет 52,8, марганца – 36,9, лития – 3,5, никеля – 2,5, кадмия – 1,9, кобальта – 1,6, бария – 1,5 и титана – 1,2 раза.

В результате применения метода pH шахтной воды повышается с 2,6−2,9 до нейтральных значений. В ходе испытаний суммарное содержание железа снизилось с 30−40 до 0,2−0,3 мг/л, что не превышает ПДК. После нейтрализации алюминия в шахтной воде не обнаружено, тогда как до нейтрализации его содержание составляло 10−14 мг/л. Содержание бериллия, лития, никеля, кадмия, кобальта и титана, которые в шахтных водах превышали нормативные концентрации, снижается до значений не превышающих ПДК. Нейтрализованная вода после отстаивания удовлетворяет требованиям ПДК (рисунок 5). Очистка воды от взвешенных частиц производится в каскаде отстойников.

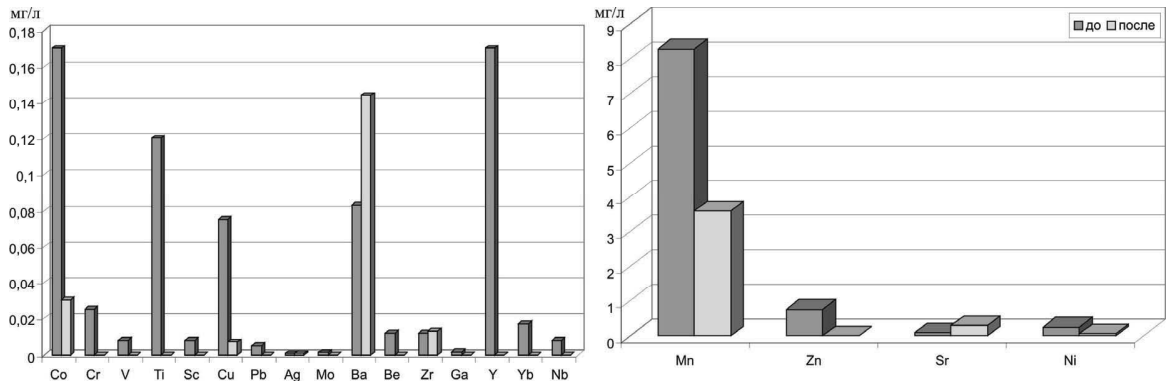


Рисунок 5 - Микроэлементный состав воды самоизлива шахты «им. 40 лет Октября» до и после опытно-промышленной очистки отходами БСЗ

Образующийся осадок представляет смесь тонкодисперсных частиц гидроксидов железа и гипса, частично не прореагировавшего карбоната кальция. Он имеет нейтральную реакцию среды. Подвижных форм железа, алюминия, марганца, свинца и др. практически не обнаружено, т.е. он не является источником вторичного загрязнения водных объектов (Maksimovich, Khayrulina, 2014).

Эксперименты с образующимся в результате нейтрализации осадком (В.И. Каменщикова и др.) показали, что он зарастает многолетними травами (тимофеевка, овсяница, пырей, люцерна) практически также, как и контрольные образцы почвы. Осадок предполагается использовать для рекультивации шахтных отвалов.

Дополнительным плюсом данного метода является использование для очистки шахтных вод отходов содового производства, утилизация которых представляет серьезную проблему.

Таким образом, проведение опытно-промышленных испытаний показали простоту и высокую эффективность использования геохимических барьеров для комплексного решения экологических проблем.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 15-05-07461.

Литература

1 Горбунова К.А., Андрейчук В.Н., Костарев В.П., Максимович Н.Г. Карст и пещеры Пермской области. – Пермь, 1992. –200 с.

2 Доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2013 году». –Пермь: Министерство природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края., 2014 – С. 264.

3 Имайкин К.К., Баньковская В.М., Бурковская А.В. Изменение гидрогеологической обстановки при ликвидации шахт Кизеловского угольного бассейна // Гидрогеология и карстоведение. Вып.14. Пермь: Перм. ун-т, 2002. –С. 145- 150.

4 Максимович Н.Г. Теоретические и прикладные аспекты использования геохимических барьеров для охраны окружающей среды // Инженерная геология. 2010. № 3. С. 20-28.

5 Материалы сборника «Состояние и охрана окружающей среды Пермского края в 2010 году» / Ежегодный экологический доклад-2010 // Официальный сайт «Природа Пермского края». 2010. URL: http://www.permecology.ru/reports2010.php.

6 Металлогения и геохимия угленосных и сланцесодержащих толщ СССР. Геохимия элементов / В.Р. Клер, Г.А. Волокова, Е.М. Гурвич и др. М.: Наука, 1987. –240 с.

7 Пат. 2293063 Российская Федерация, Способ нейтрализации кислых шахтных вод и установка для его осуществления / Максимович Н.Г., Басов В.Н., Холостов С.Б.; опубл. 10.02.07 №4, Бюл. №4.Изобретения Полезные модели. – 350 с.

8 Demchak J., Skousen J., McDonald L.M. Longevity of acid discharges from underground mines located above the regional water table // J. Environ. Qual. 2004. Mar-Apr; 33 (2): 656-668.

9 Förstner U. Part I: Integrated water quality management: river basin approach. Geochemical techniques on contaminated sediments-river basin view // Environ. Sci. Pollut. Res. Int. 2003;10(1). – P. 58-68.

10 Handbook of Groundwater Remediation using Permeable Reactive Barriers. Applications to Radionuclides, Trace Metals, and Nutrients/ Edited by:David L. Naftz, Stan J. Morrison, Christopher C. Fuller and James A. Davis- Elsevier Science – 2002, 539 p.

11 Langer M (2001) The role of geological barrier in waste disposal projects. Proceedings International Symposium on Engineering Geology and the Environment, Athens, Greece, 23-27 June 1997. A.A.Balkema: 3617 – 3635.

12 Maximovich N., Khayrulina E. Artificial geochemical barriers for environmental improvement in a coal basin region // Environmental Earth Sciences. № 72. 2014. – P. 1915-1924.

13 Maximovich N.G., Kataev V.N., Blinov S.M. Consequence of the Kizel coalfield acid mine water disposal into karst cavities // Proceeding of the 8th Int. Symposium on Water-rock Interaction-WRI-8. Russia. Vladivostok,1995.-P.885-888.

14 Maximovich N.G., Osovetskiy B.M., Blinov S.M. Geochemical Barriers and Environment Protection // GeoEng 2000: Conference Proceedings. 19-24 November 2000. Melbourne, Australia.

15 Palmer C.D., Wittbrodt P.R. Processes affecting the remediation of chromium-contaminated sites // Environmental Health perspectives. Vol. 92, pp 25-40, 1991.

16 Perel'man A. I. (1986) Geochemical barriers: theory and practical applications. Applied Geochemistry. Vol. 1, Is. 6. – P 669–680.

References

1 Gorbunova K.A., Andrejchuk V.N., Kostarev V.P., Maksimovich N.G. Karst i peshhery Permskoj oblasti. – Perm', 1992. –200 s.

2 Doklad «O sostojanii i ob ohrane okruzhajushhej sredy Permskogo kraja v 2013 godu». –Perm': Ministerstvo prirodnyh resursov, lesnogo hozjajstva i jekologii Permskogo kraja., 2014 – S. 264.

3 Imajkin K.K., Ban'kovskaja V.M., Burkovskaja A.V. Izmenenie gidrogeologicheskoj obstanovki pri likvidacii shaht Kizelovskogo ugol'nogo bassejna // Gidrogeologija i karstovedenie. Vyp.14. Perm': Perm. un-t, 2002. –S. 145- 150.

4 Maksimovich N.G. Teoreticheskie i prikladnye aspekty ispol'zovanija geohimicheskih bar'erov dlja ohrany okruzhajushhej sredy // Inzhenernaja geologija. 2010. № 3. S. 20-28.

5 Materialy sbornika «Sostojanie i ohrana okruzhajushhej sredy Permskogo kraja v 2010 godu» / Ezhegodnyj jekologicheskij doklad-2010 // Oficial'nyj sajt «Priroda Permskogo kraja». 2010. URL: http://www.permecology.ru/reports2010.php.

6 Metallogenija i geohimija uglenosnyh i slancesoderzhashhih tolshh SSSR. Geohimija jelementov / V.R. Kler, G.A. Volokova, E.M. Gurvich i dr. M.: Nauka, 1987. –240 s.

7 Pat. 2293063 Rossijskaja Federacija, Sposob nejtralizacii kislyh shahtnyh vod i ustanovka dlja ego osushhestvlenija / Maksimovich N.G., Basov V.N., Holostov S.B.; opubl. 10.02.07 №4, Bjul. №4.Izobretenija Poleznye modeli. – 350 c.

8 Demchak J., Skousen J., McDonald L.M. Longevity of acid discharges from underground mines located above the regional water table // J. Environ. Qual. 2004. Mar-Apr; 33 (2): 656-668.

9 Förstner U. Part I: Integrated water quality management: river basin approach. Geochemical techniques on contaminated sediments-river basin view // Environ. Sci. Pollut. Res. Int. 2003;10(1). – P. 58-68.

10 Handbook of Groundwater Remediation using Permeable Reactive Barriers. Applications to Radionuclides, Trace Metals, and Nutrients/ Edited by:David L. Naftz, Stan J. Morrison, Christopher C. Fuller and James A. Davis- Elsevier Science – 2002, 539 p.

11 Langer M (2001) The role of geological barrier in waste disposal projects. Proceedings International Symposium on Engineering Geology and the Environment, Athens, Greece, 23-27 June 1997. A.A.Balkema: 3617 – 3635.

12 Maximovich N., Khayrulina E. Artificial geochemical barriers for environmental improvement in a coal basin region // Environmental Earth Sciences. № 72. 2014. – P. 1915-1924.

13 Maximovich N.G., Kataev V.N., Blinov S.M. Consequence of the Kizel coalfield acid mine water disposal into karst cavities // Proceeding of the 8th Int. Symposium on Water-rock Interaction-WRI-8. Russia. Vladivostok,1995.-P.885-888.

14 Maximovich N.G., Osovetskiy B.M., Blinov S.M. Geochemical Barriers and Environment Protection // GeoEng 2000: Conference Proceedings. 19-24 November 2000. Melbourne, Australia.

15 Palmer C.D., Wittbrodt P.R. Processes affecting the remediation of chromium-contaminated sites // Environmental Health perspectives. Vol. 92, pp 25-40, 1991.

16 Perel'man A. I. (1986) Geochemical barriers: theory and practical applications. Applied Geochemistry. Vol. 1, Is. 6. – P 669–680.

ӘОЖ 622.85:622.51:628.33

Резюме

Максимович Н.Г., Хайрулина Е.А.
(Пермьдік мемлекеттік ұлттық зерттеу университетінің жаратылыстану-ғылыми институты, Пермь қ., Ресей)

ЖЕР ҚОЙНАУЫН РАЦИОНАЛДЫ ПАЙДАЛАНУ ЖӘНЕ ГЕОХИМИЯЛЫҚ БАРЬЕРЛЕР

Қоршаған ортаға әсер ететін тау-кен өндірісін зиянын азайту үшін өзінің экономикалық және жоғары тиімділікті дәстүрлі әдісімен ерекшелінетін жасанды геохимиялық барьерлер ұсынылған. Кизелов көмір бассейінің (Пермь өңірі) 1997-2002 жж. шахталары жойылған, шахтада өздігінен пада болатын қышқыл судың қоршаған ортаға тигізетін зиянын тазалау мәселесі қарастырылған және пайда болатын қышқыл суды сода өндірісінің қалдықтарымен тазалау тиімді әдісі ұсынылған. Осы орайда пайда болған тұнбаны шахта үйінділерін рекультивациялауға қолдануға болады.

Түйінді сөздер: геохимиялық кедергілер, көмір кенорны, қышқыл шахта сулары, сода өндірісінің қалдықтары.

UDC 622.85:622.51:628.33

Summary

Maksimovich N.G., Khayrullina E.A.
(Natural-science institute of the Perm state national research university, Perm, Russia)

GEOCHEMICAL BARRIERS AND RATIONAL SUBSURFACE USE

To reduce the negative mining impact on the environment a method of creating artificial geochemical barriers was provided, this method differs from the traditional methods by high efficiency and profitability. For example Kizel coal basin (Perm Krai), mines of which were liquidated in 1997-2002, the problem of environmental pollution by acid mine discharges was considered and an effective method for purifying waste water by soda production was proposed. The resulting precipitate can be used for bioremediation of mine dumps.

Keywords: geochemical barriers, coal basin,acid mine discharges,soda production waste.

КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ, РАЦИОНАЛЬНОЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК 622.83

Трубецкой К.Н., Милетенко Н.А.
(ИПКОН РАН, Москва, Россия)

ВЛИЯНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ОСВОЕНИИ НЕДР

Аннотация

Обозначена важность исследований по вопросу влияния техногенного воздействия на массив горных пород при освоении недр. Предложены пути решения для эффективности добычи и безопасности ведения горных работ.

Ключевые слова: *геомеханика, массив горных пород, освоение недр, образование трещин и прорывов воды, гидрогеология.*

Түйінді сөздер: *геомеханика, тау жыныстары, жер қойнауын игеру, жарықшақтар және су шығу пайда болу, гидрогеология.*

Keywords: *geomechanics, massif of rocks, development of mineral resources, formation of cracks and breaks of water, hydrogeology.*

Проблема водопользования стала сегодня одной из важнейших для человечества. Поэтому задача сбережения воды приняла планетарный масштаб. В декабре 2003 г. Генеральная Ассамблея Организации Объединенных Наций объявила 2005-2015 гг. Международным десятилетием акций «Вода для жизни», на которой было заявлено, что именно неквалифицированное управление водными ресурсами приводит к нехватке чистой питьевой воды в мире. Разработка месторождений полезных ископаемых оказывает влияние на качество подземных питьевых вод. В этой связи особая ответственность лежит на странах, занимающих лидирующие позиции в области добычи и переработки минерального сырья.

В результате техногенного воздействия на недра Земли происходит изменение гидрогеомеханического состояния массива горных пород, нарушающее гидрологическое и биологическое равновесие в районе ведения горных работ. При этом важным и актуальным является разработка способов управления гидрогеомеханическими процессами. Решению вопросов по управлению геомеханическими процессами в ИПКОН РАН уделяется большое внимание, в частности, разработана схема сдвижения массива горных пород под влиянием подземной разработки. Данная схема эффективно применяется в условиях, схожих с условиями Донецкого угольного бассейна (поскольку была получена путем эмпирических исследовании в этом регионе). Однако с интенсивно изменяющимися технологиями и условиями добычи полезных ископаемых (в том числе с увеличением глубины ведения горных работ, затоплением значительных пространств в связи с закрытием шахт и др.) возникла необходимость развития имеющихся методов на стыке горной науки и смежных дисциплин: гидрогеологии, геологии, геофизики, гидродинамики, экологии, поскольку при освоении недр инициируются взаимосвязанные физические, химические, экологические, тектонофизические геопроцессы.

При разработке месторождений твердых полезных ископаемых негативные последствия в первую очередь связаны с перестройкой гидродинамической структуры бассейна подземных вод, особенно при осушении месторождений, когда откачиваются большие объемы воды и при разработке месторождений способом скважинной гидродобычи, когда могут развиваться неконтролируемые гидрогеомеханические процессы и возможно смешение подземных вод различных водоносных горизонтов. Помимо подземных вод

нарушается водный баланс поверхностных вод на больших территориях, снижают свою производительность или выходят из строя водозаборы подземных вод.

Для решения подобных задач специалистами ИПКОН РАН с целью предотвращения негативных последствий при отработке железных руд КМА, в частности, на Шемраевском участке Больше-Троицкого месторождения, способом СГД были проведены расчеты напряженно-деформированного состояния рудного массива и налегающей толщи при различных значениях объема извлеченной руды и снятия напора воды. Моделирование ситуации показало, что при указанных параметрах «нагружения» в глинистом водоупоре на границе с водоносным пластом образуются локальные зоны растягивающих напряжений. В этих зонах могут образоваться трещины гидроразрыва, которые могут прорезать весь глинистый водоупор и достигнуть слоя известняка, имеющего протяженные природные трещины. Таким образом, нарушение слоя глинистого водоупора означает начало смешения питьевой и минерализованной рудной воды. Таким образом, новый подход к прогнозированию опасных гидрогеологических процессов, учитывающий негативный фактор давления природной воды, приводит к существенно более осторожным оценкам в отношении экологии и безопасности горных работ вблизи водоносных пластов.

Отдельного внимания требует ситуация, возникающая при закрытии шахт и затоплении горных выработок растет техногенная нагрузка на объекты окружающей среды. К негативным явлениям относятся также: нарушение гидрохимического режима подземной гидросферы; активизация процессов деформации и подтопления земной поверхности на подработанных территориях; развитие очагов загрязнения подземных вод и устойчивый рост их минерализации.

Другим принципиально важным аспектом взаимодействия подземных вод и разработки полезных ископаемых является угроза затопления подземных выработок, и особенно угроза динамического прорыва вод в горные выработки. Затопление рудников и шахт может быть связано не только с огромным материальным ущербом, но и с гибелью горнорабочих.

Анализ обстоятельств и причин прорывов воды и плывунных пород в горные выработки отражает масштабы катастрофы данных явлений относительно человеческого фактора и экономического ущерба, наносимого предприятиям, так как влечет за собой гибель людей и требует значительных материальных вложений для устранения последствий и восстановления разрушенных горных выработок. В среднем за год на горнодобывающих предприятиях нашей страны происходит около 6 аварийных ситуаций разной степени сложности, связанных с прорывами воды и плывунных пород в горные выработки.

Для эффективности добычи и безопасности ведения горных работ необходимы:

1) систематизация и анализ накопленных натурных данных по аномальному взаимодействию геомеханических и гидрогеологических процессов, а также по катастрофическим гидродинамическим явлениям на рудниках и шахтах;

2) аналитическое и численное моделирование условий развития техногенных водоносных трещин в массиве горных пород при определении геодинамических, геомеханических и гидрогеологических условиях, изучение условий формирования природно-техногенного гидроразрыва массива пород в виде одиночных протяженных трещин и зон техногенного гидрогеологического расслоения массива;

3) моделирование качественного изменения флюидомиграционных свойств породы при переходе процесса деформирования породы в стадию запредельного деформирования, моделирование условий динамического разрушения гидроизолирующих целиков при изменении их флюидомиграционных свойств;

4) моделирование влияния геодинимических факторов на взаимодействие геомеханических и гидрогеологических процессов;

5) разработка методики прогноза, контроля и предотвращения опасного взаимодействия геомеханических и гидрогеологических процессов с целью повышения безопасности горных работ и уменьшения экологических последствий при освоении недр.

Из вышеизложенного следует высокая актуальность исследований по тематике подземных вод в связи с разработкой полезных ископаемых, при этом исследований междисциплинарных, на стыке горной науки и смежных дисциплин: гидрогеологии, геологии, геофизики, гидродинамики, экологии. В рамках нового подхода могут быть рассмотрены не только фундаментальные вопросы взаимодействия наук, но и разработаны инженерные методы нового поколения, отражающие нелинейные соотношения динамики подземных вод и деформированного состояния пород, и основанные на компьютерном моделировании. В рамках таких исследований может быть продвинуто вперед решение теоретических и прикладных проблем прогноза аномального поведения массива горных пород, и решения вопросов безопасности горного производства, исключающие случаи затопления шахт.

Литература

1. Милетенко И.В., Милетенко Н.А., Одинцев В.Н. Новый геомеханический подход к прогнозу опасных гидрогеологических процессов при подземной разработке твердых полезных ископаемых. // Сб. Горный информационно-аналитический бюллетень. - №7. С. 103-108.
2. Трубецкой К.Н., Милетенко Н.А., Одинцев В.Н. Развитие методов прогноза опасных геомеханических и гидрогеологическихпроцессов при освоении земных недр. - Деформирование и разрушение материалов с дефектами и динамические явления вгорных породах и выработка. XXI Международная научная школа им. акад.С.А.Христианович. - Симферополь, 2011.
3. Милетенко И.В., Одинцев В.Н., Милетенко Н.А. Особенности разрушения подработанного массива горных пород при скважинной гидродобыче. Маркшейдерия и недропользование. №6, 2012. С.44-47

References

1 Miletenko I.V., Miletenko N.A., Odincev V.N. Novyj geomehanicheskij podhod k prognozu opasnyh gidrogeologicheskih processov pri podzemnoj razrabotke tverdyh poleznyh iskopaemyh. // Sb. Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten'. - №7. S. 103-108.

2 Trubeckoj K.N., Miletenko N.A., Odincev V.N. Razvitie metodov prognoza opasnyh geomehanicheskih i gidrogeologicheskihprocessov pri osvoenii zemnyh nedr. -Deformirovanie i razrushenie materialov s defektami i dinamicheskie javlenija vgornyh porodah i vyrabotka. XXI Mezhdunarodnaja nauchnaja shkola im. akad.S.A.Hristianovich. - Simferopol', 2011.

3 Miletenko I.V., Odincev V.N., Miletenko N.A. Osobennosti razrushenija podrabotannogo massiva gornyh porod pri skvazhinnoj gidrodobyche. Markshejderija i nedropol'zovanie. №6, 2012. S.44-47

ӘОЖ 622.83

Резюме

К. Н. Трубецкой, Н.А. Милетенко
(РҒА ЖҚКИМИ, Мәскеу, Ресей)

ЖЕР ҚОЙНАУЫН ИГЕРУ КЕЗІНДЕ ГИДРОГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІҢ ӘСЕРІ

Жер қойнауын игеру кезінде тау жыныстарына техногендік әсерін зерттеу мәселесі маңызды болып белгіленді. Тау-кен жұмыстарын жүргізгенде қауіпсіздік және өндіру тиімділігін шешу жолдары ұсынылды.

Түйінді сөздер: геомеханика, тау жыныстары, жер қойнауын игеру, жарықшақтар және су шығу пайда болу, гидрогеология.

UDC 622.83

Summary

Trubetskoy K.N., Miletenko N.A.
(Institute of problems of complex development of a subsoil of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia)

INFLUENCE OF HYDROGEOLOGICAL AND GEOMECHANICAL PROCESSES AT DEVELOPMENT OF MINERAL RESOURCES

Importance of researches on a question of influence of technogenic impact on the massif of rocks at development of mineral resources is designated. Solutions for efficiency of production and safety of conducting mining operations are offered.

Keywords: geomechanics, massif of rocks, development of mineral resources, formation of cracks and breaks of water, hydrogeology.

УДК 622:553+622.271.3

Едильбаев А.И., Югай В.Д.,Музгина В.С., Кубеев Р.У., Султанов Р.М.
(ТОО «Горное бюро», Алматы, Казахстан)

ОСВОЕНИЕ НОВЫХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАЗАХСТАНА: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ

Аннотация

В докладе обобщается опыт ТОО «Горное бюро» по разведке и освоению новых железорудных месторождений Казахстана. Приведены данные по промышленной эксплуатацию среднего по запасам месторождения железных руд Бапы, расположенного в Карагандинской области, где на сегодняшний день добыто и переработано 5,7 млн. тонн руды.

Ключевые слова: *сырьевая база ГМК, мелкие и средние месторождения, добыча и переработка монометальных железных руд.*

Түйінді сөздер: *КМК шікізат базасы, шағын және орта кен шығатын орны, теміркен қазу және өндеу.*

Keywords: *raw materials base of MMC, small and medium-sized deposits, mining and processing of mono-metal iron ores.*

Устойчивое развитие Республики Казахстан связано с успешным функционированием горно-металлургического комплекса (ГМК).

К настоящему времени в ГМК Казахстана требуют решения проблемы восполнения минерально-сырьевой базы крупных горно-металлургических предприятий, поскольку запасы месторождений, на базе которых они были созданы, уже в значительной степени выработаны. Проведенный нами анализ позволили оценить перспективы развития сырьевой базы таких предприятий.

В Казахстане имеется большое количество недоизученных рудных объектов, большинство которых относится к рудопроявлениям или мелким месторождениям. Вероятность, что разведка этих месторождений выявит новые крупные месторождения невелика, однако, сырьевой потенциал совокупности мелких и средних рудных объектов в ряде случаев превышает сырьевой потенциал отдельных крупных и даже гигантских месторождений. На наш взгляд освоение мелких и средних месторождений имеет в Казахстане большие перспективы.

На основе анализа тенденций в мировом горном производстве и собственного опыта нами разработана концепция дальнейшего развития ГМК, которая заключается в следующем.

Крупные горно-обогатительные и горно-металлургические предприятия в Казахстане, как правило, являются градообразующими, а вокруг некоторых из них сформировались моногорода. Закрытие таких предприятий приведет к существенному сокращению рабочих мест и оставит без источников существования местное население. Поэтому продление сроков их работы имеет как экономическое, так и важное социальное значение.

В современных условиях строительство новых крупных горно-обогатительных и горно-металлургических комбинатов в неосвоенных районах (или в районах со слабо развитой инфраструктурой) требует огромных инвестиций, которые получить в настоящий момент достаточно проблематично. Поэтому представляется целесообразным обеспечить дальнейшее эффективное функционирование уже существующих горно-обогатительных и металлургических комплексов с их инфраструктурой за счет отработки средних и мелких месторождений и переработки техногенных ресурсов (рисунок 1).

Поскольку мелкие и средние месторождения, как правило, располагаются достаточно далеко от действующих металлургических центров и в недостаточно освоенных регионах,

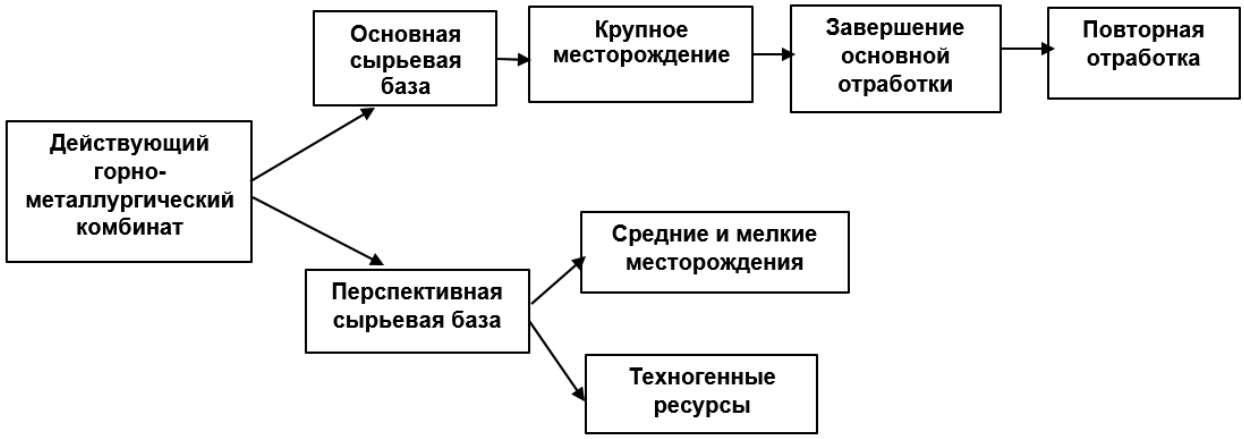


Рисунок 1 – Основная и перспективная сырьевая база действующих горно-металлургических комбинатов

отсутствие инфраструктуры и транспортных коммуникаций служит существенным препятствием для их освоения. Перевозка руды на большие расстояния не эффективна из-за высоких транспортных расходов. Поэтому, по нашей концепции, первичную переработку рудного сырья следует осуществлять на месте его добычи, получая товарный продукт – концентрат, транспортировка которого до крупных металлургических комбинатов будет эффективной. Эта проблема может быть решена путем создания на средних и мелких месторождениях с относительно небольшими объемами запасов и сроком отработки 10-15 лет вахтовых поселков с передвижными модульными комплексами.

При этом необходимо будет разработать эффективные технологии переработки бедного некондиционного сырья, которые имеют свою специфику, особенно для условий отдаленных вахтовых предприятий.

Одним из важных технологических ограничений является возможный дефицит воды, что может потребовать применения сухих методов обогащения. Кроме того, имеется еще ряд требований. Так, с технологической точки зрения, схемы обогащения должны быть максимально просты и обеспечивать получение товарного продукта в условиях значительных колебаний качества поступающего на переработку сырья.

К технологическому оборудованию также предъявляются специфические требования. Применяемое технологическое оборудование должно быть легким и безопасным в обслуживании. Кроме того, необходимо обеспечить высокую ремонтопригодность технологического оборудования, чтобы оно могло ремонтироваться в полевых условиях вдали от крупных ремонтных баз.

С экологической точки зрения необходимо, чтобы применяемые технологические процессы не использовали опасные токсичные реагенты, а для складирования хвостов обогащения целесообразно использование простых хвостохранилищ типа шламовых отстойников и накопителей.

Опыт ТОО «Горное бюро» по разведке и постановке на государственный баланс запасов месторождений показал, что разведанные в последние годы железорудные месторождения относятся к мелким и средним монометальным с невысоким (30 и менее % Fe), либо к крупным по запасам, но с низким содержанием (менее 20%) железа комплексными рудам. К первым можно отнести магнетитовое месторождение Бапы, а ко вторым – титатно-магнетитовое месторождение Масальское.

ТОО «Горное бюро» осуществило весь цикл работ по освоению железорудного месторождения Бапы – от разведки до получения товарного концентрата.

Анализ геологических, гидрогеологических, географо-экономических, климатических и технических сведений показал, что отработка запасов месторождения Бапы может осуществляться открытым способом с применением буровзрывных работ для подготовки руды к экскавации. Для отработки месторождения Бапы была принята автотранспортная сплошная продольная однобортовая система разработки с внешним отвалообразованием, которая обеспечивает безопасную и экономически целесообразную разработку полезного ископаемого, полное извлечение запасов и охрану окружающей среды. Потери при разработке месторождения составляют 5%, разубоживание – 5%.

Для комплексной механизации основных технологических процессов добычи руды было приобретено современное технологическое оборудование: буровые станки ROC L-8; экскаваторы TEREX RH-40 и Komatsu PC1250-7типа прямая лопата; автосамосвалы CATERPILLAR CAT 777 и KOMATSU HD 785-5; CATERPILLAR CAT D9R; погрузчик CATERPILLAR CAT 988 H.

На рисунке 2 представлен процесс погрузки руды экскаватором TEREX RH-40 в автосамосвал CATERPILLAR CAT 777 в забое месторождения Бапы.

Рисунок 2 – Технологическое оборудование в забое на месторождении Бапы

Промышленную ценность руды месторождения Бапы составляет железо, представленное магнетитом. Содержание других металлов в руде – на уровне кларковых, что характеризует эту руду как монометальную. В руде практически отсутствуют вредные примеси, а также отмечено низкое содержание кварца. Химико-минералогический состав позволяет использовать ее для производства высококачественных концентратов для прямого восстановления железа или для подшихтовки железорудных концентратов более низкого качества, что обеспечивает стабильный сбыт товарной продукции.

Проведенные нами исследования по обогатимости показали, что руда месторождения Бапы хорошо обогащается в высокоинтенсивном режиме магнитного разделения сухой магнитной сепарации (СМС). Для обогащения руды построен дробильно-сортировочный комплекс (КДСО), который был оснащен современным стандартным оборудованием для сухой магнитной сепарации: дробилками, грохотами, магнитными сепараторами производства METSO MINERALS (рисунок 3).

Проектная мощность комплекса дробильно-сортировочного оборудования составляет 3,0 млн. тонн руды в год и соответствует проектной производительности карьера по добыче руды. Руда на КДСО доставляется и перерабатывается в соответствии с графиком горных

работ. Технологическая схема обогащения железных магнетитовых руд месторождения Бапы включает следующие основные технологические процессы:

- крупное и среднее дробление;
- мелкое дробление в цикле с классификацией (грохочением) и сухой магнитной сепарацией.

Рисунок 3 – Комплекс дробильно-сортировочного оборудования на месторождении Бапы

Руда из карьера крупностью минус 700+0 мм карьерными самосвалами доставляется в приемный бункер отделения крупного дробления, откуда колосниковым вибропитателем подается в щековую дробилку стадии крупного дробления. Далее руда крупностью минус 250+0 мм по ленточному конвейеру поступает на уравнительный открытый склад. Разгрузка склада в нижней части конуса осуществляется вибропитателями на конвейер и далее на первую стадию грохочения с разделением руды крупностью минус 250+0 мм на 2 класса: минус 250+30 мм и минус 30+0мм. Класс минус 30+0 мм поступает на вторую стадию грохочения с получением руды крупностью минус 30+10 и минус 10+0 мм.

Руда крупностью минус 250+30мм после первой стадии грохочения направляется на участок двухстадийного среднего дробления на конусных дробилках с третьей стадией грохочения и получением руды крупностью минус 30+10 и минус 10+0 мм.

Соответствующие по крупности руды после второй и третьей стадий грохочения, объединяются и поступают на сухую магнитную сепарацию. Руда крупностью минус 30+10 мм поступает на одностадийную сухую магнитную сепарацию с получением немагнитных отвальных хвостов и магнитного промпродукта. Материал крупностью минус 10+0 мм поступает на двухстадийную СМС с получением после первой стадии сепарации отвальных не магнитных хвостов и продукта, который поступает на вторую стадию сепарации с получением готового железорудного концентрата и промпродукта. Промпродукты одностадийной и двухстадийной СМС объединяются и поступают на участок мелкого ударного дробления – на ударную дробилку.

Раздробленная ударным способом руда возвращается (в цикле) в питание второй стадии грохочения и СМС. Цикл повторяется, пока руда не раскроется ударным дроблением и не разделится на концентрат и отвальные хвосты.

Отходы сухой магнитной сепарации – отвальные хвосты вывозятся автотранспортом в отвал, расположенный рядом с фабрикой.

Железорудный концентрат СМС вывозится автотранспортом в склады готовой продукции, расположенные на грузовом терминале железнодорожной станции Мойынты в 25 км от обогатительной фабрики.

К настоящему времени на месторождении Бапы добыто и переработано 5,7 млн. тонн руды. Его эксплуатация будет осуществляться в течение 15 лет, поэтому сейчас ведется

проработка направлений дальнейшего развития обогатительного комплекса, построенного на этом месторождении.

На момент завершения отработки запасов компания, эксплуатирующая месторождение, накопит опыт по обогащению бедных железных руд, наладит связи и каналы реализации готового продукта. Кроме того, сформируется профессиональный коллектив работников. Поэтому для продления срока стабильной работы горно-обогатительного комплекса, целесообразно оценивать перспективы их загрузки рудой с мелких близлежащих месторождений.

Анализ геологической информации показал, что в радиусе до 50 км от месторождения Бапы в аналогичной геологической обстановке находится ряд месторождений с общими запасами 300 млн.т и средним содержанием железа от 25 до 40%. Эти месторождения требуют геологического изучения на базе полномасштабных геологоразведочных работ, существует также ряд вопросов с получением лицензий на недропользование, тем не менее, нами продолжается работа для обеспечения действующего обогатительного комплекса на месторождении Бапы сырьевой базой на перспективу. Это делается для того, чтобы после отработки запасов месторождения созданная инфраструктура продолжала использоваться для переработки руды близлежащих средних и мелких месторождений. Данное решение позволит повысить экономическую эффективность использования технологического оборудования и обеспечить социальное развитие региона.

ӘОЖ 622:553+622.271.3

Резюме

Еділбаев А.И., Югай В.Д., Музгина В.С., Кубеев Р.У., Сұлтанов Р.М.
(ЖШС «Горное бюро», Алматы, Қазақстан)

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЖАҢА ТЕМІРКЕНДІ КЕН ШЫҒАТЫН ЖЕРДІ МЕҢГЕРІП АЛУ: ТЕОРИЯСЫ ЖӘНЕ ЖҰМЫС ТӘЖІРИБЕСІ

ТОО «Горное бюро» баяндамада барлау бойымен нарықтық теміркені Қазақстанның жерлерінде тәжірибе игеруді. Бапы темірлі кендерді туған жердің қорлары, Қарағанды облысында табылған қолдану жөніндегінің кеннің әкелінген деректері 5,7 миллион тонналары жұмыс істеген.

Түйінді сөздер: КМК шікізат базасы, шағын және орта кен шығатын орны, теміркен қазу және өндеу.

UDC 622:553+622.271.3

Summary

Yedilbayev A.I., Yugay V.D., Muzgina V. S., Kubeyev R.U., Sultanov R. M.
("Gornoe Buro" LLP, Almaty, Kazakhstan)

DEVELOPMENT OF NEW IRON ORE FIELDS OF KAZAKHSTAN: THEORETICAL ASPECTS AND PRACTICAL EXPERIENCE

Experience of "Gornoe Buro" LLP on new Kazakhstan's iron-ore deposits exploration and development is presented in the paper. Data are presented on industrial exploitation of Bapy middle-sized on reserves iron-ore deposit, which is situated in Karaganda oblast and at this deposit up today 5.7 million tons of ore were mined and processed.

Keywords: raw materials base of MMC, small and medium-sized deposits, mining and processing of mono-metal iron ores.

УДК 622.364

Кожогулов Б.К.
(Проектно-исследовательский центр «Кен-Тоо», г. Бишкек, Кыргызстан)

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Аннотация

В работе показан экономический потенциал горной промышленности Кыргызской Республики. Приведены конкретные данные о добыче и производстве цветных металлов в Кыргызстане.

Ключевые слова: *горнодобывающая промышленность, инвестиции, руда, олово, железо, кремний, уголь, алюминий.*

Түйінді сөздер*:Тау-кен инвестициялық, кен, қалайы, темір, кремний, көміртегі, алюминий.*

Keywords: *Mining investment, ore, tin, iron, silicon, carbon, aluminum*

Горнодобывающая промышленность явилась значимой составляющей для подъема экономики многих стран, которые провели реформы горнодобывающей отрасли в последние два десятилетия и успешно привлекли большое количество инвестиций. Она ценится за способность напрямую дать толчок, как индустриализации, так и бюджетным поступлениям. Горнодобывающая промышленность требует развития инфраструктуры и отечественных фирм, поставляющих товары и услуги, что также способствует генерированию новых точек роста.

Высокий уровень геологической изученности территории Кыргызстана, значительный фонд разведанных месторождений, числящихся на государственном балансе, открывает перед страной в этом направлении широкие возможности [1]. Для прогнозирования развития горнодобывающей промышленности были применены методы эконометрического моделирования в разрезе всех ее перспективных отраслей с точки зрения следующих индикаторов:

1. Объем инвестиций (капитальные вложения);
2. Объем промышленной продукции;
3. Общая сумма налоговых поступлений и платежей;
4. Отчисления в Социальный Фонд;
5. Оставленная стоимость;
6. Количество рабочих мест в прямой, косвенной и индуцированной занятости.

Учитывая, что в Кыргызстане цветные металлы присутствуют в комплексных рудах, (например, месторождение Мироновское содержит такие полезные компоненты, как медь, висмут, золото, месторождения Бозымчак, Куру-Тегерек, Андаш содержат помимо золота медь, молибден и т.д.), цветные металлы пересчитаны по золотому эквиваленту и учтены в экономических моделях золоторудных месторождений [1].

Оловянная и вольфрамовая промышленность

В виду различия руд, для получения максимальных технологических показателей, технологические схемы обогащения руды будут различными.

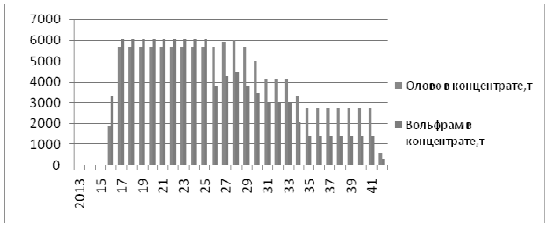


Рисунок 1 - Динамика производства продукции

В результате обогащения руд будут получены оловянный и вольфрамовый концентраты, которые в наших прогнозах являются конечным продуктом.

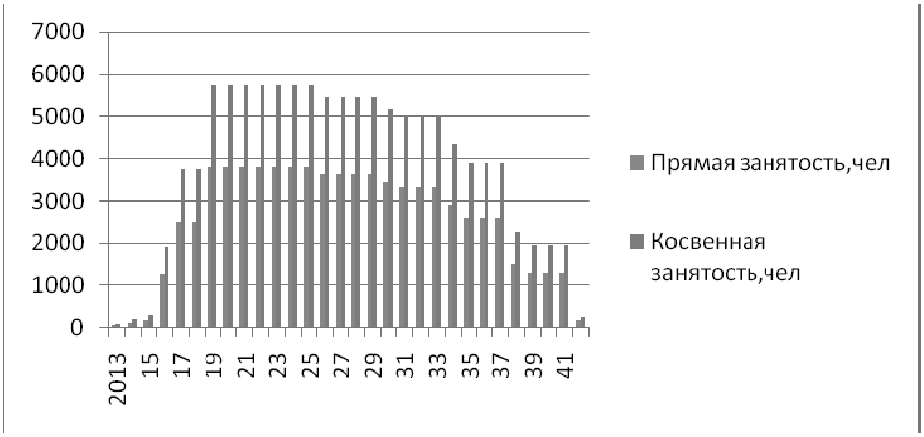


Рисунок 2. Динамика занятости по годам отработки

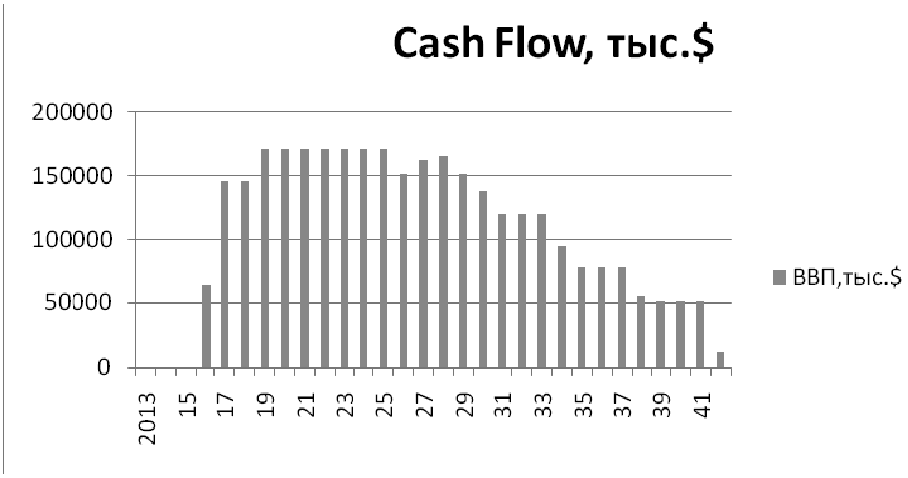


Рисунок 3 - Динамика изменения CashFlow олово-вольфрамовых месторождений

В целом комплексная разработка олово-вольфрамовых месторождений позволит стране получить инвестиции в размере 460 млн. долларов, общая сумма налоговых поступлений и платежей – 565 млн. долларов и отчисления в социальный фонд КР может составить 126,9 млн. долларов США.

Железо

Наиболее изученной в пределах Джетымского железорудного бассейна является рудоносная зона протяженностью 37,5 км при ширине выхода на дневную поверхность от 1,0 до 2,5 км, где выделено 5 рудных участков: Данты, Туюксу, Айрансу, Молдобаш и Телеке.

Наиболее крупным объектом разработки является участок Данты, на котором запасы оценены в 2,88 млрд.т. руды, что составляет 53% от всех запасов месторождения. По перспективной оценке всего железорудного бассейна его запасы (ресурсы) могут достигать 11-12 млрд.т.

Отработка месторождения возможна открытым способом. Эксплуатационный коэффициент вскрытия составляет 0,2 $м^3$/т. Годовая производительность карьера принята ровной 7,5 млн.т. по руде, при этом годовой выпуск концентрата составит 2,625 млн.т.

Средние удельные затраты электроэнергии на железорудных горных предприятиях составляют 44-45 кВт-ч на 1 т добытой и переработанной руды и 125-126 кВт-ч на 1 т полученного концентрата.

Согласно результатам, представленных на рисунке 4, видно, что добыча железной руды с последующей переработкой до концентрата и реализацией достаточно выгодный бизнес - Чистый приток денежных средств за весь период превысит 3 млрд. долларов США. А также численность занятых на производстве может превысить 2500 человек, косвенная занятость – около 4000 человек, общая сумма налоговых поступлений может составить более 1 млрд. долларов США и отчисления в Социальный фонд КР – около 160 млн. долларов США.

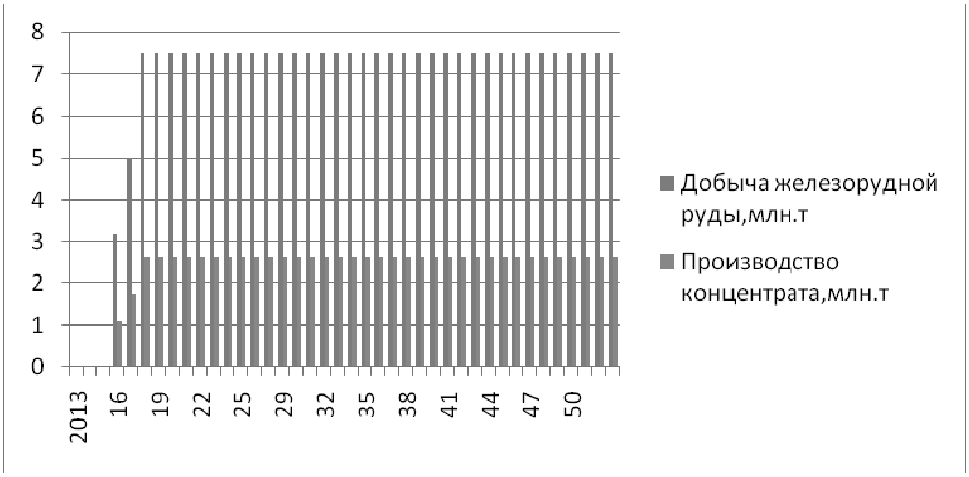


Рисунок 4 - Динамика добычи руды и производства концентрата

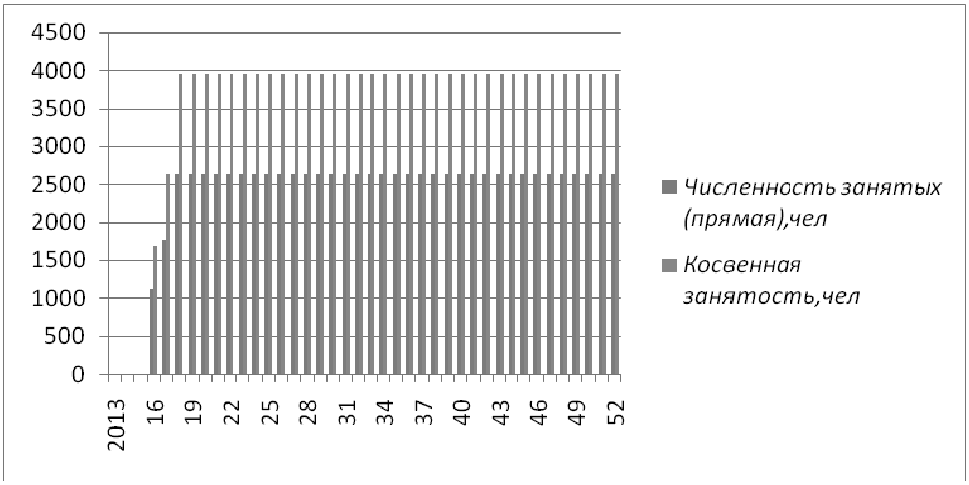


Рисунок 5 - Динамика численности занятых в железорудной промышленности

Учитывая низкую стоимость железорудного концентрата, экономическая эффективность производства будет зависеть от стоимости транспортировки до рынков сбыта. Строительство железной дороги Китай-Узбекистан через территорию Кыргызстана значительно поднимет ценность этого проекта.

Нефелиновые сиениты

Нефелиновые сиениты в Кыргызстане являются сырьевой базой для алюминиевой промышленности. Наличие крупных месторождений алюминиевого сырья в республике создает благоприятные предпосылки для развития алюминиевой промышленности в

будущем [2]. Приблизительный экономический расчет, показывает небольшую экономическую выгоду от производства алюминия на сегодняшний день (Таблица 1).

Таблица 1 - Вклад от разработки глиноземных месторождений в экономику Кыргызстана

Индикатор	Ед. изм.	Глиноземное производство
Количество запасов	млн.т	160,92
Срок обеспеченности предприятия эксплуатационными запасами	лет	30,0
Срок строительства	лет	2
Период отработки	лет	30
Производственная мощность предприятия по добыче руды	млн.т/год	5,37
Производство глинозема	млн.т	24,4
Производство цемента	млн.т	110,8
Капитальные вложения	млн.$	1 788,0
Объем промышленной продукции (работ, услуг), всего	млн.$	47 850,3
CashFlow	млн.$	17 366,0
Общая сумма налоговых поступлений и платежей	млн.$	2 727
Отчисления в соцфонд, всего	млн.$	349,9
Чистый приток денежных средств	млн.$	6 484,1
Чистая текущая стоимость	млн.$	13,7
Ставка дисконтирования	%	15,0

Кремний (кварциты)

В таблице 2. показан прирост экономических показателей от каждого передела. Дальнейшее продвижение по глубине переработки кварцевого сырья и по номенклатуре конечного продукта, зависит от успешной работы по этим двум направлениям.

Таблица 2 - Вклад от производства по переработке кварцитов в экономику Кыргызстана

Индикатор	Ед.изм.	Технический кремний	Кварц для металлургии	Прирост
Количество запасов	млн.т	3,1	3,1	
Период отработки	лет	36	36	
Инвестиции, всего	млн.$	89,4	6,7	82,7
Объем промышленной продукции (работ, услуг), всего	млн.$	2 071,6	216,8	1854,8
Общие налоги, всего	млн.$	237,0	41,0	196,0
Отчисления в соцфонд, всего	млн.$	36,8	21,5	15,2
Среднегодовая занятость:				
Прямая	чел	608	356	252
косвенная и индуцированная	чел	912	534	378

CashFlow	млн.$	1 261,9	135,1	1126,8
Чистый приток денежных средств	млн.$	552,0	43,0	509,0
Ставка дисконтирования по расчету	%	15,0	15,0	
Чистая текущая стоимость	млн.$	2,0	0,5	1,5

Угледобывающая отрасль промышленности

Угольная отрасль промышленности Кыргызской Республики располагает достаточной сырьевой базой для полного удовлетворения потребностей экономики в угольном топливе. Предприятия угольной промышленности относятся к числу наиболее трудоемких, так как при добыче угля подземным способом в себестоимости угля затраты живого труда (заработная плата с начислениями) составляют около 50% общих затрат на производство. При этом, на угольных шахтах на соотношении затрат в себестоимости (по элементам) оказывают влияние горно-геологические условия, техническая оснащенность и технология добычи угля. Причем основной минус – стоимость транспортировки автомобильным транспортом, которая для внутреннего потребления становится нерентабельной после 500-600 км.

Экономические расчеты показывают, что развитие промышленности коксового угля при инвестициях на начальном этапе в 26 млн. долларов США, объем промышленной продукции превышает 4 млрд. долларов США. Поступления в бюджет составили 316,1 млн. долл., прямая среднегодовая занятость всего – 3902 чел., из них прямая – 1501 чел. и косвенная и индуцированная занятость – 2401 чел. Отчисления в Соцфонд превышают 140 млн. долларов США.

Добыча и обработка камня

В настоящее время одним из перспективных инновационных и инвестиционно-привлекательных. направлений деятельности в области добычи и освоения природных ресурсов являются карьеры пильных и остаточных известняков. Залежи известняков характеризуются большими запасами, небольшой глубиной залегания, однородностью и возможностью использования открытого способа их добычи.

Широкий спектр применения известняков позволяет полностью использовать их залежи и извлекать максимально возможную прибыль из освоения месторождений. Использование известняков в качестве: пильного камня и блоков, плитки облицовочной, муки известняковой (отсева), щебня флюсового, основного сырья для производства цемента, добавок при изготовлении других строительных материалов (кирпич, тротуарная плитка, прессованный перегородочный камень и др.).

За прогнозный период подразумевается добыть 750 тыс.м3, при запасах в 16 млн.м3.

Таблица 3 - Вклад от добычи и обработки известняка-ракушечника в экономику Кыргызстана

Индикатор	Ед.изм.	
Инвестиции, всего	млн.$	3,8
Объем промышленной продукции (работ, услуг), всего	млн.$	210,0
Среднегодовая занятость всего, в том числе:	чел	239
Прямая	чел	92
косвенная и индуцированная	чел	147
CashFlow	млн.$	170,8
Общая сумма налоговых поступлений и платежей	млн.$	15,2
Отчисления в соцфонд, всего	млн.$	5,0

Оставленная стоимость	млн.$	64,1
Чистый приток денежных средств	млн.$	72,4
Чистая текущая стоимость	млн.$	7,4

Исходя из полученных результатов, можно сделать следующие выводы, а именно, при вложении средств в 3,8 млн. долл. США объем промышленной продукции превысит 200 млн. долл., общая сумма налоговых поступлений составит 15 млн. долл., отчисления в Социальный фонд КР – 5 млн. долл. Среднегодовая занятость составит 239 чел., из них прямая занятость – 92 чел., косвенная и индуцированная – 147 чел. При этом чистый дисконтированный доход инвестора всего 7,4 млн. долл. США.

Развитие строительной отрасли в КР дает огромную возможность для предприятий занимающихся добычей и обработкой природного камня, значительно увеличить рост производства и реализации продукции. В настоящее время высоким спросом для низкоэтажного строительства пользуются строительные материалы из природного камня и блоков мягких пород (ракушечник, белый известняк и др.).

Однако в целом экономические расчеты, включая золотодобывающую отрасль, показали, что:

- в структуре горнодобывающей промышленности 50% продукции (по стоимости) обеспечивает золотодобыча.
- итоговые значения прогнозных индикаторов горнодобывающей промышленности (включая золотодобывающую отрасль) представлены в таблице 4.
- в результате проведенного эконометрического моделирования итоговые показатели прогноза развития горнодобывающей промышленности выглядят следующим образом:
  - при инвестициях на начальном этапе в 7,7 млрд. долларов США объем поступлений от промышленной продукции может превысить 121 млрд. долларов США;
  - поступления в госбюджет – около 12 млрд. долл.;
  - прямая среднегодовая занятость – около 20000 чел.
  - косвенная и индуцированная занятость – около 32000 чел.
  - общие отчисления в Соцфонд - около 2 млрд. долл.

Таблица 4 -Экономический потенциал горнодобывающей промышленности Кыргызстана

Индикатор	Ед.изм.	Горнодобывающая отрасль
Инвестиции, всего	млрд.$	7,7
Объем промышленной продукции (работ, услуг), всего	млрд.$	121
Общая сумма налоговых поступлений и платежей	млрд.$	11,9
Отчисления в соцфонд, всего	млрд.$	1,9
Чистый приток денежных средств	млрд.$	29,4
Чистая текущая стоимость	млрд.$	19,0
Оставленная стоимость	млрд.$	33
Занятость всего, в том числе:	чел.	51551
Прямая	чел.	19827
Косвенная и индуцированная	чел.	31724

Полученные расчеты финансовых моделей разработки месторождений показывают, что горнодобывающая промышленность может оказать сильное влияние на долгосрочное устойчивое развитие страны.

Литература

1 Уметов Э. Будущее экономики Кыргызстана кроется в кыргызских горах. – Б.: 2001. – 38с.

2 Кожогулов Б.К. Экономический потенциал золотодобывающей промышленности Кыргызской Республики: состояние и перспективы развития// Современные проблемы механики сплошных сред. Вып. 14. Бишкек, 2011 – с.36-49.

References

1 Umetov Je. Budushhee jekonomiki Kyrgyzstana kroetsja v kyrgyzskih gorah. – B.: 2001. – 38s.

2 Kozhogulov B.K. Jekonomicheskij potencial zolotodobyvajushhej promyshlennosti Kyrgyzskoj Respubliki: sostojanie i perspektivy razvitija// Sovremennye problemy mehaniki sploshnyh sred. Vyp. 14. Bishkek, 2011 – s.36-49.

ӘОЖ 622.364

Резюме

Қожоғұлов Б.Қ.
(Жобалау зерттеу орталық «Кен-Тоо», Бишкек қ.., Қырғызстан)

ҚЫРҒЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНДА КЕН ӨНДІРУ ӨНЕРКӘСІБІНІҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ӘЛЕУЕТІ

Мақалада Қырғыз Республикасының тау-кен өнеркәсібі экономикалық әлеуетін көрсетеді. Қырғызстандағы түсті металдар өндіру және өндіру бойынша нақты деректер.

Түйінді сөздер: тау-кен инвестициялық, кен, қалайы, темір, кремний, көміртегі, алюминий.

UDC 622.364

Summary

Kozhogulov B. K.
(Design and research center «Ken-TOO», Bishkek, Kurgystan)

ECONOMIC CAPACITY OF THE MINING INDUSTRY OF THE KYRGYZ REPUBLIC

The economic potential of the mining industry of the Kyrgyz Republic are shown in the article. Specific data mining and the production of nonferrous metals in Kyrgyzstan are provided.

Keywords: mining investment, ore, tin, iron, silicon, carbon, aluminum

УДК 622.411.33:533.17

Дрижд Н.А.[1], Муллагалиев Ф.А.[2],
Кабирова С.В.[2], Акбаров Е.Е.[2], Ахматнуров Д.Р.[1]
([1]Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда,
[2]ТОО «Жумыс-Стройсервис», г. Караганда, Республика Казахстан)

О РЕАЛИЗАЦИИ ПИЛОТНОГО ПРОЕКТА ПО ИЗВЛЕЧЕНИЮ МЕТАНА ИЗ НЕРАЗГРУЖЕННЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Аннотация

Произведена предварительная оценка ресурсов метана угольных пластов и обоснована технология интенсивного извлечения газа метана из угольных пластов и подготовка к комплексному освоению его ресурсов в Карагандинском угольном бассейне.

***Ключевые слова**: угольный пласт, метан угольных пластов, газопроницаемость, гидроразрыв.*

***Түйінді сөздер:** көмір тақталары, көмір тақталарындағы метан, газ өткізгіштігі, гидравликалық жару.*

***Keywords**: coal seam, coalbed methane, gas permeability, hydrofracturing.*

Метан угольных пластов является одним из основных нетрадиционных источников горючего газа. Его можно оценивать с двух принципиальных позиций: как самостоятельное полезное ископаемое, извлечение которого из недр может осуществляться независимо от добычи угля по специальным технологиям, при условии их рентабельности, и как попутное полезное ископаемое, извлекаемое из недр совместно с подготовкой шахтных полей к эксплуатации и с добычей угля с целью обеспечения безопасных условий труда. В последнем случае рентабельность дегазации играет подчиненную роль, а весь экономический эффект определяется возможностью интенсификации ведения горных работ на шахтах, т.е. повышением темпов проходки пластовых выработок и нагрузок на очистные забои.

Угольные месторождения по существу являются углегазовыми, так как запасы метана в них сопоставимы с запасами природного газа. По разным источникам в Карагандинском угольном бассейне на глубине до 1800 м содержится от 1,0 до 4,0 трлн. м^3 газа (рисунок 1).

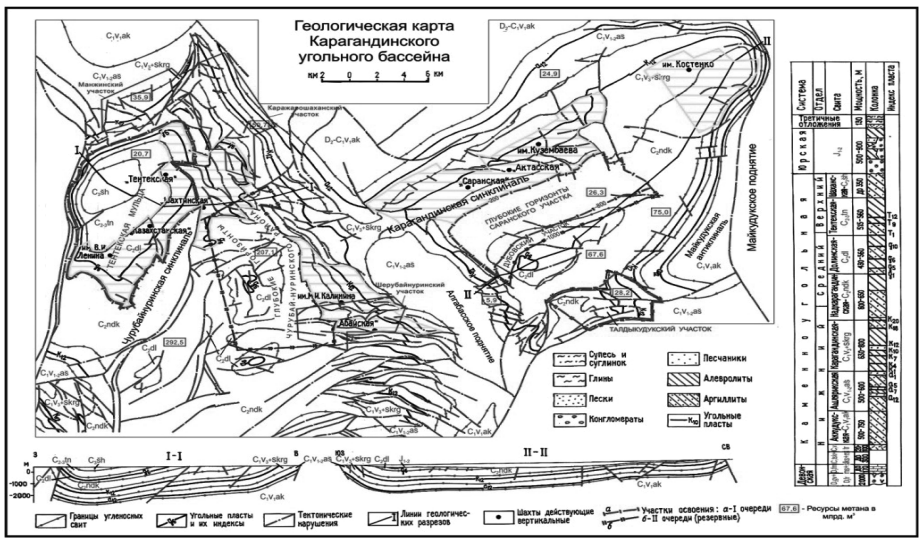


Рисунок 1 – Геологическая карта Карагандинского бассейна

В отличие от нефтяных и газовых коллекторов, большинство угольных пластов характеризуются более низкими значениями природной пористости и фильтрационной и

диффузионной проницаемости. Естественная проницаемость угольных пластов мала и в условиях Карагандинского бассейна она составляет $(10\div50)\cdot10^{-4}$ мД.

На угольных месторождениях обычно выделяют два вида коллекторов: коллекторы связанных газов – угольные пласты, пропластки, включения, углистые породы с высоким (более 20 %) содержанием органики и коллекторы свободных газов – вмещающие породы с малым (до 10 %) содержанием органических веществ [1]. Объем и характер метанонасыщенности угля определяется его пористостью, давлением газа, температурой и вещественным составом угля. Пористость углей и пород угленосной толщи – один из основных показателей, определяющих содержание в них газа в связанном и свободном состоянии. В угольных пластах основное количество газа находится в связанном состоянии: преимущественно в виде раствора в твердом веществе (абсорбция), в сгущенном виде на поверхности пор (адсорбция) и конденсированном в надмолекулярных порах. Исследованиями пористости углей [2-3] установлено, что основной объем обусловлен молекулярными порами, размером в несколько ангстрем, т.е. равный размерам молекул газов, встречаемых в угольных пластах (метан, углекислый газ, азот, водород, гомологи метана и др.).

Объектом для реализации первого в бассейне пилотного проекта по извлечению метана выбраны нижние горизонты Саранского участка, который расположен в юго-западной части Карагандинского района Карагандинского бассейна. Его выбор объясняется следующими факторами:

– высокой угленосностью - 9,5 %. Общая мощность угольных пластов участка составляет около 60 м; большинство пластов выдержаны по мощности; четыре пласта имеют мощность более 3,5 м;

– по степени метаморфизма марки углей от КЖ до ОС, что предполагает высокую природную газоносность (до 26 $м^3$/т с.б.м.). Средняя плотность ресурсов метана при учете нормальной мощности пластов достигает 500-600 млн. $м^3$ /$км^2$, а для глубин 200-1000 м - 870-1060 млн. $м^3$ /$км^2$. Общие ресурсы метана в угольных пластах на площади 31 $км^2$ составляют около 26 млрд. $м^3$. Ресурсы метана в углевмещающих породах составляют около 109 млрд. $м^3$;

– значительной нарушенностью угленосной толщи, что обусловливает наличие свободного метана, заполняющего пустоты разрывных нарушений, зоны смятия угля и пород и развитие нескольких систем разнонаправленной трещиноватости, что облегчает газоотдачу угля и увеличивает газопроницаемость угленосной толщи;

– карбоновые отложения, с которыми связано метанообразование и метаноносность участка, перекрыты чехлом юрских и кайнозойских газонепроницаемых пород, являющихся стратиграфическим экраном для мигрирующих к дневной поверхности газов (в основном метана);

– наличие антиклинальных структур, в купольных поднятиях которых углегазовмещающий массив находится в несколько растянутом состоянии, вследствие чего обладает повышенной газпроницаемостью при практически сохраненной метаноносности.

Начальная стадия проекта была ориентирована на определение объема и распределения
угольных газов Саранского участка. В результате было выделено в общей сложности 10 перспективных объектов. Основное внимание было нацелено на прогнозирование динамики добычи газа и планирование долгосрочной эксплуатации месторождения. Прогноз динамики добычи газа для наиболее перспективных участков Саранского участка (<1000 метров) производился с использованием программного обеспечения ECLIPSE, права на использование которого принадлежат компании Шлюмберже. Ввиду неопределенности ключевых параметров пласта, влияющих на добычу угольного газа, вместо детерминистического метода было решено применить вероятностный метод.

Была выбрана схема разработки месторождения угольных газов Саранского участка. С точки зрения стоимости скважины, обосновано проведение до пяти операций закачивания на одну скважину, что позволит произвести извлечение газа более чем из половины общей мощности угольного пласта. На основе анализа данных бурения проведена оценка запасов углеводородного газа и прогноз выдержанности пластов с использованием вероятностных методов. На основе полученных результатов (рисунок 2) наиболее оптимальным считается

совместное испытание пяти продуктивных толщ с исходными геолого-техническими условиями ($К_{12}$, $К_{10}$, $К_{7-8}$, $К_{13}$ и $К_{18}$).

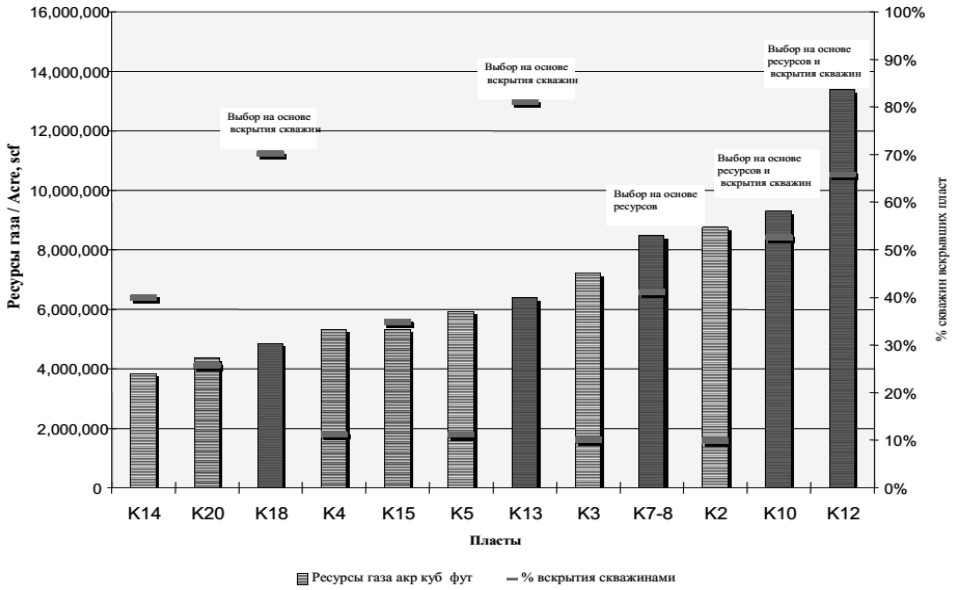


Рисунок 2 – Анализ наиболее вероятных сценарий конфигурации скважин, включающий пять угольных пластов Саранского участка

На основе полученных результатов (В соответствии с «Групповым техническим проектом на строительство разведочных скважин на участке Саранский», разработанным АО «НИПИнефтегаз», г. Актау, ТОО «АстанаМунайБурГаз» пробурены станком А-50 две разведочные скважины С-2 и С-5 глубиной соответственно 1043 и 1264 м с отбором кернов, проведением ГИС (ГК, ГГК-П, БК, БКС, АК, ИК, ПС, КС, НГК), инклинометрии и кавернометрии. Отобрано 121 керновая проба по 2 скважинам, соответственно по С-5 – 62 пробы, по С-2 – 59 проб.

Исследования проб производились в лаборатории ОАО «Западно-Сибирский Испытательный центр» (г. Новокузнецк, Россия) (газоносность угольных пластов, технический анализ угля) и в лаборатории Петрофизических исследований коллекторов АО «НИПИнефтегаз» (г. Актау) (определение фильтрационных характеристик угольных пластов (пористость, проницаемость пород по газу, проницаемость пород по Клинкенбергу).

По данным ОАО «ЗСИЦентр» природная газоносность угольного пласта $К_{12}$ составляет 12 - 23,4 $м^3$/т, влажность – 0,6-2,75 %, зольность – 14,75-37,18 %.

По данным АО «НИПИнефтегаз», проницаемость по газу составляет (1,77-11,64) 10^{-3} мД, проницаемость по Клинкенбергу – (1,20-9,62) 10^{-3} мД.

Проведена перфорация кумулятивными зарядами Innicor 3 3/8” SDP, Канада угольного пласта $К_{12}$ в разведочных скважинах С-2, С-5.

Через разведочную скважину С-2 осуществлен пропантный гидроразрыв пласта $К_{12}$ по технологии «Schlumberger Logelco Inc.». В скважину было закачано 11385 кг пропанта во время проведения основного ГРП и 450 кг в виде пропантной пачки с целью очистки перфорации во время мини ГРП. После ГРП скважина была отработана с медленным обратным притоком.

Освоение скважины С-2 проведено при помощи винтового погружного насоса KGLB200. Со времени освоения скважины извлечено 171 $м^3$ рабочей жидкости. Дебит метана в результате гидроразрыва составил 0,3-0,5 $м^3$/мин при концентрации 98 %.

Определение природной газоносности, компонентного состава газов выполнено ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр» (г. Новокузнецк). Каротажные исследования в разведочных скважинах проведены после обсадки и цементирования второй колонны с целью уточнения мощности и глубин залегания угольных пластов, определения искривления ствола

скважины, контроля качества цементирования обсадной колонны и изучения гидрогеологических условий карагандинской свиты.

По результатам пакерных исследований (тестирования) выполнен расчет газопроницаемости углей, их пористости.

Лабораторные исследования проведены по пробам, отобранным из угольных пластов двойным колонковым снарядом и с помощью керногазонаборника и заключаются в определении природной газоносности, газопроницаемости и компонентного состава газов, а так же в проведении технического анализа углей.

При проведении геологоразведочных работ в скважинах производился отбор проб воды на различные виды анализов. Также опробованы скважины, пробуренные для технического водоснабжения. Виды анализов: СХА (сокращенный химический анализ), атомно-эмиссионный анализ с индуктивно-связанной плазмой, органические показатели загрязнений в природной воде.

На основе анализа результатов выполненных работ рекомендуется продолжить работы по реализации пилотного проекта по отработке технологий извлечения метана из неразгруженных угольных пластов Карагандинского бассейна в течение 3 лет. При этом для опытной отработки новых технологий желательно пробурить 8-10 разведочно-эксплуатационных скважин буровой установкой типа RD-20 с пневмоударником и верхним силовым приводом. Применение данной установки позволит увеличить скорость бурения и сокращение затрат времени и средств на строительство скважины. Кроме того, бурение с продувкой воздухом уменьшает вероятность повреждения продуктивного угольного пласта и ухудшения его природной проницаемости и кальматации пласта. При этом для получения представительных данных рекомендую через одну скважину осуществлять 3-4 пластоопераций.

Следует уделить особое внимание вскрытию продуктивной толщи, основное условие которого сохранение естественной проницаемости коллектора. Для этого метод вскрытия должен быть полностью увязан с физико-геологическими свойствами коллектора, физико-химическими характеристиками насыщающих его жидкостей. В первую очередь учитывают величину пластового давления, вещественный состав пласта, наличие (отсутствие) набухающих глин, характер и степень трещиноватости, проницаемость и др.

Должное внимание также следует уделить качеству цементации затрубного пространства, обращая внимание на толщину цементного кольца, которая должна быть не менее 55 мм. Желательно по возможности использовать скважины, а соответственно и обсадные трубы, большего диаметра, что позволяет применять более мощные насосы для извлечения жидкости.

Для эффективного извлечения угольного метана необходим целый комплекс последовательных и многостадийных воздействий на природную систему «уголь-газ», направленных на преодоление различных форм их физических и химических связей.

Литература

1 Газообильность каменноугольных шахт СССР /Под ред. Г.Д. Лидина - М.: Наука, 1990, – 216 с.

2 Эттингер И.Л., Лидин Г.Д. Влияние влажности на сорбцию метана каменными углями. - Изв. АН СССР. Отд. техн. наук, 1950, № 8,С. 1198-1203.

3 Эттингер И.Л., Шпильман Н.В. Распределение метана в порах ископаемых углей. – М.: Наука, 1975, – 112 с.

4

References

1 Gazoobil'nost' kamennougol'nyh shaht SSSR /Pod red. G.D. Lidina - M.: Nauka, 1990, – 216 s.

2 Jettinger I.L., Lidin G.D. Vlijanie vlazhnosti na sorbciju metana kamennymi ugljami. - Izv. AN SSSR. Otd. tehn. nauk, 1950, № 8,S. 1198-1203.

3 Jettinger I.L., Shpil'man N.V. Raspredelenie metana v porah iskopaemyh uglej. – M.: Nauka, 1975, – 112 s.

ӘОЖ 622.411.33:533.17

Резюме

Дрижд Н.А.[1], Муллагалиев Ф.А.[2],
Қабирова С.В.[2], Ақбаров Е.Е.[2], Ахматнұров Д.Р.[1]
([1]Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті , Қарағанды қ.,
[2]ТОО «Жумыс-Стройсервис», Қарағанды қ., Қазақстан Республикасы)

АЛЫНБАҒАН КӨМІР ТАҚТАЛАРЫНАН ПИЛОТТЫҚ ЖОБАНЫ МЕТАН АЛУ ҮШІН ІСКЕ АСЫРУ

Қарағанды бассейнінің кешенді түрде ресурстарын игеру дайындығы және көмір тақтыларынан метан газын алудың технологиясы негізделіп олардын алдын-ала ресурстарының бағасы жасалған.

Түйінді сөздер: көмір тақталары, көмір тақталарындағы метан, газ өткізгіштігі, гидравликалық жару.

UDC 622.411.33:533.17

Summary

Drizhd N.A.[1], Mullagaliev F.A.[2],
Kabirov S.V.[2], Akbarov E.E.[2], Akhmatnurov D.R.[1]
(Karaganda state technical university, Karaganda,
LP «Zhumys-Strojservis», Karaganda, Republic of Kazakhstan)

ABOUT IMPLEMENTATION A PILOT PROJECT TO EXTRACT METHANE FROM UNLOADED COAL BEDS

Made a preliminary estimation of coalbed methane resources and proved the technology of intensive extraction of methane gas from coal seams, as well as preparation for the integrated development these resources in the Karaganda coal basin.

Keywords: coal seam, coalbed methane, gas permeability, hydrofracturing.

УДК 622.791(315)

Дрижд Н.А., Шмидт-Федотова И.М.,
Замалиев Н.М., Ахматнуров Д.Р., Захаров А.М.
(Карагандинский государственный технический университет,
г. Караганда, Республика Казахстан)

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ДЕГАЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОЙ НАРУШЕННОСТИ ВЫСОКОГАЗОНОСНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Аннотация

Принципиально важным является вопрос о дегазации конкретных геодинамических зон, образующихся над и под разрабатываемым угольным пластом. Такой подход позволит исключить переток метана из одних зон в другие, или даже в выработанное пространство вблизи забоя лавы.

***Ключевые слова**: дегазация, угольный метан, горное давление, диффузия*
***Түйінді сөздер:** газсыздандыру, көмірлі метан, тау қысымы, диффузия*
***Keywords:** degassing, coalbed methane, rock pressure, diffusion*

На угольных месторождениях Казахстана, и в частности в Карагандинском угольном бассейне разрабатываются угольные пласты в сложных горно-геологических условиях. Глубины разработки шахт, которые обеспечивают основную часть добываемого в стране угля, достигают до 800 м. С увеличением глубины повышается температура углепородного массива, увеличивается горное давление, растет газоносность угля и пород.

Выделение метана в шахте имеет максимально негативные социальные, технологические, экономические и экологические аспекты, поскольку повышает опасность скоплений и взрывов метановоздушных смесей в проветриваемых и непроветриваемых выработках, вызывает групповое травмирование и гибель людей, разрушение крепи горных выработок.

Геотехнические процессы, протекающие в шахтах при проведении очистных и подготовительных работ, наталкивают на принципиальную важность дегазации не пород кровли или почвы вообще, а о дегазации конкретных геодинамических зон, формирующихся над и под разрабатываемым пластом. Этот подход позволит исключить переток метана из одних зон в другие, даст возможность определять параметры формирующихся зон дренирования газа, оценивать его ресурсы, выбирать методы и средства извлечения метана из этих зон. Подобные энергокомплексы существенно улучшают экономические показатели предприятия в связи с выработкой электрической и тепловой энергии со значительно низкой себестоимостью, а так же уменьшают вредные выбросы метана в атмосферу, обеспечивая шахтам дополнительное финансирование за продажу квот по выбросам по Киотскому протоколу.

При добыче угля подземным способом проблема метана очень важна с точки зрения обеспечения безопасности горных работ и увеличения нагрузки на очистной забой, а также функционирования их экономической эффективности.

В настоящее время достижение эффективности комплексной дегазации в определённом смысле определяется глубокой дегазацией выработанного пространства. И всё же, с ростом нагрузки на очистной забой резко увеличивается выход метана, выделяющегося из отрабатываемого пласта и разрушаемого в забое угля. Усовершенствование дегазации в условиях роста нагрузок на очистной забой свыше 4-5 тыс.т/сутки нужно вести за счёт извлечения метана непосредственно из отрабатываемого угольного пласта.

Ограниченное время функционирования пластовых скважин, снижение проницаемости пласта с увеличением глубины его залегания и невозможность проведения

мощных активных воздействий на толщу из-за близости горных выработок к объекту дегазации тесно связано с пластовой дегазацией угольного пласта из подземных выработок имеющее определённые ограничения по эффективности.

Проведённая оценка показала необходимость дополнительного способа дегазации, которым является заблаговременная подготовка угольных пластов, проводимая за несколько лет до начала их отработки необходимой величины снижения газоносности даже при газоносности пласта 20-25 $м^3$/т на глубине свыше 500 м и при нагрузках на лаву свыше 4000-5000 т/сут [2] (таблица 1).

Подземная пластовая дегазация и её эффективность ограничивается величиной не более 0,2, что не удовлетворяет требованиям, поставленным к представленной технологии нормативной документацией. Объективно обусловлено это тем, что было ограниченным время на дегазацию угольного пласта из подземных выработок, определённо связанных с недостаточным опережением очистных работ подготовительными, а также низкой эффективностью дегазации неразгруженного от горного давления угольного пласта, связанной с определённым отсутствием активных действий на массив угля для увеличения природной проницаемости.

Основным моментом эффективности разных схем пластовой дегазации выдвигается характер в блочно-трещиноватой структуре газопереноса угольного пласта. Этот важный процесс можно понять, представив в качестве комбинации движение газа по закону Фика по законам диффузии внутри блоков и трещинам внутри блоков и вязкого течения по фильтрующим порам по закону Дарси (рисунок 1).

Скорость данных процессов напрямую зависит от коэффициента диффузии D и пластового давления $P_{пл}$и величин газопроницаемости угольного пласта К и не забывая о том, что большая масса газа находится в сорбционных характеристиках угля, сорбционном объеме (до 90 - 98%) (в том числе коэффициентов Ленгмюра) [3].

Весьма сложным является вопрос эффективного извлечения метана из неразгруженных от горного давления пластов. Угольный пласт является низкопроницаемой блочно-трещиноватой средой с огромной неоднородностью свойств и анизотропией. Также представлены ниже характер и состояние газопереноса в угольном пласте. В сорбированном состоянии угольного метана в угольном пласте находится до 90 - 98 %.Молекулярные поры имеют диаметр до 1 нм.

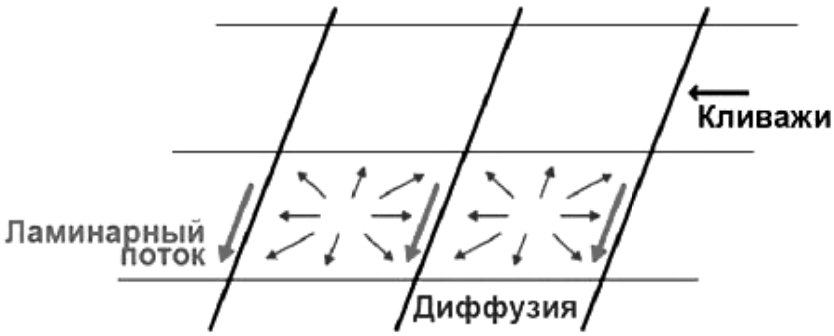


Рисунок 1 - Модель газопереноса в блочно-трещиноватой структуре угольного пласта

Ламинарный

$$V = \frac{-k}{\mu} \cdot \frac{dp}{dx}$$

Диффузия

$$F = -D \cdot \frac{dC}{dx}$$

В этих микропорах метан находится в сорбированном состоянии. Изменение его в свободное состояние и процесс передвижения к скважине весьма долгосрочен и требует

определённых энергетических и временных затрат для значительного изменения свойств и состояния углегазонасыщенного массива. Большая часть микропорового пространства угольных пластов изображена микропорами размером от 1 до 10 нм (фольмеровские поры), где осуществляется диффузия газа и капиллярная конденсация, а также порами размером от 10 до 100 нм (кнудсеновские поры), где наблюдается медленная ламинарная фильтрация газа, которая требует значительного времени из-за процессов переноса метана.

В пуазейлевых порах, называемыми макропорами процесс массопереноса осуществляется быстрее, где наблюдается интенсивная ламинарная фильтрация, а также в условиях видимых трещин и пор наблюдается смешанная турбулентная и ламинарная фильтрация, в результате чего есть вероятность обеспечения более или менее приемлемых дебитов скважин.

Описанная структура молекулярного порового пространства, неразгруженного от горного давления угольного пласта определяет длительность процессов существующего газопереноса метана из угольной матрицы к скважине и трещинам, что и является временным барьером к высокой эффективности пластовой дегазации угледобычи. На преодоление энергии связи метана с углем и энергии активации форм связи метана с углём (таблица 2) также присутствует еще один энергетический барьер, определяющийся в значительных энергетических затратах [4].

Энергетические затраты определяют энергетический барьер, который необходимо вести в процессе дегазации пласта, на бурение скважин, (за счет трещинообразования), перенос его в низкопроницаемом коллекторе к скважине и затем на поверхность и десорбцию метана в этой зоне. Эти затраты минимальны без активных воздействий на углегазоносную толщу, но и ожидаемый эффект по уменьшению газоносности очень ограничен.

Таблица 1- Энергия связи метана с углем

№	Форма нахождения газа	Относительное содержание, %	Тип связи	Энергия диструкции, МДж/м^3
1	Свободный газ	5-6	Адгезионная	0,09
2	Сорбированный на поверхности и в макропорах	8-10	Физическая сорбция	0,76-0,94
3	Сорбированный в микропорах	20-25	Объемное заполнение	1,88-2,37
4	Растворенная	40-50	Раствор внедрения	7,6-8,9
5	Газокристаллическая	3-5	Химическое взаимодействие	13,4-17,8

Таблица 2- Энергия активации форм связи метана с углем

Форма связи метана с углем	Вид переноса в угле	Энергия активации, кДж/моль
Свободная	Вязкое течение	2
Сорбированная	Диффузия по поверхности	17-21
Растворенная	Молекулярная диффузия	170-200
Газокристаллическая	Диффузия в кристаллах	300-400

Значительно большие возможности в преодолении энергетического и временного барьеров предоставляет технология заблаговременной дегазации угольных пластов

скважинами с поверхности с гидрорасчленением пластов (гидроразрывом) и значительным повышением его проницаемости.

Важно заметить закономерное уменьшение эффективности ЗДП по мере удаления зоны дегазации от скважины ГРП (рисунок 2).

Определить соответствующую перспективу достижения нужной эффективности пластовой дегазации в условиях высоких газоносностей и уровень нагрузок на очистные забои, конечно же при разработке особо выбросоопасных и выбросоопасных угольных пластов, где крайне важны также и вопросы проведения подготовительных выработок позволяют увидеть приведенные на графиках данные.

Удорожание работ и необходимость их технико-экономического обоснования может быть связана с перспективой уменьшения сетки скважин ГРП.

Применение всего комплекса работ: подземные скважины и скважины с поверхности из подготовительных выработок, пробуренные в зону искусственно увеличенной трещиноватости пласта является дополнительным резервом увеличения эффективности заблаговременной дегазации.

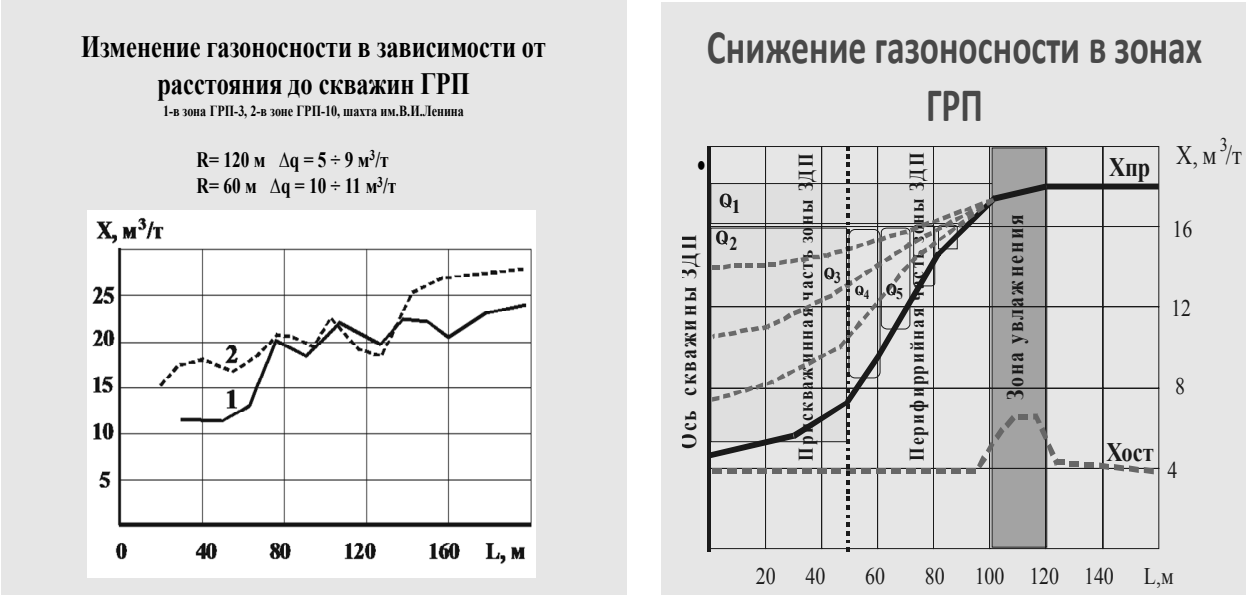


Рисунок 2 - Эффективность пластовой дегазации вокруг скважины

Имеющаяся в Казахстане техника и технология ведения подготовительных и очистных работ в основном позволяют реализовать программу, по обеспечению безопасности ведения горных работ. Увеличение метановыделения обуславливает ограничение скорости подвигания проходческих и очистных забоев по газовому фактору, образуя так называемый «газовый барьер», что в свою очередь увеличивает сроки подготовки выемочных участков и сокращает объемы добычи угля. Важным является тот факт, что увеличение качества работ по дегазации углепородного массива позволит извлекать метан, по качеству и в количествах, пригодных для его переработки в электроэнергию и тепло, одновременно оказывая содействие повышению безопасности ведения горных работ; предотвращая одновременно загрязнение атмосферы [5].

Литература

1 Малышев Ю.М., Трубецкой К.Н., Айруни А.Т. Фундаментальные и прикладные методы решения проблемы метана угольных пластов. -М.: Изд. Акад. горных наук, 2000,- 519 с.

2 ГеологияКарагандинского угольного бассейна/В. М. Бекман, О. А. Сейдалин, Р. А. Зинова и др. М., Недра, 1972.

3 Айруни А.Т., Садчиков В.А. Перминов И.И. Комплексное освоение метаноносных угольных пластов Карагандинского бассейна. - М. :ЦНИЭИуголь, 1990, -31 с

4 Карагандинский угольный бассейн/Справочник/Дрижд Н.А., Баймухаметов С.К., Тоблер В.А., и др. М., Недра, 1990

5 «Правила безопасности в угольных шахтах» (ПОТ РК 0-028-99), Караганда, 2001год.

References

1 Malyshev Ju.M., Trubeckoj K.N., Ajruni A.T. Fundamental'nye i prikladnye metody reshenija problemy metana ugol'nyh plastov. -M.: Izd. Akad. gornyh nauk, 2000,- 519 s.

2 GeologijaKaragandinskogo ugol'nogo bassejna/V. M. Bekman, O. A. Sejdalin, R. A. Zinova i dr. M., Nedra, 1972.

3 Ajruni A.T., Sadchikov V.A. Perminov I.I. Kompleksnoe osvoenie metanonosnyh ugol'nyh plastov Karagandinskogo bassejna. - M. :CNIJeIugol', 1990, -31 s

4 Karagandinskij ugol'nyj bassejn/Spravochnik/Drizhd N.A., Bajmuhametov S.K., Tobler V.A., i dr. M., Nedra, 1990

5 «Pravila bezopasnosti v ugol'nyh shahtah» (POT RK 0-028-99), Karaganda, 2001god.

ӘОЖ 622.791(315)

Резюме

Дрижд Н.А., Шмидт-Федотова И.М.,
Замалиев Н.М., Ахматнуров Д.Р., Захаров А.М.
(Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті , Қарағанды қ.,
Қазақстан Республикасы)

ЖОҒАРЫ ГАЗДЫ КӨМІР ТАҚТАЛАРЫНАН ҚАРҚЫНДЫ ТҮӘДЕ БҰЗЫЛҒАН ЖОҒАШІДЕН КӘЗІРГІ ДЕГАЗАЦИЯ ТҮСІЛДЕРІ

Ен маныздьі боп туындайтын сұрақ ол көмір тақтынынң астында және үстінде пайда болатын нақты геодинамикалық армақтарды дегазациялау. Бұл әдістін ерекшелігі ол метаның бір аумақтан басқа аумаққа аусуына жол бермеу.Тіпті забой мамандығы игерілген аумықанда жібермеу мумкіндігі.

Түйінді сөздер: газсыздандыру, көмірлі метан, тау қысымы, диффузия

UDC 622.791(315)

Summary

Drizhd N.A., Shmidt-Fedotova I.M.,
Zamaliyev N.M., Akhmatnurov D.R., Zakharov A.M.
(Karaganda state technical university, Karaganda, Republic of Kazakhstan)

CONTEMPORARY WAYS OF DEGASSING IN CONDITIONS OF INTENSIVE VIOLATION HIGH GAS CONTENT COAL SEAM

Fundamental importance is the question of decontamination of specific geodynamic zones formed above and below the coal seam being developed. This approach would eliminate the flow of methane from one zone to another, or even out space near the longwall face.

Keywords: degassing, coalbed methane, rock pressure, diffusion.

УДК 622.3:504.61

Дрижд Н.А., Замалиев Н.М., Ахматнуров Д.Р.,
Шмидт-Федотова И.М., Захаров А.М.
(Карагандинский государственный технический университет,
г. Караганда, Республика Казахстан)

ЗАПАСЫ МЕТАНА ЛИКВИДИРОВАННЫХ ШАХТ И ИХ РОЛЬ В ЭКОНОМИКЕ СТРАНЫ

Аннотация

Рассмотрены оставленные запасы угля ликвидированных шахт в пределах Карагандинского угольного бассейна. Установлены наиболее вероятные полости-коллекторы газа в ликвидированных шахтах с позиций сдвижения горных пород и газовой динамики угольных пластов. Приведены данные относительно перспектив утилизации шахтного метана.

Ключевые слова: *угольный пласт, оставленные запасы, газовые коллекторы, промышленное использование.*

Түйінді сөздер*: көмір тақталары, қалдырға қорлар, газ жинақтау коллеторлар, өнеркәсіптік қолдану.*

Keywords*: coal seam, left reserves, kolletors of gas, industrial use.*

Развитие реального сектора экономики в Казахстане потребует крупномасштабного увеличения добычи энергоресурсов и важная роль в этом будет принадлежать энергии угля.

В настоящее время в недрах теряются значительные запасы полезных ископаемых из-за технико-экономической нецелесообразности их разработки в сложных горно-геологических условиях. В Карагандинском угольном бассейне забалансовые запасы угля составляют свыше 16 млрд. т., оставленные запасы по ликвидированным шахтам превышают 900 млн. т.[1].

При масштабном закрытии убыточных шахт на территории Карагандинского бассейна ликвидированными оказались наиболее газообильные шахты Промышленного и Саранского участков.

По данным института «Карагандагипрошахт» на полях 10 погашенных шахт Промышленного участка по пластам $К_{10}$ и $К_{12}$ в целиках под стволы, околоштрековых целиках и по площади очистных работ оставлено около 194 млн. т. угля (138 млн. т. по пласту $К_{12}$, 56 млн. т. по пласту $К_{10}$), из них 41% составляют запасы угля в целиках под стволы и списанные запасы, на площади очистных работ сосредоточено 32% или 62,5 млн. т. угля. На поле ликвидированной шахты им. 50-летия Октябрьской революции только в предохранительных целиках содержится более 60 млн. т. угля, из них под горными выработками – около 9млн. т., по площади очистных работ по пластам $К_{10}$ и $К_{12}$ эксплуатационные потери составляют более 33 млн. т. угля[2].

Проведенные научные и экспериментальные исследования по установлению объёмов метана, мест его вероятного скопления в ликвидированных шахтах, позволили сделать вывод о возможности утилизации метана для промышленных и бытовых нужд, а также сокращения загрязнения атмосферы парниковым газом. Работа по снижению выделения метана могла бы внести значительные перемены в степень изменения климата в будущем.

Установлено, что в изолированных объемах ликвидированых шахт Промышленного и Саранского участков сосредоточено порядка 1.6 млрд. м^3 метана [3].

Интенсивность газонакопления в свободных объемах непогашенных выработок и пустот, образованных в результате сдвижения горных пород, в ликвидированных шахтах после прекращения их проветривания из-за изменения физической сущности

процессаотличается от характера газовыделения в горные выработки действующих шахт, проветриваемых за счет общешахтной депрессии, создаваемой вентиляторами главного и местного проветривания[4].

Кроме того, выработанные пространства ликвидированных шахт представляют собой техногенные газовые коллекторы, содержащие большие объемы метановоздушной смеси.

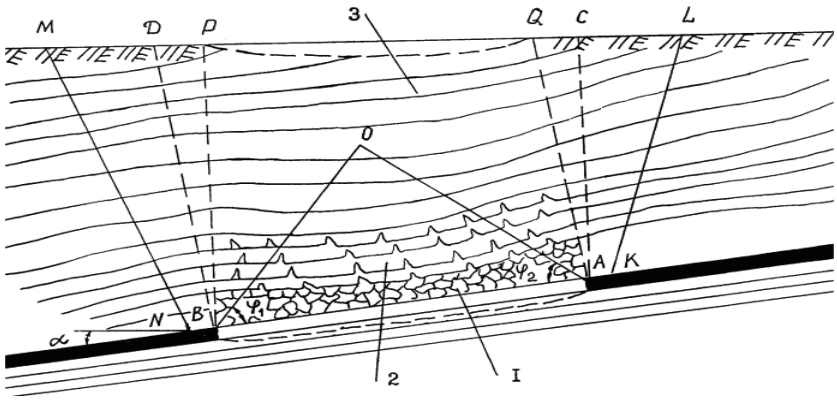
Обеспечение добычи метана из ликвидированных шахт путем бурения вертикальных скважин с поверхности сопряжено с решением задачи по установлению места их заложения, исходя из расчета пересечения наиболее вероятных коллекторов газа.

В области влияния очистной выработки образуется ряд зон, различающихся характером и степенью деформированности вмещающих пород. Среди исследователей, занимавшихся изучением процесса сдвижения с позиций охраны зданий и сооружений на поверхности, разработки мер борьбы с горными ударами, внезапными выбросами угля и газа, сохранности горных выработок в свите разрабатываемых пластов, отсутствует единое мнение о количестве и размерах зон различного напряженно-деформированного состояния [5]. На основании анализа сведений различных авторов в области влияния очистной выработки на окружающий массив при управлении кровлей полным обрушением можно выделить, по крайней мере, четыре зоны (рисунок - 1): обрушения, трещин, прогиба без разрыва сплошности и опорного давления.

Граничные углы β_0, γ_0, δ_0 (рисунок 2, 3) – внешние относительно выработанного пространства, образованные на вертикальных разрезах по главным сечениям мульды при полной подработке горизонтальной линией и линиями, соединяющими границы выработки с граничными точками мульды сдвижения.

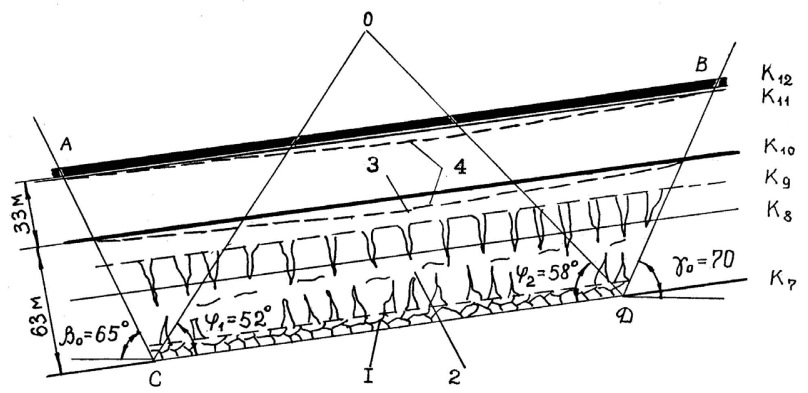
Угол максимального оседания θ - угол со стороны падения пласта, образованный на вертикальном разрезе в главном сечении мульды сдвижения вкрест простирания пласта горизонтальной линией и линией, соединяющей середину очистной выработки с точкой максимального оседания.

Углы полных сдвижений – внутренние относительно выработанного пространства углы, образованные на вертикальных разрезах в главных сечениях мульды сдвижения плоскостью пласта и линиями, соединяющими границы выработки с границами плоского дна мульды. Различают углы полных сдвижений: φ_1 – у нижней границы выработки; φ_2 – у верхней границы выработки; φ_3 – у границы выработки по простиранию пласта.



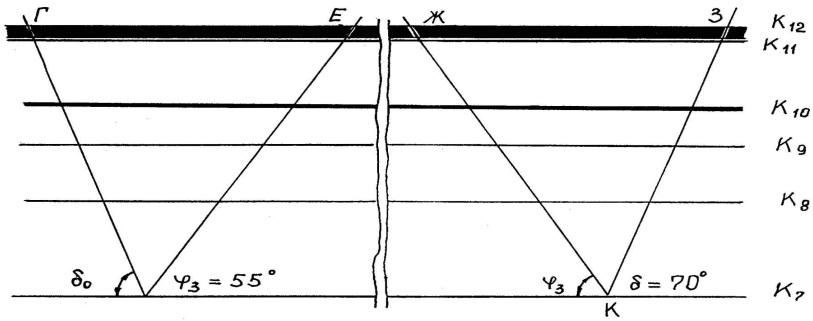
1 - зона беспорядочного обрушения; 2 - зона трещин; 3 - зона прогиба без разрыва сплошности; *AOB* - зона полных нормальных сдвижений; φ_1 и φ_2 - углы полных сдвижений; *MHKL* - область сдвижения; *DP* и *QC* - участки земной поверхности, на которых наиболее вероятно появление трещин и разрывов; *NB* и *AK* - зона опорного давления.

Рисунок - 1 Зоны влияния очистной выработки на окружающий массив



1 - зона беспорядочного обрушения h_0 = 6,0 м; 2 - зона трещинообразования h_1=40 м; 3 - зона прогиба без разрыва сплошности пород; 4 - полости расслоения

Рисунок - 2 Сдвижение горного массива по падению и восстанию пласта



1 - зона беспорядочного обрушения; 2 - зона трещинообразования; 3 - зона прогиба без разрыва сплошности пород; 4 - полости расслоения.

Рисунок - 3 Сдвижение горного массива по простиранию пласта

Таблица -1Численные значения углов сдвижения для условий Карагандинского бассейна [6]

Углы	β_o	γ_o	δ_o	φ_1	φ_2	θ
Значения	70°-0,6α	70°	70°	55°-0,4α	55°+0,4α	90°-0,4α

где α - угол падения пласта, град.

Максимальное оседание земной поверхности вычисляется по формуле

$$\eta_м = qmcos\alpha N_1 N_2, \quad (1)$$

где $q_{o=}$ *0,75* - для неподработанной толщи;$q_{o=}$ *0,85* - для подработанной толщи;m-вынимаемая мощность пласта, м;N_1, N_2 - коэффициенты, определяемые в зависимости от соотношения длины лавы к глубине работ, принимаются равными 0,3.

Процесс подработки угольных пластов приводит к резкому увеличению их газопроницаемости и фильтрующей способности в результате частичной или полной разгрузки этих пластов от горного давления, проявления растягивающих усилий, раскрытия имеющихся природных (тектонических, эндогенных, кливажных) и появления новых (эксплуатационных) трещин в угле. Частичная разгрузка от горного давления увеличивает объем подрабатываемых и надрабатываемых угольных пластов на 0,1-0,4% в результате упругих деформаций пород, под воздействием которых раскрываются и расширяются в первую очередь фильтрующие поры и трещины, что в свою очередь увеличивает количество

десорбирующегося метана из них и резко повышает интенсивность газоотдачи. При прогибе подрабатываемых и, в значительно меньшей степени, надрабатываемых породных слоев образуются полости расслоения пород, которые при определенных условиях могут заполняться газом, десорбировавшимся из частично разгруженных угольных пластов. Наиболее вероятно образование таких полостей в зоне прогиба пород без разрыва сплошности на контакте слоев с различными физико-механическими свойствами. Как правило, полости расслоения образуются на контактах между угольным пластом и породой в силу различия их прочностных характеристик.

Исходя из представлений о механизмах сдвижения угольных пластов произведен анализ образования возможных коллекторов газа для условий отработки пласта $К_7$ на Промышленном участке Карагандинского бассейна. Для этого по геологическим условиям залегания угольных пластов и углам сдвижения углепородной толщи построены разрезы по простиранию и вкрест простирания. При этом рассмотрен вариант, когда отработан нижний пласт $К_7$, а по пластам $К_{10}$ и $К_{12}$ оставлены целики угля. На рисунке 3 показаны разрезы подрабатываемой углепородной толщи, на которых углы и размеры зон сдвижения определялись по вышеприведенным данным. Расчеты и анализ показывают, что высота зоны беспорядочного обрушения для пласта $К_7$ составляет 6.0 м, и в нее не попадают угольные пласты и пропластки.

В зону трещинообразования высотой 40 м попадают пропластки $К_8$ и $К_9$, из которых в выработанное пространство лавы по пласту $К_7$ происходит выделение метана. Пласты $К_{10}$, $К_{11}$ и $К_{12}$ попадают в зону прогиба слоев без разрыва их сплошности. Наибольшая величина оседания в области углов полного сдвижения приурочена к середине лавы.

Подработанные пласты $К_{10}$ и $К_{12}$, попадающие в область сдвижения, разгружаются от горного давления и прогибаются в сторону выработанного пространства. Поскольку крепость пород кровли пластов $К_{10}$ и $К_{12}$ (коэффициент крепости составляет 5,2 и 4,5 соответственно) существенно выше крепости угольных пластов, то на контактах слоев угольный пласт-порода при прогибе слоев могут образовываться полости расслоения. Образованные полости заполняются метаном, десорбирующимся из разгруженных угольных пластов. Процесс десорбции газа из угля продолжается до тех пор, пока не установится равновесие в динамической системе уголь-метан на новом уровне после прекращения процесса сдвижения и восстановления горного давления. Для условий Карагандинского бассейна при скорости подвигания очистных забоев 40-60 м/мес общая продолжительность сдвижения составляет 10-12 месяцев.

В том случае, если подработанные угольные пласты имеют связь с выработанным пространством, то метан выделяется в горные выработки разрабатываемого пласта. В противном случае полости расслоения, наполненные газом, образуют газовый коллектор. Наиболее вероятно образование газовых коллекторов при прогибе разгруженных пластов в области, ограниченной внутренними углами сдвижения.

Аналогичная ситуация наблюдается при надработке угольных пластов. Подстилающие разрабатываемый пласт породы почвы, прогибаясь в сторону выработанного пространства, расслаиваются на контактах пород различного состава с образованием пустот, которые в дальнейшем заполняются метаном, десорбирующимся из расчлененного трещинами надрабатываемого пласта. При достижении напряжений в массиве, превышающих предел прочности надработанных пород, происходит их разлом с образованием газопроводящих трещин, сообщающихся с выработанным пространством разрабатываемого пласта, что приводит к выделению газа в горные выработки выемочного участка.

Наиболее активно процесс десорбции метана из надрабатываемых пластов происходит при расположении их от разрабатываемого пласта на расстоянии до 35 м. После обрушения пород кровли происходит пригрузка надработанных пород с частичным перекрытием газопроводящих трещин, и процесс газовыделения из надработанного пласта затухает во времени. Если разлома надработанных слоев не происходит, и они прогибаются в

сторону выработанного пространства без разрыва сплошности, то на контакте слоев уголь-порода возникают полости расслоения, заполняемые метаном.

Таким образом, в результате анализа механизма сдвижения подработанных и надработанных угольных пластов установлено, что наиболее вероятными коллекторами газа с позиции его возможной добычи в ликвидированных шахтах могут быть:

– полости расслоения на контактах слоев уголь-порода, попадающие в зону прогиба пород без разрыва сплошности массива, расположенные под серединой выемочного участка;

– пустоты, образованные на границах выемочных участков в области сдвижения, ограниченной внутренними углами сдвижения;

– остановленные подготовительные и другие непогашенные горные выработки, не имеющие связи с поверхностью земли и вышележащими горными выработками.

Выводы

1.Ликвидированные шахты являются объектами скопления в отработанных пространствах свободного метана, добыча которого технически осуществима и экономически выгодна.

2.Полученные результаты по установлению объемов и местонахождению газовых коллекторов метана могут являться основой для разработки технико-экономического обоснования утилизации метана.

3.Для обеспечения безопасности ликвидированных угольных шахт и территорий прилегающих к ним, предотвращения взрывов и воспламенений метановоздушных смесей, необходимо управлять процессом эмиссии газов.

4.Метан, содержащийся в недрах отработанных полей ликвидированных шахт может быть извлечен и эффективно использован в различных отраслях промышленности. Об этом свидетельствует и опыт зарубежных стран, в которых используется свыше 90 % утилизируемого метана. В зависимости от концентрации метана в газовой смеси извлекаемый газ может использоваться в качестве:

– топлива для выработки тепла шахтными и поселковыми котельными;

– топлива для выработки электроэнергии на местных дизельэлектрических или газотурбинных установках;

– моторного топлива для передвижных и стационарных двигателей внутреннего сгорания;

– сырья для химической промышленности при производстве сажи, метанола, белковой массы;

– бытового газа путем обогащения;

– теплоносителя на металлургических, коксохимических, стекольных, цементных и керамических заводах;

– сырья для получения кристаллогидратов (перевод газа в твердую фазу).

5.Вышеизложенное говорит о настоятельной необходимости безотлагательного решения проблемы индустрии шахтного метана, что позволит вовлечь в топливно-энергетический баланс страны большие ресурсы нового энергоносителя и улучшить экологическую обстановку за счет сокращения выбросов метана в атмосферу.

Литература

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

2 Вопросы теории дегазации угольных пластов. М., Гостехиздат, 1963, 206 с.

3 Айруни А.Т. Теория и практика борьбы с рудничными газами на больших глубинах. М., Недра, 1981, 288 с.

4 Шередекин Д.М., Кизряков А.Д. Аэродинамика подготовительных выработок. М., Недра, 1985, 23 с.

5 Хохлов И.В. Сдвижение и проницаемость подработанной толщи пород. М., Недра, 1980, 176 с.

6 Омельченко А.Н. Справочник по маркшейдерскому делу. М., Недра, 1979, 430 с.

References

1 Rukovodstvo po degazacii ugol'nyh shaht Karagandinskogo bassejna. Karaganda, 1994, 166 s.

2 Voprosy teorii degazacii ugol'nyh plastov. M., Gostehizdat, 1963, 206 s.

3 Ajruni A.T. Teorija i praktika bor'by s rudnichnymi gazami na bol'shih glubinah. M., Nedra, 1981, 288 s.

4 Sheredekin D.M., Kizrjakov A.D. Ajerodinamika podgotovitel'nyh vyrabotok. M., Nedra, 1985, 23 s.

5 Hohlov I.V. Sdvizhenie i pronicaemost' podrabotannoj tolshhi porod. M., Nedra, 1980, 176 s.

6 Omel'chenko A.N. Spravochnik po markshejderskomu delu. M., Nedra, 1979, 430 s.

ӘОЖ 622.3:504.61

Резюме

Дрижд Н.А., Замалиев Н.М., Ахматнуров Д.Р.,
Шмидт-Федотова И.М., Захаров А.М.
(Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті , Қарағанды қ.,
Қазақстан Республикасы)

ЖОЙЫЛҒАН ШАХТАЛАРДЫҢ МЕТАН ҚОРЫ ЖӘНЕ ОЛ ЭКОНОМИКАСПИДАҒЫ ОНШІ АТЫДАРАНЫ РӨЛІ

Қарағанды көмір бассейнің аумағындағы жойылған шахталардың қалған қорлары қаралды. Жойылған шахталар аумағындағы көмір тақталарындағы тау жыныстарының мен газ жылжуынын динамикасы және газ коллекторының қуыстарын орнату мүмкіндігі қаралды. Шахтаметанының утилизациялау перспективасының көрсеткіштері келтір ген.

Түйінді сөздер: көмір тақталары, қалдырға қорлар, газ жинақтау коллеторлар, өнеркәсіптік қолдану.

UDC622.3:504.61

Summary

Drizhd N.A., Zamaliyev N.M., Akhmatnurov D.R.,
Shmidt-Fedotova I.M., Zakharov A.M
(Karaganda state technical university, Karaganda, Republic of Kazakhstan)

METHANE RESERVES ABANDONED MINES AND THEIR ROLE IN THE ECONOMY OF THE COUNTRY

Considered left by coal reserves abandoned mines within the Karaganda coal basin. Established the most probable cavity-gas reservoirs in abandoned mines from the position strata movement and gas dynamics of coal seams. Data are presented about the prospects for coal mine methane utilization.

Keywords: coal seam, left reserves, kolletors of gas, industrial use.

УДК 622.791.(315)

Дрижд Н.А., Шмидт-Федотова И.М.,
Замалиев Н.М., Ахматнуров Д.Р., Захаров А.М.
(Карагандинский государственный технический университет,
г. Караганда, Республика Казахстан)

ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ РЕСУРСОВ МЕТАНА УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ КАРАГАНДИНСКОГО БАССЕЙНА

Аннотация

Рассмотрен мировой опыт промышленной добычи метана угольных пластов. Произведена предварительная оценка ресурсов метана угольных пластов и обоснована технология интенсивного извлечения газа метана из угольных пластов и подготовка к комплексному освоению его ресурсов в Карагандинском угольном бассейне.

***Ключевые слова**: метан угольных пластов, нетрадиционные ресурсы, технология интенсивного извлечения.*

***Түйінді сөздер:** көмір тақталарындағы метан, дәстүрлі емес ресурстар, қарқынды өндіру технологиясы.*

***Keywords**: coalbed methane, unconventional resources, technology of intensive extraction.*

Мировые ресурсы нефти, по прогнозу Массачусетского технологического института, в ближайшее время будут значительно истощены. При нынешних темпах потребления в мире, разведанной нефти хватит примерно на 46 лет, неразведанной - ещё на 10-30 лет, а газа на 60 лет. В связи с возможным сокращением запасов нефти и негативным отношением к атомной энергетике во многих странах мира отмечается поиск различных альтернативных источников энергии: солнечной, приливных волн, ветровой, подземной газификации углей и т.п.

Концепцией развития экономики Республики Казахстан на период до 2030 года предусматривается создание единой и экономически независимой национальной топливно-энергетической промышленности. Актуальным направлением развития топливно-энергетического комплекса страны является изучение и реализация нетрадиционных источников энергетического сырья, среди которых, одним из важнейших, является метан угольных пластов.

Программа Президента и Правительства Казахстана по реструктуризации энергетической и тепловой отраслей требует привлечения огромных объемов инвестиций, которые должны быть направлены на решение проблем в рамках всей страны. Совокупный размер инвестиций, необходимых для реализации с текущего момента до 2050 года, ежегодно в среднем составит 3-4 млрд. долларов США. Основные средства из этого объема – чуть более 90 млрд. долларов США или 3/4 от общего объема инвестиций за весь период до 2050 года – пойдут на реализацию мероприятий по энергоэффективности и развитие возобновляемых источников энергии, а также создание газовой инфраструктуры [1]. Решение такой задачи основывается, прежде всего, на мобилизации и сбалансированном использовании всех сырьевых ресурсов Казахстана.

Примерно 70 стран располагают угольными бассейнами, и более чем в 40 из них в том или ином виде началась работа по освоению МУП. Приблизительно в 20 странах активные программы бурения либо ведутся в настоящее время, либо велись в прошлом.

Современные угольные месторождения по существу являются углегазовыми, так как запасы метана в них сопоставимы с запасами природного газа. Мировые ресурсы метана угольных пластов оцениваются в 260-290 трлн.м^3, причем значительные ресурсы сосредоточены в развивающихся странах (рисунок 1).

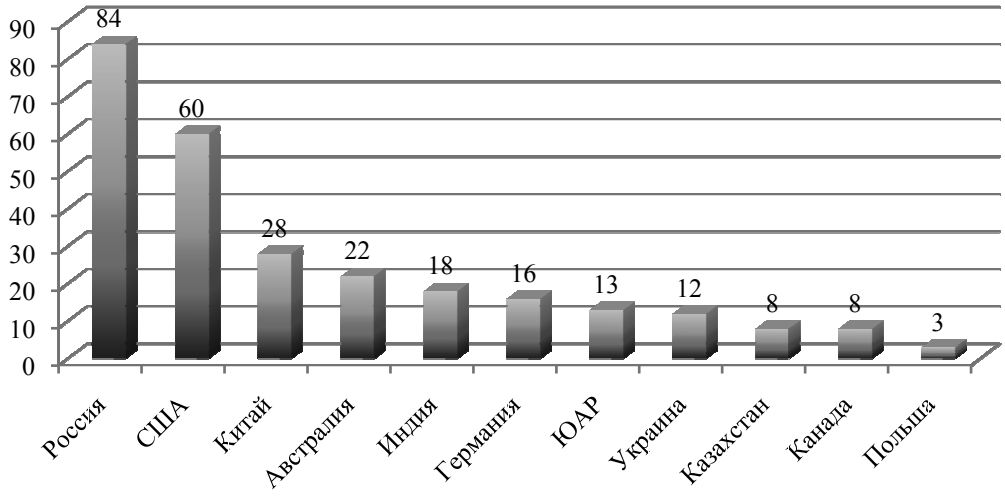


Рисунок 1 – Оценка геологических ресурсов метана
угольных пластов по странам, трлн.м³

На протяжении двух последних десятилетий во многих горнодобывающих странах мира большое внимание уделяется вопросам освоения огромных ресурсов метана в угленосных отложениях (рисунок 2). Планомерные работы по добыче и использованию угольного метана проводятся во всех угледобывающих странах мира. Технологии добычи метана из угольных пластов, в том числе и в целях заблаговременной их дегазации, уже достаточно успешно при меняются за рубежом.

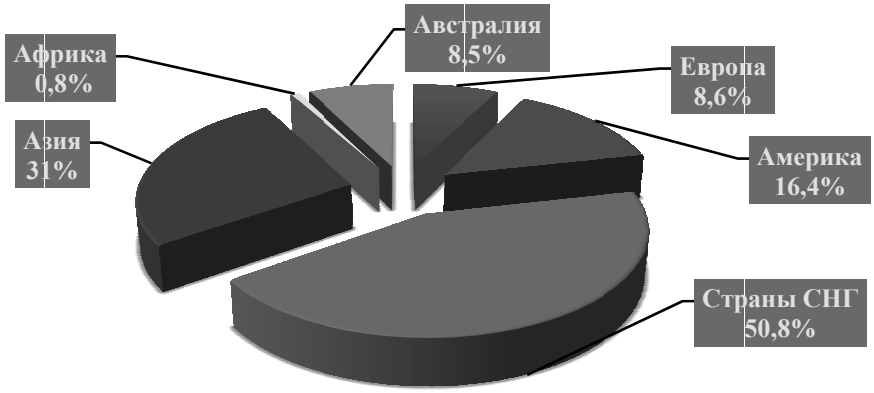


Рисунок 2 – Долевое распределение ресурсов метана угольных пластов, %

Мировая добыча метана угольных пластов к 2020 году возрастет более чем в три раза и составит 470-600 млрд.м^3/год, т.е. 15-20 % мировой добычи природного газа, а в перспективе к 2050 году промышленная добыча углеметана в мире может достигнуть 1 трлн.м^3/год, что составит 30-40 % от мировой добычи природного газа [2].

Впервые в 60-70-х годах прошлого века целесообразность и экономическая эффективность заблаговременного извлечения метана из угольных пластов обоснована учеными бывшего СССР. Практическая же реализация этих идей и масштабная промышленная добыча метана ведется в США с конца 1980-х годов, где создана и действует целая отрасль промышленности по добыче газа из угольных пластов. С самых первых проектов добычи МУП ведущее положение в этом секторе занимали США. Эта отрасль до сих пор лучше всего развита именно там. В этой отрасли работает около 200 американских фирм. За последние 10 лет добыча МУП возросла до 80 млрд.м^3/год, что

составляет около 12% от добычи традиционного газа в США. Основная добыча ведется на еще неразрабатываемых пластах угольного бассейна Сан-Хуан на границе штатов Нью-Мексико и Колорадо и бассейна Блэк-Ворриор в штате Алабама, где ресурсы метана оцениваются в 2,4 трлн.м^3 и 560 млрд.м^3 соответственно. Бассейн Сан-Хуан является ведущим добывающим регионом США, он дает более 60% всей добычи метана из угольных пластов [2,3].

Сейчас их быстро догоняют Австралия, Китай и другие страны. В 1995 году в Австралии метан из угольных пластов не добывался вообще, а в 2010 году из обширных запасов угля в этой стране было добыто 5,5 млрд.м^3. На данный момент годовая добыча составляет около 10 млрд.м^3.

В Канаде экспериментальные работы по извлечению метана велись на участке Паллисер в провинции Альберта. Ежегодные объемы добычи метана из угленосных отложений в этой стране выросли с 2003 по 2012 - в 25 раз (с 0,5 млрд.м^3 до 12,5 млрд.м^3). В планах на 2015 год довести добычу до 15-17 млрд.м^3. Канадский газовый комитет прогнозирует, что метан угольных пластов, ресурсы которого составляют около 8 трлн.м^3 (тогда как ресурсы традиционного газа в стране 5 трлн.м^3), в будущем станет основным видом добываемого газа в ряде районов Канады.

Ведут промышленную добычу Великобритания, Германия, Польша, Китай, причем последний поражает масштабами своей деятельности. Интерес к извлечению метана из угольных пластов стал здесь проявляться в начале 1990-х годов. Понимая ценность этого ресурса, правительство Китая назвало разработку метана угольных пластов одним из 16 крупнейших проектов пятилетнего плана. Целевые показатели добычи составляют 30 млрд.м^3 к 2015 году и 50 млрд.м^3 к 2020 году [2].

Среди стран СНГ Россия наиболее активно ведет работы по организации промышленной добычи метана, которые ведутся с 1995 года. Промышленная добыча метана проводится в Кузбассе. Целесообразность промышленной добычи угольного газа в России обусловлена благоприятными геологическими условиями и газоносностью угольных бассейнов. В 2003 году ОАО «Газпром» начал оценку перспектив добычи метана в Кузбассе, были пробурены первые экспериментальные скважины. На данный момент начата пробная эксплуатация разведочных скважин. Стабильный уровень добычи метана угольных пластов в Кузбассе планируется в объеме 4 млрд.м^3 в год. В перспективе довести до 17-19 млрд.м^3 в год [4].

Комплексное освоение газоносных угольных месторождений позволяет помимо угля получать и использовать один из крупномасштабных источников энергетических ресурсов – метан угольных месторождений. Он представляет собой наиболее доступный, дешевый и экологически чистый из известных в мире нетрадиционных источников горючих газов. Ценность метана, как альтернативного топлива существенно выше, чем традиционного природного газа в связи с тем, что газ, полученный из угля содержит 94% чистого метана и не загрязнен серой и тяжелыми углеводородами. Он практически не требует никакой предварительной обработки и может быть использован непосредственно на месте добычи.

Объективными предпосылками для организации и развития промышленной добычи метана угольных пластов в Казахстане служат огромные ресурсы газа в угольных месторождениях, высокая концентрация метана в объемах и на площадях распространения угленосных толщ, а также наличие большого числа крупных потребителей в непосредственной близости от места добычи. Оценка ресурсов метана угольных месторождений выполнена учеными Казахстана на основании многолетних исследований и подтверждена крупнейшими мировыми специалистами. Казахстан обладает огромными потенциальными ресурсами метана угольных месторождений и по его запасам в размере более 8 трлн.м^3 выводят нас на 9 место среди стран, имеющих запасы угля [2].

Огромным резервом для освоения в будущем являются ресурсы метана в многочисленных и пока еще недостаточно изученных месторождениях Северного и Восточного Казахстана. По предварительным оценкам в них сосредоточено не менее 600 млрд.м^3. Наиболее представительные и надежные данные получены в пределах основных угледобывающих бассейнов Республики: Карагандинском и Экибастузском. По объемам запасов эти бассейны входят в число крупнейших бассейнов мира, а Экибастузский угольный бассейн не имеет себе равных в мире по площадной плотности ресурсов метана. Расчеты, выполненные отечественными специалистами, показывают, что для рентабельной промышленной добычи метана плотность ресурсов метана в угольных пластах должна быть не менее 150-300 млн.м^3/км^2. Большинство угольных месторождений Карагандинского и Экибастузского бассейнов существенно превышают данный показатель. Так например, плотность ресурсов метана в Карагандинском бассейне варьирует в диапазоне 400-800 млн.м^3/км^2, а в Экибастузском 1300-3100 млн.м^3/км^2. По данному показателю Экибастузский бассейн является одним из наиболее перспективных бассейнов в мире.

В то же время, сохраняется диспропорция топливной инфраструктуры, когда практически все источники углеводородного сырья расположены в Западной части страны, а большинство промышленных предприятий в Центральной и Восточной. В связи с этим, особое значение приобретает самообеспечение регионов за счет использования местных топливно-энергетических ресурсов, включая и нетрадиционные. Среди индустриальных регионов Казахстана, угледобывающие области центра и востока могли бы в значительной мере обеспечить свои потребности в газовом топливе за счет освоения ресурсов метана угольных месторождений. В первую очередь, это относится к Карагандинскому, Павлодарскому и Акмолинскому регионам. Реализация этого потенциала позволит решить не только энергетические проблемы индустриальных регионов Центрального и Восточного Казахстана, но также окажет принципиальное влияние на дальнейшее развитие социальной сферы и решение экологических проблем столицы г.Астана.

Основываясь на мировом опыте и сравнительном сопоставлении геологических параметров месторождений угля Центрального Казахстана (высокая угленосность, очень высокая газоносность, геологическая история формирования угля) с зарубежными, где успешно реализованы проекты добычи метана угольных пластов, сделан вывод о необходимости развития подобных проектов в Караганде, имеющей ряд перспективных бассейнов и месторождений углей карбонового возраста для добычи метана угольных пластов.

В качестве примера применения этой новой для Казахстана технологии предлагается использовать Карагандинский угольный бассейн, характеризующийся большой угленосностью отложений. Угленосные отложения в бассейне развиты на площади около 3600 км^2, в том числе на долю продуктивных отложений приходится до 2000 км^2. Угленосная толща бассейна содержит до 80 угольных пластов суммарной мощностью до 110 м.

Происхождение углеводородных газов в Карагандинском бассейне связано с региональным метаморфизмом угля. Бассейн считается одним из наиболее газоносных в мире. Угли отличаются высокой природной метаноносностью в 25-40 м^3/т. Наибольшей газоносностью отличаются пласты ашлярикской и карагандинской свит. На глубинах порядка 400 м в Карагандинском бассейне в основных пластах карагандинской свиты количество газа достигает 22-25 м^3/т, повышаясь в Шерубайнуринском и Тентекском районах до 25-27 м^3/т. Зона газового выветривания в этих района находится на глубинах соответственно 120-175 и 130-160 м. Метаноносность угольных пластов нарастает с глубиной их залегания. Средняя газоносность угольных пластов Карагандинского бассейна в зависимости от марки угля характеризуется следующими данными (рисунок 3).

Поэтому Карагандинский бассейн является не только угольным бассейном, но и крупным углеметановым месторождением со специфическими условиями распределения метана в угленосных толщах. По разным источникам в Карагандинском бассейне на глубине до 1800 м содержится от 1,0 до 4,0 трлн.м^3 газа. Здесь ежегодно при подземной разработке угольных пластов извлекается средствами дегазации и вентиляции около 400 млн.м^3 газа используется при этом порядка 15 % от общей эмиссии метана в качестве топлива шахтных котельных.

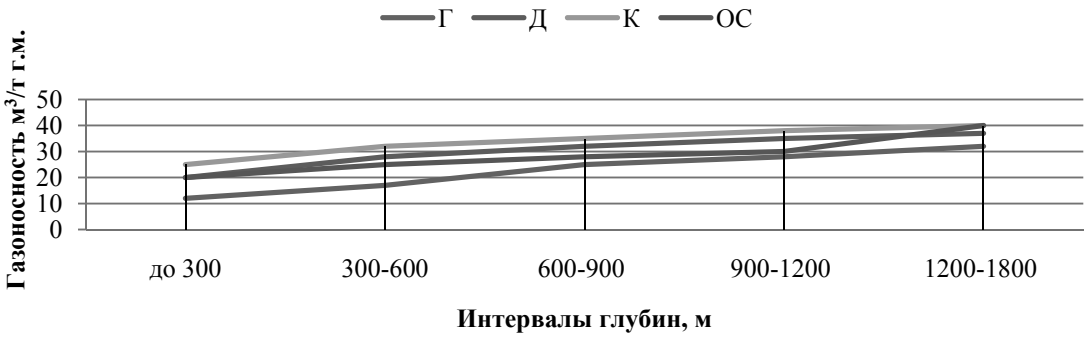


Рисунок 3 – Прогнозная газоносность угольных пластов Карагандинского бассейна в интервалах глубин в зависимости от марки угля

На полях действующих шахт добыча метана рассматривается, с одной стороны, как источник доступного и дешевого горючего газа, с другой, как способ снижения газоносности и выбросоопасности угольных пластов в целях создания безопасных условий труда. Проблема дегазации шахтных полей всегда стояла и стоит в ряду первоочередных, требующих скорейшего решения. Внезапные выделения метана, которые сопровождаются большими человеческими жертвами, материальными и финансовыми потерями, являются на 90-93 % причиной общего числа аварий, произошедших на угольных шахтах стран СНГ за последние 5 лет. Высокая газоносность угольных пластов является одной из главных причин взрывов метана на шахтах, приводящая к человеческим трагедиям. Только на шахтах Карагандинского бассейна за последние 20 лет взрывы метана унесли 138 человеческих жизней.

Все перечисленные проблемы можно в комплексе решить при добыче метана из угольных пластов, который в настоящее время выбрасывается в больших количествах в окружающую среду. В последние годы неоднократно поднимался вопрос дегазации угольных шахт, промышленной добычи и использования метана угольных пластов, который «в мирном виде» может служить ценным, нетрадиционным экологически чистым энергоносителем.

Опыт добычи МУП существует и в Карагандинском бассейне. Необходимо отметить, что впервые в мире экспериментальные и опытные работы по заблаговременной дегазации угольных пластов путем их гидрорасчленения через пробуренные с поверхности вертикальные скважины были успешно проведены в Карагандинском бассейне. С 60-х годов совместно с Московским горным институтом (университетом) специалисты ПО «Карагандауголь» и КНИУИ проводили научно-исследовательские и опытно-промышленные работы по направленному гидрорасчленению угольных пластов на шахтах Карагандинского бассейна. Целевым назначением работ было снижение природной газоносности и выбросоопасности мощных угольных пластов $К_{12}$ и $Д_6$. В 1961 году проф. Ножкиным Н.В. (Московский горный институт МГИ, ныне МГГУ) проведено гидрорасчленение пласта $К_{12}$ (Верхняя Марианна) путем высоконапорного нагнетания воды в смеси с мелкофракционным кварцевым песком для раскрытия и закрепления внутрипластовых трещин. В 1967 году проф. Васючковым Ю.Ф. (МГИ-МГГУ) впервые была опробована в промышленном масштабе технологическая схема гидрорасчленения пласта $К_{12}$ на поле шахты им.Костенко путем порционной закачки соляно-кислотного раствора.

Многолетним опытом проведения работ по дегазации шахтных полей в Карагандинском бассейне с целью снижения газоносности и выбросоопасности угольных пластов доказано, что наиболее эффективной технологией в горно-геологических условиях бассейна является заблаговременная дегазационная подготовка угольных запасов методом ГРП в вертикальных скважинах, пробуренных с поверхности.

К 2014 году гидрорасчленение свит угольных пластов проведено на 9 шахтных полях Карагандинского бассейна – обработано более 80 млн. тонн геологических запасов угля, достигнуто снижение газообильности горных выработок на 30-70%. За более, чем 50 летний период выполнения этих работ на шахтах Карагандинского бассейна было пробурено 155

вертикальных скважин с ГРП, произведено 245 пластоопераций и извлечено 104,2 млн.м^3 метана при этом средний дебит по скважинам составлял 1840 м^3/сут. Эти работы продолжаются по сегодняшний день на шахтах УД АО «АрселорМиттал Темиртау».

Организация промышленной добычи метана и предварительной активной дегазации угольных пластов, опережающей добычу угля, позволит значительно повысить безопасность работ по добыче угля и существенно снизить выбросы метана в атмосферу. Метан разрабатываемых угольных месторождений является одним из основных парниковых газов, вторым по значимости после диоксида углерода. При добыче угля из шахт и карьеров Казахстана ежегодно выбрасывается до 1 млрд.м^3 метана, который, попадая в атмосферу, принимает существенное участие в развитии парникового эффекта. Казахстан подписал и ратифицировал Киотский протокол, который впервые определил обязательства государств по сокращению выбросов парниковых и создал условия для создания нового мирового рынка – рынка торговли углеводородными квотами, и намерен участвовать в реализации экономических механизмов. В связи с этим, организация добычи и утилизации метана угольных пластов будет способствовать выполнению принятых страной обязательств перед мировым сообществом. Кроме того, развертывание программы добычи и утилизации метана угольных месторождений Казахстана приведет к сокращению количества сжигаемого угля на тепловых станциях, и, соответственно, к снижению выбросов в атмосферу вредных компонентов, образующихся при сжигании угля, и снижению количества накапливающихся твердых отходов.

Освоение метаноугольных месторождений Казахстана позволит:

– использовать метан угольных пластов в отраслях экономики для производства электроэнергии сжиганием в мобильных газовых электростанциях, котельных. ТЭЦ (опыт использования метана в котельных имеется в Караганде);

– в бытовых целях для централизованного и розничного обеспечения населения топливом – газ в квартиры и в качестве топлива для автотранспорта;

– в металлургической промышленности и химической отрасли для использования в качестве топлива, а также в производстве синтетических материалов;

– снизить экологическую составляющую уменьшением количества выбрасываемого газа в атмосферу.

Все это подтверждает, что организация широкомасштабной добычи метана угольных пластов является современным, социально необходимым и экологически целесообразным проектом. Прямое использование научных разработок Карагандинского государственного технического университета, и зарубежных технологий позволяет создать основу для эффективной добычи метана и планировать возможность последующего распространения этой технологии на остальные месторождения и других регионов страны.

Литература

1 Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике» [Текст] Астана : [б.и.], 2013. – С.11.

2 Дрижд Н.А. КарГТУ-60. Угольный метан, история, проблемы, перспективы добычи и использования [Текст] / Дрижд Н.А., Шарипов Н.Х., Ахматнуров Д.Р., Шмидт И.М. // Труды ун-та. Геотех. Без-ть жизн-ти. – 2013. – №2 – С. 59-62.

3 Дрижд Н.А. Метаноносность и факторы влияющие на эффективность дегазации [Текст] / Дрижд Н.А., Шарипов Н.Х., Ли К.Д. // Труды ун-та. Геотех. Без-ть жизн-ти. – 2013. – №2 – С. 75-77 – Библиогр.: с.77.

4 Сторонский Н.М., Нетрадиционные ресурсы метана угленосных толщ [Текст] / Сторонский Н.М., Хрюкин В. Т., Митронов Д. В., Швачко Е. В. // Рос. хим. журнал. – 2008. – т.LII – №6 – С. 63,72 – Библиогр.: с. 72.

References

1 Koncepcija po perehodu Respubliki Kazahstan k «zelenoj jekonomike» [Tekst] – Astana : [b.i.] , 2013. – S.11.

2 Drizhd N.A. KarGTU-60. Ugol'nyj metan, istorija, problemy, perspektivy dobychi i ispol'zovanija [Tekst] / Drizhd N.A., Sharipov N.H., Ahmatnurov D.R., Shmidt I.M. // Trudy un-ta. Geoteh. Bez-t' zhizn-ti. – 2013. – №2 – S. 59-62.

3 Drizhd N.A. Metanonosnost' i faktory vlijajushhie na jeffektivnost' degazacii [Tekst]/ Drizhd N.A., Sharipov N.H., Li K.D. // Trudy un-ta. Geoteh. Bez-t' zhizn-ti. – 2013. – №2 – S. 75-77 – Bibliogr.: s.77.

4 Storonskij N.M., Netradicionnye resursy metana uglenosnyh tolshh [Tekst] / Storonskij N.M., Hrjukin V. T., Mitronov D. V., Shvachko E. V. // Ros. him. zhurnal. – 2008. – t.LII – №6 – S. 63,72 – Bibliogr.: s. 72.

УДК 622.791.(315)

Резюме

Дрижд Н.А., Шмидт-Федотова И.М.,
Замалиев Н.М., Ахматнуров Д.Р., Захаров А.М.
(Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті , Қарағанды қ.,
Қазақстан Республикасы)

ҚАРАҒАНДЫ БАССЕЙНІНІҢ ҚАБАТТАРЫНАН МЕТАН РЕСУРСТАРЫН ДӘСТҮРЛІ ЕМЕС ДАМЫТУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

Көмір тақтоларының метанды өндірістік түрде алудың әлемдік тәжірибесі қаралды. Қарағанды бассейнінің кешенді түрде ресурстарын игеру дайындығы және көмір тақтыларынан метан газын алудың технологиясы негізделіп олардын алдын-ала ресурстарының бағасы жасалған.

Түйінді сөздер: көмір тақталарындағы метан, дәстүрлі емес ресурстар, қарқынды өндіру технологиясы.

UDC 622.791.(315)

Summary

Drizhd N.A., Shmidt-Fedotova I.M.,
Zamaliyev N.M., Akhmatnurov D.R., Zakharov A.M.

(Karaganda state technical university, Karaganda, Republic of Kazakhstan)

PROSPECTS OF UNCONVENTIONAL COALBED METHANE RESOURCES KARAGANDA BASIN

Reviewed the global experience of industrial production of coalbed methane. Made a preliminary estimation of coalbed methane resources and proved the technology of intensive extraction of methane gas from coal seams, as well as preparation for the integrated development these resources in the Karaganda coal basin.

Keywords: coalbed methane, unconventional resources, technology of intensive extraction.

УДК 622. 272

Аханов Т. М.[1], Волков А. П.[2]
([1] ТОО «Корпорация Казахмыс», г. Караганда, [2] Институт горного дела им. Д. А. Кунаева, Алматы, РК).

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАМЕРНО-СТОЛБОВОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ НАКЛОННЫХ РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ

Аннотация

Для отработки наклонных рудных залежей предложен безопасный и эффективный способ разработки с оформлением опорных элементов (целиков) прямоугольной формы и расположением длинной стороной по восстанию залежи.

Ключевые слова: *способ разработки, технология, доставка, транспортировка руды, эффективность.*

Түйінді сөздер: *өңдеу тәсілі, технология, жеткізу, кенді тасып шығару, тиімділік.*

Keywords: *method of mining, technology, delivery, transportation of ore, efficiency.*

При отработке наклонных рудных залежей камерно-столбовой системой важную роль играет форма междукамерных целиков (МКЦ) и их расположение вдоль наклонных камер, которые не столь важны в горизонтальных камерах.

Рассмотрим МКЦ прямоугольного или шестиугольного сечения, установленного вертикально длинной стороной параллельно направлению наклонной камеры, как показано на рисунке 1.

На рисунке 1 длина МКЦ – $b = b_x$, его ширина - $c = c_z$, а высота – $h = h_y$, τ – касательные напряжения сдвига создаваемые силой давления N пород поддерживаемых целиком, α - угол наклона залежи.

Нагрузка N, действующая на целик определяется весом поддерживаемых им пород по формуле $N = \gamma HS$ (1),

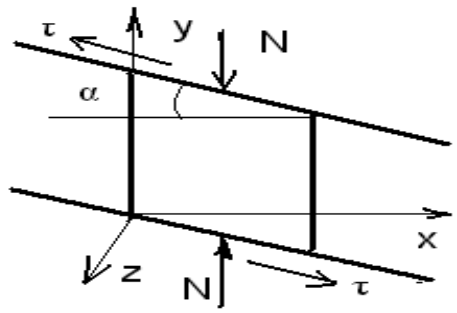


Рисунок 1 – МКЦ прямоугольного или шестиугольного сечения

где γ – удельный вес пород [Тс/м^3 = 10^{-3}кгс/см^3], Н – глубина выработки, S – площадь поддерживаемая целиком.

Вертикальные напряжения, действующие в целике σ_y будут равны:

$$\sigma_y = N / F = \gamma HS / F \qquad (1)$$

где $F = bc$ - поперечное сечение целика.

В принципе для каждой точки тела целика в декартовых координатах мысленно вырезается элементарный кубик, грани которого параллельны координатным плоскостям. Этому кубику соответствует тензор напряжений [1]

$$T_н = \begin{Bmatrix} \sigma_x, \tau_{xy}, \tau_{xz} \\ \tau_{yx}, \sigma_y, \tau_{yz} \\ \tau_{zx}, \tau_{zy}, \sigma_z \end{Bmatrix} \quad (2)$$

где σ - нормальные напряжения к площадкам, действующие параллельно оси обозначенной индексом, τ – касательные напряжения перпендикулярные оси обозначенной первым индексом и параллельные оси обозначенной вторым индексом.

В нашем случае нормальные напряжения $\sigma_x = \sigma_z = \lambda\sigma_y$ определяются боковым давлением, где λ = ν/(1-ν) – коэффициент бокового давления, ν – коэффициент Пуассона породы, (обычно коэффициент бокового давления λ принимается равным то 0,25 до 0,7). Тогда:

$$\sigma_x = \sigma_z = \lambda K_н \gamma HS / F \quad (3)$$

Соответственно максимальное напряжение создаваемое в целике будет равно

$$\sigma = K_н \gamma HS(\cos^2 + \lambda \sin^2) / F \quad (4)$$

где α – угол падения, $K_н = N/(\gamma HS)$ – средний коэффициент нагрузки.

Сдвигающие напряжения – τ определяются из соотношения:

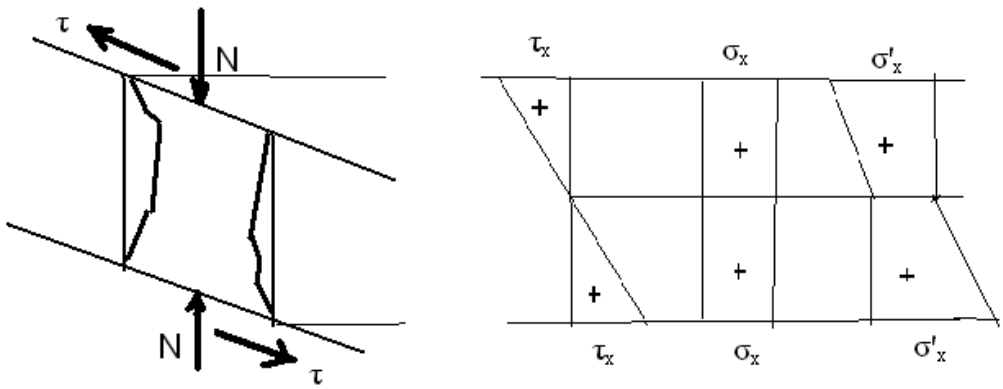
$$\tau = K_н \sigma_y (\sin\alpha + \lambda\cos\alpha) = K_н \gamma HS(\sin\alpha + \lambda\cos\alpha) / F \quad (5)$$

Таким образом, контактные сдвигающие напряжения τ тем больше, чем больше угол падения α. Нормальные напряжения внутри целика $\sigma'_x = \tau_{zx} + \tau_{yx} + \sigma_{x_к}$ будут растягивающими напряжениями, разрушающими целик по высоте, как показано на рисунке (2a) [2].

Определим изменение нормального напряжения σ'_x в зависимости от у на плоскостях x = 0, x = b. Проекция сдвигающего напряжения на ось x, $\tau_x = \tau\cos\alpha$. Тогда максимальные растягивающие напряжения будут равны:

$$\sigma'_{X\max} = \tau_x + \sigma_x = \frac{K_н \gamma HS}{F}\left(\sin\alpha\cos\alpha + \lambda(1 + \cos^2\alpha)\right) \quad (6)$$

При этом они действуют на контактах целика с залежью.



a b

Рисунок 2 – Нормальные нвпряжения внутри целика

Построим эпюры касательного напряжения τ_x и бокового давления σ_x рисунок (2b). Складывая эти эпюры получаем эпюру нормального напряжения σ'_x в целике. Из которой видно, где будут наибольшие разрушения целика. Поскольку все эти напряжения

растягивающие, то наибольшее разрушение будет там, где напряжения максимальны, как это показано на рисунке (2a), что вполне согласуется с выводами А.Б. Макарова [2].

Эти данные приводят нас к необходимости оставлять МКЦ не круглого или квадратного поперечного сечения, а прямоугольного или вытянутого овального сечения. При этом целики должны устанавливаться длинной стороной по восстанию залежей, что делает целики более устойчивыми к разрушению.

Для более детальных расчетов сечения и оптимального угла наклона МКЦ требуется решать более сложную задачу, учитывающую полную деформацию целика. Поскольку в нашей, более упрощенной модели целика деформации не учитывались, это позволило строить прямые эпюры напряжений рисунок (2b). С учетом деформаций МКЦ эпюры напряжений будут иметь более сложный искривленный вид.

Тем не менее, даже при том, что здесь рассматривалась лишь упрощенная задача устойчивости МКЦ в наклонных залежах, ее решение приводит к не тривиальному выводу о форме сечения целиков и их необходимой установки длинной стороной по восстанию залежей.

Для отработки пластообразных наклонных рудных залежей предлагается вариант камерно-столбовой системы разработки с расположением камер по восстанию и гидравлической доставкой руды безнапорными водо-каменными потоками (рисунок 3).

Сущность этого варианта заключается в следующем. Отрабатываемую панель (блок) по восстанию рудной залежи разбивают на выемочные камеры, а между камерами оставляют целики. В нижней части панели проходят доставочный штрек 1. В верхней части панели проходят вентиляционный штрек 2. Между доставочным штреком 1 и вентиляционным штреком 2 вдоль оси выемочных камер по восстанию рудной залежи проходят буровые наклонные выработки 3. Из доставочного штрека 1 в створе с выемочными камерами оформляют рудоприемные выработки 4. В вентиляционном штреке 2 сооружают разборную аккумулирующую емкость для воды 5, путем заперемычивания участка этого штрека между буровыми наклонными выработками 3, разборными перемычками в которые устанавливают двери-затворы створчатого типа, открываемые во внешнюю сторону. На фланге панели из доставочного штрека 1 сооружают водосборник 6, путем проведения глухой наклонной выработки. Для обеспечения замкнутой схемы водообеспечения на этом же фланге рядом с водосборником 6 проходят специальную вентиляционно-ходовую наклонную выработку 7.

Отличительной особенностью предлагаемого варианта камерно-столбовой системы является то, что отработку камер ведут последовательно друг за другом с одновременным оформлением столбчатых целиков шестиугольной формы с вытянутыми сторонами по восстанию рудной залежи. Отбойку руды в камере производят взрыванием зарядов ВВ в веерных комплектах скважин, пробуренных из буровых наклонных выработок 3 под углом 45° относительно оси этих выработок. При этом для оформления столбчатых междукамерных целиков в местах прорезки ленточного целика веера скважин бурят до середины этого ленточного целика под углом 45° относительно его оси, что позволяет обеспечить отбойку руды в прорезках и её отброс в выработанное пространство камер. После образования навала руды на почве камеры производят установку разборных водонаправляющих перемычек 8. Воду в выработанное пространство камер на навал отбитой руды подают по заперемыченному участку вентиляционного штрека 2 и буровой наклонной выработки 3. В результате взаимодействия потока воды с навалом руды образуется несвязанный водо-каменный поток, который под действием гравитационной силы по наклонной почве камеры перемещается вниз в рудоприемную выработку 4, где происходит остановка рудной массы, вынесенной водо-каменным потоком. Далее, «отработанная» вода, пройдя через дренажные перемычки 9, поступает в водосборник 6, уже очищенная от рудной мелочи. По мере оттока воды из вынесенной потоком рудной массы производят её отгрузку и доставку по доставочному штреку 1 до капитального рудоспуска. Затем по описанной выше схеме вновь производят отбойку и смыв навала руды в камере. При этом воду в аккумулирующую емкость 5 подают из водосборника 6 после отбойки руды в камере при

помощи насоса, установленного в насосной камере 10, по трубопроводам, проложенным в вентиляционно-ходовой выработке 7 и вентиляционном штреке 2.

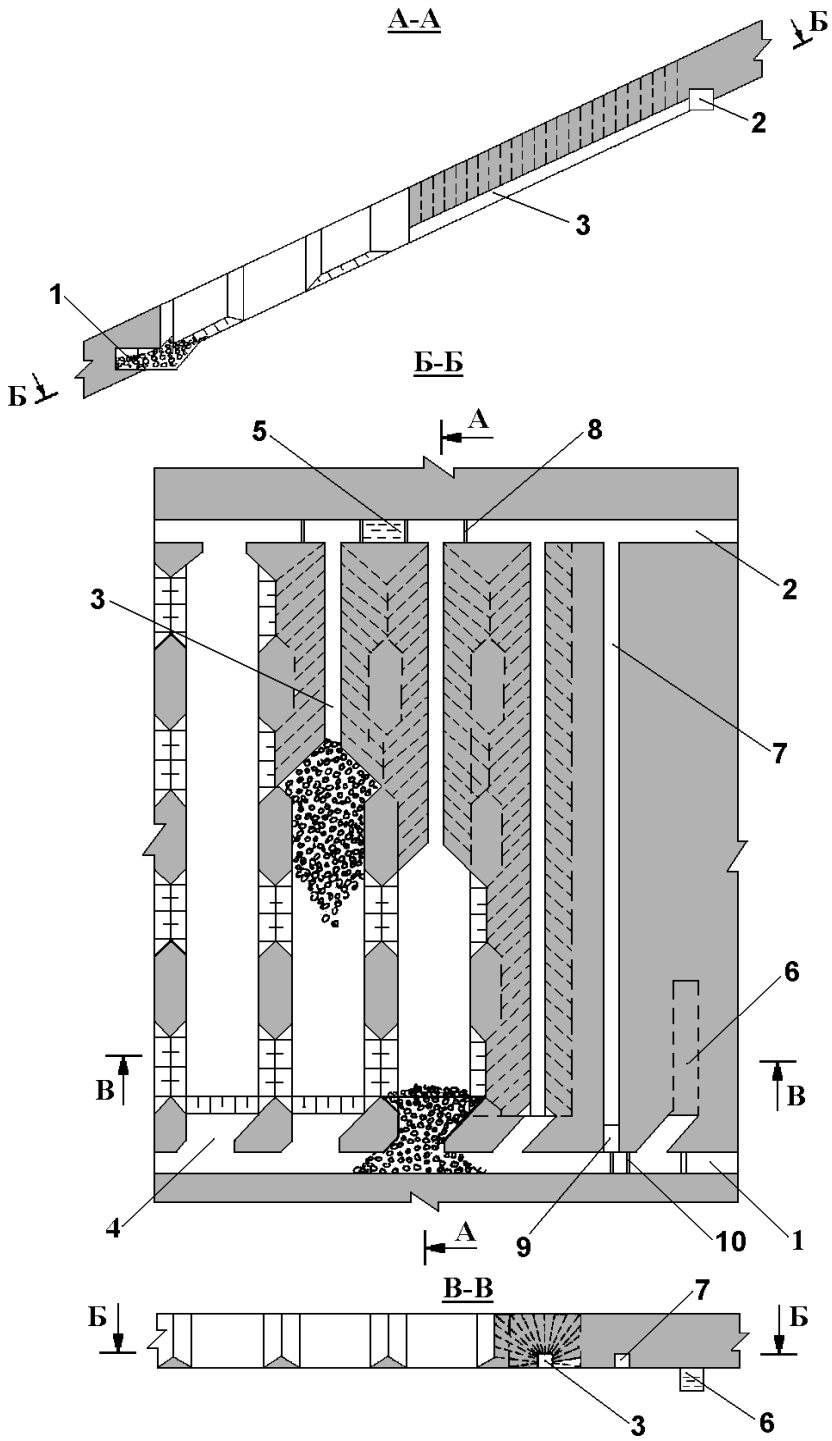


Рисунок 3 – Вариант камерно-столбовой системы разработки с расположением камер по восстанию и гидродоставкой отбитой руды

Оформление целиков, ориентированных длинной стороной по восстанию позволит обеспечить большую устойчивость системы «целики-кровля» на наклонных залежах, так как вытянутые междукамерные целики значительно надёжнее сопротивляются сдвигу по

контакту с почвой и кровлей, особенно когда эти наклонные контакты представлены поверхностями с незначительным сцеплением с телом целиков. Кроме этого за счёт гидравлической доставки руды в камерах исключается присутствие людей в открытом выработанном пространстве.

Учитывая безопасные условия ведения горных работ при использовании варианта камерно-столбовой системы разработки с расположением камер по восстанию и гидравлической доставкой отбитой руды водо-каменными потоками, он может стать достойной альтернативой «системам разработки с закладкой или обрушением выработанного пространства без оставления целиков удароопасной формы», которые согласно «Правил промышленной безопасности при ведении работ подземным способом. – Астана, 2008.-392 с» (раздел 3, подраздел 6, пункт 707) рекомендуется использовать при отработке наклонных рудных залежей, но которые по экономическим соображением вряд ли могут быть пригодны при отработке бедных и рядовых руд, по сравнению с предлагаемым вариантом камерно-столбовой системы.

Литература

1 И.В. Баклашов, Б.А. Картозия. Механика горных пород. М. « Недра» 1975.
2 А.Б. Макаров. Практическая геомеханика М. «Горная книга» 2006.

References

1 I.V. Baklashov, B.A. Kartozija. Mehanika gornyh porod. M. « Nedra» 1975.
2 A.B. Makarov. Prakticheskaja geomehanika M. «Gornaja kniga» 2006.

ӘОЖ 622. 272

Резюме

Аханов Т. М.[1] , Волков А.П.[2]
([1] "Қазақмыс корпорациясы" ЖШС, Қарағанды қ.,
[2]Д. А. Қонаев ат. тау-кен ісі институты, Алматы қ., ҚР).

ЕҢКІС КЕН КЕНШОҒЫРЛАРДЫҢ КАМЕРА-ДІҢГЕКТІ ҚАЗУ ЖҮЙЕСІҢ ЖЕТІЛДІРУ

Көлбеу орналасқан кен сілемдерін қауіпсіз және тиімді алу тәсілі кентіректердің нобайын төртбұрышты жасайды. Оның ұзын жағын сілемнің жоғары бойына қарай орналастырады.

Түйінді сөздер: өңдеу тәсілі, технология, жеткізу, кенді тасып шығару, тиімділік.

UDC 622. 272

Summary

Akhanov T. M.[1], Volkov A.P.[2]
([1]Kazakhmys Corporation LLP, Karaganda, [2] Institute of mining of D. A. Kunayev, Almaty, RK).

IMPROVEMENT OF SYSTEM OF CHAMBER-PILLAR FOR DEVELOPMENT OF INCLINED ORE DEPOSITS

For ramping ore deposits offered a safe and effective way to develop a reference design elements (pillars) of rectangular shape and arrangement of the long side to the rise of the deposit.

Keywords: method of mining, technology, delivery, transportation of ore, efficiency.

УДК 622.01/.2

Каплунов Д.Р., Рыльникова М.В., Радченко Д.Н.
(ИПКОН РАН, Москва, Россия)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И АПРОБАЦИЯ ПОЛНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКИ СБАЛАНСИРОВАННОГО ЦИКЛА КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ*

* - Исследования выполняются при поддержке Российского научного фонда (грант №14-37-00050)

Аннотация

Приведены основные положения проектирования полного цикла комплексного освоения рудных месторождений. Раскрыт экологический аспект его реализации в свете перспектив улучшения среды обитания человека. Показаны примеры реализации наиболее перспективных решений на месторождениях Уральской колчеданной формации.

Ключевые слова: *комплексное освоение недр, полный цикл, проектирование, технологические решения, апробация.*

Түйінді сөздер: *кенорынды кешенді игеру, толық оралымы, жобалау, технологиялық шешімдері, мақұлдау.*

Keywords: *comprehensive exploitation of mineral resources, full cycle, mining design, technological solutions, approbation.*

Проектирование комплексного освоения рудных месторождений базируется на сочетании физико-технических и физико-химических геотехнологий, комбинация которых обеспечивает вовлечение в промышленную эксплуатацию запасов месторождения в широких интервалах глубин, отработку локальных отдаленных участков, некондиционных по фактору обогатимости руд, техногенного сырья.

В результате комплексного подхода к проектированию достигается наиболее полное извлечение полезных ископаемых из недр и ценных компонентов из минерального сырья комбинированными геотехнологиями. Отходы производства, получаемые на горном предприятии при сочетании геотехнологий, характеризуются остаточным содержанием ценных компонентов, не представляют промышленной ценности и являются сырьем для производства закладочных смесей. Принцип освоения участка недр, в ходе которого обеспечивается полнота извлечения запасов и ценных компонентов из минерального сырья с обязательной утилизацией отходов в выработанных пространствах называется полным циклом комплексного освоения.

Выбор параметров горнотехнических систем с полным циклом комплексного освоения базируется на проведении качественного и количественного анализов их функционирования. Качественный анализ состоит в выявлении георесурсного потенциала рассматриваемого участка недр, обосновании направлений использования отдельных видов природных и техногенных георесурсов, вариативном анализе сочетания геотехнологий, определении видов минерально-сырьевых потоков и их назначения, выявлении прямых и обратных связей подсистем полного цикла с осваиваемым участком литосферы. Количественный анализ состоит в оценке параметров технологических процессов, установлении закономерностей их взаимосвязи в рамках горнотехнической системы, определении масштабов подсистем, интенсивности эксплуатации георесурсов в каждой из подсистем, обосновании производственной мощности горнотехнической системы, технико-экономических, экологических и социальных последствий ее функционирования.

Основным параметром горнотехнической системы является ее производственная мощность. Так как на осваиваемом участке недр (месторождение, группа месторождений) предусмотрено сочетание физико-технических и физико-химических геотехнологий, первичной товарной продукцией горного предприятия являются не только концентраты,

получаемые в ходе обогащения руд, но и продукция гидрометаллургического передела – товарные металлы и (или) их соединения. Таким образом, получение товарной продукции зависит от качества и стабильности двух принципиально различных потоков минерального сырья – усредненного рудопотока с открытых и подземных работ, поступающего на обогатительную фабрику, и потока продуктивного раствора с участков кучного и подземного выщелачивания, поступающего на гидрометаллургический передел. Минерально-сырьевые потоки, предназначенные для получения товарной продукции и формирующие производственную мощность горнотехнической системы являются основными. Производственная мощность горнотехнических систем с полным циклом комплексного освоения месторождения определяется по совокупности товарных металлов, получаемых в результате переработки основных минерально-сырьевых потоков.

В последние годы совместными исследованиями ИПКОН РАН и горными предприятиями России, осваивающими месторождения медно- и медно-цинковоколчеданных месторождений Урала показана перспективность реализации комбинированных физико-технических и физико-химических геотехнологий. В ходе адаптации ранее разработанных и создания новых технико-технологических решений апробированы технологии кучного выщелачивания некондиционных по фактору обогатимости руд, являющихся отходами открытой добычи на ОАО «Учалинский ГОК». Изучена перспектива подземного выщелачивания бедных окисленных и вкрапленных руд Учалинского и Октябрьского месторождений. Осуществлена опытно-промышленная апробация технологии кучного выщелачивания хвостов обогащения Бурибаевской обогатительной фабрики. В результате реализации этих технологий получены продуктивные растворы с кондиционным содержанием основных и попутных ценных компонентов – новый вид минерально-сырьевых потоков для данных предприятий. Доказано, что вовлечение некондиционных георесурсов в промышленную эксплуатацию позволит не менее, чем на 20 % увеличить производственную мощность предприятий, осваивающих уральские медноколчеданные месторождения.

Выполнение требований по обязательной утилизации отходов в выработанных пространствах карьеров и подземных рудников способствует существенному сокращению объемов отходов, размещаемых на поверхности. Управление отходами в полном цикле комплексного освоения состоит в придании каждому элементарному объему образующихся отходов заданных технологических свойств, которые позволяют обеспечить реализацию последующих технологических процессов, вплоть до завершающей стадии комплексного освоения - заполнения ими выработанных пространств. Апробация технологий, способствующих утилизации отходов добычи и переработки медно-колчеданных руд показала необходимость их внедрения в проекты на комплексное освоение рудных месторождений. Так, впервые на стадии опытно-конструкторских работ создана и реализована технология утилизации пород от проходки выработок в подземных камерах без выдачи их на поверхность. Для этого предложена запатентованная конструкция подземных передвижных закладочных комплексов.

Кроме этого, разработаны оригинальные составы закладочных смесей на базе отходов выщелачивания некондиционного медно-колчеданного сырья для условий разработки Учалинского и Октябрьского месторождений медноколчеданных руд с комплексным использованием отходов их добычи и переработки.

При проектировании полного цикла комплексного освоения рудных месторождений задача также состоит в нахождении на стадии проектирования рационального баланса между объемом образующихся отходов и объемом пустот.Для безопасной и экологически сбалансированной эксплуатации выработанных пространств как важнейшего ресурса недр земли требуется установление фундаментальных закономерностей и условий формирования и эффективного их использования на базе генеральной идеи, состоящей в том, что при реализации полного цикла комплексного освоения месторождений твердых полезных ископаемых каждый условный объем сформированного в недрах выработанного пространства должен учитываться и эффективно использоваться в различных функциональных назначениях, причем условия формирования и направления использования должны определяться на стадии проектирования разработки участка недр.

Методика выполнения исследований предусматривает теоретическое обоснование принципов управления выработанными пространствами в полном цикле комплексного освоения месторождений, включающее многофакторную оценку влияния исходных горно-геологических условий и прогноз динамики геологических процессов в ходе нарушения естественного природного равновесия горными работами. Результатом исследований является классификация условий формирования техногенных пустот в недрах в ходе горных работ с оценкой направлений использования сформированных пустот при реализации полного цикла. Установленная взаимосвязь параметров горных работ и геологических процессов при формировании и дальнейшем использовании выработанных пространств обеспечивает развитие принципов проектирования горнотехнических систем с полным циклом комплексного освоения месторождений полезных ископаемых.

Исследованиями ИПКОН РАН доказано, что проектирование полного экологически сбалансированного цикла комплексного освоения рудных месторождений вызывает необходимость изменения подходов к геологической оценке запасов и определению требований к качеству минерального сырья, как природного, так и техногенного; определяет необходимость разработки методик эколого-экономической оценки эффективности и социальной ответственности.

ӘОЖ 622.01/.2

Резюме

Д.Р. Каплунов, М.В. Рыльникова, Д.Н. Радченко
(РҒА ЖҚКИМИ, Мәскеу, Ресей)

*КЕНДІ КЕНОРЫНДАРДЫ КЕШЕНДІ ИГЕРУДІҢ ТОЛЫҚ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТЕҢДЕСТІРУ ОРАЛЫМЫНЫҢ АПРОБАЦИЯСЫ ЖӘНЕ ЖОБАЛАУДЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗІ**

**- Ресейлік зерттеулер ғылыми қордың қолдауымен орындалады (грант № 14-37-00050)*

Бұл мақалада кенорынды кешенді игерудің толық оралымын жобалау қарастырылған. Адам тұратын ортаны келешегін жақсарту және оны жүзеге асырудың экологиялық аспекті анықталған. Орал колчедан формация кенорнында келешекте жүзеге асыруға болатын мысалдарды шешу көрсетілген.

Түйінді сөздер: кенорынды кешенді игеру, толық оралымы, жобалау, технологиялық шешімдері, мақұлдау.

UDC 622.01/.2

Summary

D. R. Kaplunov, M. V. Rylnikova, D. N. Radchenko
Institute of problems of complex development of a subsoil of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

*THEORETICAL BASES OF DESIGN AND APPROBATION OF FULL ECOLOGICALLY BALANCED CYCLE OF COMPLEX DEVELOPMENT OF ORE FIELDS **

**- Researches are carried out with assistance of the Russian scientific fund (grant No. 14-37-00050)*

The main thesis of the design of a full cycle of comprehensive explotation of mineral resources are shown. The environmental aspect of its implementation in light of the prospects for improving the human habitat is revealed. Examples of the most promising solutions for the fields of the Ural pyrite formation are shown.

Keywords: comprehensive exploitation of mineral resources, full cycle, mining design, technological solutions, approbation.

УДК 622(091):52.01.11

Лисенков А.А.,Шамганова Л.С., Бердинова Н.О.
(ИГД им. Д.А. Кунаева, г. Алматы)

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ОСВОЕНИЯ ТВЕРДЫХ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ КАЗАХСТАНА

Аннотация

В данной статье представлены результаты теоретических исследований по анализу современного технологического потенциала освоения месторождений твердых полезных ископаемых Казахстана. Определен перечень востребованных технологий, направленных на развитие горнодобывающей отрасли.

***Ключевые слова**: технологии комплексного освоения недр, твердые полезные ископаемые, системы разработки, классификация, геотехнология, кондиции, полезные ископаемые, комплексное извлечение.*

***Түйінді сөздер:** жинақтық шығарып алу, пайдалы қазбалар, кемел, геотехнология, классификация, қазу жүйесі, қатты пайдалы қазбалар, кенді шығарып алу технологиялары.*

***Keywords:** technology integrated development of mineral resources, solid minerals, systems development, classification, geotechnology, condition, minerals, complex extraction.*

Перед минерально-сырьевым комплексом Казахстана в связи с истощением запасов лучших месторождений полезных ископаемых стоит задача создания жизненно важных инновационных технологий, обеспечивающих снижение количественных и качественных потерь полезных ископаемых и ценных компонентов при добыче, обогащении и металлургическом переделе.

Выбор технологии, техники и организации добычи полезных ископаемых зависит главным образом от природных условий. Как правило, для эксплуатации отбираются те месторождения полезных ископаемых или их участки, где геологические условия соответствуют наилучшим возможностям апробированных технологических схем разработки месторождений. Но отличительная черта природных ресурсов - их невозобновляемость. Поэтому отработка лучших участков месторождений вызывает неизбежный переход к эксплуатации все более худших, требующих повышенных эксплуатационных и капитальных затрат. Ухудшению природных условий противостоит совершенствование технологии, техники и организации производства.

Анализ современного технологического потенциала освоения твердых минерально-сырьевых ресурсов Казахстана показывает, что традиционные способы добычи: открытый (удельный вес которого уже сейчас в железорудном производстве составляет около 90 %), подземный, комбинированный, повторная разработка и геотехнологические методы в перспективе останутся доминирующими.

Проблема истощения природных ресурсов, переход на большие глубины, внедрение современных средств автоматизации, механизации, технологий и ряд других факторов делают наиболее перспективными комбинированный, повторный способ разработки и специальные (геотехнологические) методы, обеспечивающие комплексное использование добываемых руд.

Большое разнообразие горно-геологических условий месторождений, возможных сочетаний горных и транспортных машин в комплексной механизации горных работ, технологий и их постоянное совершенствование определило большое число систем разработки.

Общепризнанным является значение классификации как основы для изучения, сравнительной оценки и выбора систем разработки месторождений полезных ископаемых. К настоящему времени насчитываются сотни различных вариантов систем разработки только применительно к рудным месторождениям. Отсюда и значительные сложности в создании

классификации систем разработки как основы для их изучения, сравнительной оценки и дальнейшего совершенствования.

Специфика больших глубин, достигнутый технический уровень технологий подземных горных работ, рост горного давления и нарастающие трудности обеспечения безопасности горных работ, исключают из применения или лишают самостоятельного значения целые классы систем разработки в известных (по Агошкову, Именитову) классификациях [1,2,3].

Для создания единой классификации систем разработки для всех месторождений нужны глубокие серьезные исследования.

Наиболее эффективными методами повышения полноты использования богатств недр, вовлечения в эксплуатацию некондиционных или потерянных руд являются геотехнологические методы, в частности, способы скважинного и кучного выщелачивания металлов из руд.

В Казахстане есть множество разведанных месторождений железа, марганца, богатых по содержанию и запасам, однако залегающих на значительной глубине, порядка 1400-1500 метров, и потому нерентабельных для шахтной добычи, но, по предварительным прикидкам, экономически выгодных при отработке скважинной геотехнологией. Этот способ добычи позволяет в два раза повысить извлечение руды и ценных компонентов по сравнению с традиционными способами. Поэтому применение этого способа при разработке глубоко залегающих месторождений железа и марганца может сделать их довольно привлекательными объектами для вложения инвестиций.

Рассмотренный зарубежный опыт применения скважинной гидродобычи на титано-циркониевых месторождениях позволяет сделать вывод о том, что благодаря малым капитальным затратам, ограниченному набору технологического оборудования, мобильности, небольшим срокам освоения, минимальным воздействиям на экологическую обстановку данная технология значительно ускоряет и удешевляет разработку месторождений.

В перспективе целесообразно сосредоточить внимание на отработке способами скважинной добычи месторождений дорогих и дефицитных полезных ископаемых: платиноидов, золота, урана, тантала, ниобия, иттрия, скандия, титана, циркония, флюорита, алмазов, белых бокситов и некоторых других.

Технология скважинной добычи также эффективна при отработке бедных месторождений и при доизвлечении запасов отработанных месторождений (техногенно-минеральных образований).

Таким образом, с учетом того, что новая перспективная технология (скважинная гидродобыча) может найти применение при добыче многих твердых полезных ископаемых, ее следует рассматривать как важнейшее приоритетное направление государственной инвестиционной политики, позволяющее в короткие сроки обеспечить прогрессивные структурные преобразования в промышленности Казахстана и обеспечить дальнейший экономический рост без ущерба экологическим системам [4]

В мировой практике прослеживается тенденция перехода от классической горной технологии к геотехнологическим методам добычи полезных ископаемых. Развитие геотехнологии расширяет границы использования минеральных ресурсов главным образом за счет вовлечения в них ранее недоступных глубоких горизонтов недр, а также месторождений с низким качеством сырья.

Применение геотехнологических методов имеет экономическое и социальное значение, поскольку позволяет: увеличить добычу полезных ископаемых без увеличения численности рабочих; свести к минимуму затраты на вскрытие и подготовку залежей; исключить или резко сократить операции по разрушению, доставке и транспортировке горной массы; исключить присутствие людей под землей и повысить производительность труда, снизить себестоимость металла в 2-3 раза.[5 - 6]

Кроме горных технологий, огромное значение для повышения полноты и экономичности освоения недр имеют технологии обогащения, металлургического передела и управления процессами недропользования. Все они могут объединяться под общим

названием «технологии комплексного освоения недр». Однако на данный момент, насколько известно, не существует общепризнанной классификации технологий комплексного освоения недр. В связи с этим представляется возможным рассмотреть на данном этапе исследований существующие классификации способов, систем и технологий разработки природных, природно-техногенных и техногенных георесурсов, обогащения и металлургического передела. Их совокупность должна, в конечном счете, стать объектом обстоятельных и глубоких исследований, нацеленных на разработку современной классификации технологий комплексного освоения недр.

Успешность решения проблемы комплексного освоения богатств недр, во многом зависит от совершенствования постановки и ведения поисково-оценочных и геологоразведочных работ на протяжении всего периода изучения, промышленного освоения и эксплуатации месторождений. При этом обязательным должно стать выявление и постановка на учет попутных видов полезных ископаемых и содержащихся в них полезных компонентов, которые могут представлять промышленный и коммерческий интерес.

Не менее важно научиться правильно оконтуривать, подсчитывать и оценивать запасы полезных ископаемых с учетом всего комплекса факторов, влияющих на полноту и эффективность их извлечения из недр. Этим же целям отвечает технологическое картирование месторождений.

Учитывая высокую степень динамизма и неопределенности природных, технологических, экономических и рыночных факторов, необходимо переходить к решению указанных задач в непрерывном, мониторинговом режиме с применением параметров эксплуатационных кондиций и обеспечением баланса интересов государства, бизнеса и всего общества [7 - 9].

К востребованным технологиям добычи твердых полезных ископаемых для Казахстана, учитывая вышеперечисленное, можно отнести:

- Технологии безлюдной и «малолюдной» выемки – требования к качеству оборудования, работающего в подземных условиях, надежности технических решений, возможности сокращения объемов ремонтных работ.
- Технологии ведения открытых горных работ на глубоких карьерах – взрывные работы, транспорт, повышение углов наклона и устойчивости бортов и уступов, проветривание, водопонижение, сейсмобезопасность.
- Совершенствование существующих и создание новых технологий комбинированной (открыто-подземной) разработки твердых полезных ископаемых, снижение потерь полезных ископаемых при переходе от открытой разработки к подземной.
- Развитие технологий ведения подземных горных работ с использованием закладки выработанного пространства, снижение себестоимости закладки, использование пустых пород и хвостов для закладочных работ.
- Развитие технологий ведения подземных горных работ с применением современного высокопроизводительного самоходного оборудования.
- Развитие технологий подземных горных работ на глубоких шахтах – горное давление, температурный режим, предотвращение динамических явлений.
- Развитие технологий скважинной добычи (геотехнологий) при отработке бедных месторождений и доизвлечении запасов отработанных месторождений.
- Развитие технологий разработки техногенных месторождений.

Литература

1 Агошков М. И. Разработка рудных месторождений, 3 изд., М., 1954

2 Именитов В. Р. Технология, механизация и организация производственных процессов при подземной разработке рудных месторождений, М., 1973

3 Ракишев Б.Р. Классификации технологий и технологических комплексов открытых горных работ. //Доклады АН РК, Алматы. №4, 2014.С.15-21

4 Каренов Р. С. Эколого-экономическая эффективность геотехнологических методов добычи полезных ископаемых. Вестник КарГУ г. Караганда: 2011 г., Экономика, №1

5 Галиев С., Едыгенов Е. Приоритетные направления горной науки и горнодобывающей промышленности // Промышленность Казахстана. 2005. - № 5 (32).

6 Жарменов А.А., Галиев С.Ж., Лисенков А.А.,Жумабекова С. Системные меры обеспечения Индустриально-Инновационного развития Горно-металлургического комплекса Республики Казахстан. // "Промышленность Казахстана", № 5, 2010.

7 Галиев С.Ж., Лисенков А.А.,Жумабекова С.А. Системный мониторинг деятельности горнодобывающих предприятий и отраслей// Геотехнология – 2010: Проблемы индустриально-инновационного развития горно-добывающих отраслей промышленности и мировая геополитика освоения хризотилового волокна: Материалы Пятой международной научно-практической конференции, 13-15 окт. 2010 г./Под общ. Ред. проф. Галиева С.Ж.-Житикара,2010.-С.436-442

8 Лисенков А.А. Современное состояние и пути решения проблемы сбалансированного управления запасами стратегически важных видов полезных ископаемых// Геотехнология – 2010: Проблемы индустриально-инновационного развития горнодобывающих отраслей промышленности и мировая геополитика освоения хризотилового волокна: Материалы Пятой международной научно-практической конференции, 13-15 окт. 2010 г./Под общ. Ред. проф. Галиева С.Ж.-Житикара,2010.-С.443-451

9 Лисенков А.А. Сбалансированное управление запасами стратегически важных видов полезных ископаемых// Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие экономики Казахстана: императивы модернизации и бизнес-инжиниринг», Ч.I. – Алматы, КазНТУ им. К.И.Сатпаева, 2012 с.348-351.

References

1 Agoshkov M. I. Razrabotka rudnyh mestorozhdenij, 3 izd., M., 1954

2 Imenitov V. P. Tehnologija, mehanizacija i organizacija proizvodstvennyh processov pri podzemnoj razrabotke rudnyh mestorozhdenij, M., 1973

3 Rakishev B.R. Klassifikacii tehnologij i tehnologicheskih kompleksov otkrytyh gornyh rabot. //Doklady AN RK, Almaty. №4, 2014.S.15-21

4 Karenov R. S. Jekologo-jekonomicheskaja jeffektivnost' geotehnologicheskih metodov dobychi poleznyh iskopaemyh. Vestnik KarGU g. Karaganda: 2011 g., Jekonomika, №1

5 Galiev S., Edygenov E. Prioritetnye napravlenija gornoj nauki i gornodobyvajushhej promyshlennosti // Promyshlennost' Kazahstana. 2005. - № 5 (32).

6 Zharmenov A.A., Galiev S.Zh., Lisenkov A.A.,Zhumabekova S. Sistemnye mery obespechenija Industrial'no-Innovacionnogo razvitija Gorno-metallurgicheskogo kompleksa Respubliki Kazahstan. // "Promyshlennost' Kazahstana", № 5, 2010.

7 Galiev S.Zh., Lisenkov A.A.,Zhumabekova S.A. Sistemnyj monitoring dejatel'nosti gornodobyvajushhih predprijatij i otraslej// Geotehnologija – 2010: Problemy industrial'no-innovacionnogo razvitija gorno-dobyvajushhih otraslej promyshlennosti i mirovaja geopolitika osvoenija hrizotilovogo volokna: Materialy Pjatoj mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, 13-15 okt. 2010 g./Pod obshh. Red. prof. Galieva S.Zh.-Zhitikara,2010.-S.436-442

8 Lisenkov A.A. Sovremennoe sostojanie i puti reshenija problemy sbalansirovannogo upravlenija zapasami strategicheski vazhnyh vidov poleznyh iskopaemyh// Geotehnologija – 2010: Problemy industrial'no-innovacionnogo razvitija gornodobyvajushhih otraslej promyshlennosti i mirovaja geopolitika osvoenija hrizotilovogo volokna: Materialy Pjatoj mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, 13-15 okt. 2010 g./Pod obshh. Red. prof. Galieva S.Zh.-Zhitikara,2010.-S.443-451

9 Lisenkov A.A. Sbalansirovannoe upravlenie zapasami strategicheski vazhnyh vidov poleznyh iskopaemyh// Sbornik trudov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Ustojchivoe razvitie jekonomiki Kazahstana: imperativy modernizacii i biznes-inzhiniring», Ch.I. – Almaty, KazNTU im. K.I.Satpaeva, 2012 s.348-351.

ӘОЖ 622(091):52.01.11

Резюме

Лисенков А.А., Шамғанова Л.С., Бердінова Н.О.
(Д.А. Қонаев атындағы Тау-кен институты, Алматы қ., Қазақстан)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҚАТТЫ МИНЕРАЛДЫ-ШИКІЗАТТАР ҚОРЫН ИГЕРУДІҢ ЗАМАНАУИ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ШАМАСЫН ТАЛДАУ

Бұл мақалада Қазақстан Республикасының қатты минералды-шикізаттар қорын игерудің заманауи технологиялық шамасын талдау бойынша теориялық зерттеулер және тау-кен өндірісін дамытуға бағытталған қажетті технологиялар тізімі ұсынылған.

Түйінді сөздер: жинақтық шығарып алу, пайдалы қазбалар, кемел, геотехнология, классификация, қазу жүйесі, қатты пайдалы қазбалар, кенді шығарып алу технологиялары.

UDC 622(091):52.01.11

Summary

Lisenkov A.A., Shamganova L.S., Berdinova N.O.
(Mining Institute named after D.A. Kunaev, Almaty, Kazakhstan)

ANALYSIS OF MODERN TECHNOLOGICAL ABSORPTIVE CAPACITY SOLID MINERAL RESOURCES OF REPUBLIC KAZAKHSTAN

This article presents the theoretical research on the analysis of modern technological absorptive capacity of Kazakhstan mineral resources and a list of relevant technologies, aimed at the development of the mining industry.

Keywords: technology integrated development of mineral resources, solid minerals, systems development, classification, geotechnology, condition, minerals, complex extraction.

УДК 622.669:65.01:332.334

Лисенков А. А.
(Институт горного дела имени Д.А.Кунаева, г.Алматы, Республика Казахстан)

ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ КЛАСТЕРЫ: МИРОВОЙ ОПЫТ И КАЗАХСТАНСКИЕ ИНИЦИАТИВЫ

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы, связанные с формированием горно-металлургических кластеров как новой формы регионального и отраслевого развития. Приведены примеры таких кластеров, созданных за рубежом. Дана оценка современного состояния и перспектив кластерного развития горно-металлургического комплекса Казахстана.

Ключевые слова: *кластер, кластерные инициативы, горно-металлургический комплекс, мировой опыт, состояние, перспективы.*

Түйінді сөздер: *кластер, кластерлік бастамалар, тау-кен-металлургия кешені, әлемдік тәжірибе, жай-күйі, болашағы.*

Keywords: *cluster, cluster initiatives, the mining and metallurgical complex, global experience, status and prospects.*

Проблемы кластерного развития национальных экономик, их секторов и регионов давно привлекают внимание государственных и местных органов управления, бизнесменов, ученых и специалистов многих стран мира. Сама практика и накопленный опыт подтверждают плодотворность и эффективность кластерной идеи, которая успешно реализована во многих промышленно развитых и развивающихся экономиках. Однако на этом пути возникают определенные трудности, обусловленные, с одной стороны, относительной новизной данного научного направления, а с другой – огромным разнообразием условий, в которых зарождаются, создаются и развиваются кластеры.

Само понятие «кластер» трактуется разными авторами по-разному, так как каждый вкладывает в него свой смысл в зависимости от того – какие именно характеристики кластера он считает наиболее важными, ключевыми.

Так, например, М. Портер [1] понимает под кластером группу «географически соседствующих взаимосвязанных компаний и связанных с ними организаций, действующих в определенной сфере и характеризующихся общностью деятельности и взаимодополняющих друг друга». В многочисленных публикациях встречаются такие понятия, как экономический кластер, индустриальный кластер, промышленный кластер, транспортно-логистический кластер, инновационный кластер, международный кластер, трансграничный кластер, транснациональный кластер и др. Весьма емкое определение кластера дано в Государственной программе индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015 – 2019 годы [2]:

«кластер - географически сконцентрированная группа взаимосвязанных и взаимодополняющих компаний и организаций, которая включает в себя производителей конечных или промежуточных товаров и услуг, поставщиков комплектующих, специализированных услуг, производителей производственного и иного оборудования, поставщиков специализированной инфраструктуры, научных и исследовательских организаций, организаций высшего образования, организаций технического и профессионального образования и других организаций, имеющих определенную отраслевую специализацию».

И, наконец, объект данного исследования - горно-металлургический кластер специалисты КИРИ трактуют как «объединение предприятий, занятых процессом добычи, обогащения, производства и реализации готовой металлопродукции, а также смежных и

поддерживающих отраслей, научно-образовательных учреждений, совместно действующих в целях достижения конкурентоспособности на мировых товарных рынках» [3].

Следует отметить, что в Казахстане в последние годы активизировалась работа государственных органов по решению проблемы кластеризации национальной экономики, ее важнейших секторов и регионов. На правительственном уровне утверждены «Концепция формирования перспективных национальных кластеров Республики Казахстан до 2020 года» [4], «Концепция индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015–2019 годы» [5], дан старт Государственной программе индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015 – 2019 годы [2], введены в действие другие важнейшие документы, определяющие перспективные направления развития казахстанской экономики.

В «Государственной программе индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015-2019 годы» [2] обозначены главные цели развития металлургических отраслей в предстоящем периоде:

по черной металлургии: устойчивое развитие и создание условий для диверсификации и повышения конкурентоспособности черной металлургии;

по цветной металлургии: увеличение объемов производства базовых металлов, развитие и создание производств по выпуску изделий из них.

Достижение этих целей во многом будет зависеть от того – насколько успешно будет реализован кластерный подход при решении проблем дальнейшего развития горно-металлургического комплекса страны – второго по своей значимости для экономики страны промышленного комплекса.

Большое внимание в «Государственной программе…» [2] уделяется вопросам развития казахстанского машиностроения – основной металлопотребляющей отрасли, что следует расценивать как важный положительный сигнал для роста металлопроизводящих отраслей – черной и цветной металлургии. Еще более важно то, что кластерные подходы в развитии обрабатывающей промышленности вошли в состав основных направлений достижения поставленных целей. Это создает хороший посыл для привлечения внимания к кластерной проблеме всех участников реализации данной программы. Надо твердо осознать, что, не реализовав кластерную идею на практике, Казахстан не сможет успешно решить стоящие перед ним проблемы, связанные с преодолением сырьевой направленности экономики и переходом на инновационный путь развития, расширением масштабов и сфер деятельности малого и среднего бизнеса, повышением занятости населения, ликвидацией бедности и др.

В «Концепции формирования перспективных национальных кластеров Республики Казахстан до 2020 года» [4] кластеры металлургии отнесены в группу перспективных кластеров. Предусмотрено создание Совета кластеров под председательством Министра индустрии и новых технологий Республики Казахстан. Интегратором кластеров выступает АО «Тау-Кен Самрук». В состав Совета входят: Национальная палата предпринимателей (отраслевая ассоциация), отраслевые научно- исследовательские институты, АОО «Назарбаев Университет», АО «Управляющая компания СЭЗ ПИТ» и вузы. Определена территория размещения металлургического кластера: СЭЗ «Сарыарка».

На момент разработки Концепции [4] к кластерам национального уровня отнесены Карагандинский, Восточно-Казахстанский и Павлодарский металлургические кластеры. Соответствующие регионы характеризуются высокой степенью концентрации территориальных производительных сил, развитым научно-образовательным потенциалом и благоприятными перспективами дальнейшего развития. Именно поэтому указанные территории выделены в качестве первоочередных объектов воздействия кластерной инициативы и проведения кластерной политики в горно-металлургическом комплексе Казахстана.

Однако, кроме Карагандинского, Восточно-Казахстанского и Павлодарского кластеров, кластерный подход должен распространяться и на другие регионы Казахстана, в которых развито горно-металлургическое производство.

Определенные шаги в этом направлении делают в Кызылординской области, где намечается создать металлургический кластер на базе свинцово-цинкового месторождения Шалкия, ванадиевых месторождений Курумсак, Баласау-скандык, Джебаглы и др. В РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» разработана «Концепция создания и развития металлургического кластера в Кызылординской области Республики Казахстан» [6], стратегической целью которой является создание в регионе наукоемких производственных комплексов, обладающих технологиями производства полного цикла.

17 сентября 2014 года в рамках 20-ой Юбилейной международной выставки «MiningWorldCetnralAsia» в Алматы был проведен круглый стол «Потенциал и перспективы кластерного развития горно-металлургического комплекса Казахстана» [7]. В его работе приняли участие представители Национальной академии наук, Национальной инженерной академии, РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья», Международной академии информатизации, Союза проектных менеджеров Казахстана, АО «Казахстанский институт развития индустрии», Казахского национального технического университета имени К.И. Сатпаева, Института горного дела имени Д. А. Кунаева, компаний SRK Consulting, Wardellarmstrong, «Волковгеология», ТОО «DATA Invest», «Евразийской проектной компании» и др. В выступлениях участников круглого стола и в его итоговом документе подтверждена актуальность проблемы кластеризации горно-металлургического комплекса Казахстана. Отмечена необходимость скорейшего ее решения с использованием накопленного мирового опыта кластерного развития национальных и региональных экономик.

Всем структурам горно-металлургического комплекса, а также взаимодействующим с ними научно-образовательным организациям, государственным и местным органам управления рекомендовано при реализации кластерного подхода использовать принцип и модель «тройной спирали» (Triple - helixmodel), обеспечивающих ускоренное инновационное развитие экономики за счет взаимовыгодного сотрудничества государства, бизнеса и науки.

Наглядными примерами такого сотрудничества могут служить успешно функционирующие международные металлургические кластеры:

1. Кластер алюминиевых технологий - «АлюКластер» («AluCluster») - Дания, Швеция, Норвегия;

2. Международные кластеры Финляндии в регионе «Ботнической дуги» (приграничные области Швеции и Финляндии). Сферы специализации: ИКТ, металлургия, деревообработка и лесное хозяйство, медицина, образование и НИОКР.

Мировой опыт показывает, что ядром международного кластера обычно является крупная транснациональная компания, которая берет на себя функции управления и координации деятельности всех участников такого кластера, а развитие сложной системы взаимодействий между ними происходит в рамках сетевого подхода [8]. Этому благоприятствуют: открытость границ системы, возможность изменения внутренней структуры и состава участников кластера, высокая степень связности межу ними, быстрая адаптация к изменениям среды и способность системы к самоорганизации.

Наряду с большим разнообразием моделей кластерного развития в последние годы выявились общие тенденции, отражающие характерные особенности создания и развития кластеров в разных странах мира [9,10]. К ним относятся:

1) преобладание средних предприятий в промышленных кластерах;

2) увеличение количества предприятий и организаций, входящих в состав кластера;

3) инновационная активность участников кластеров;

4) формирование глобальных сетей, объединяющих участников кластеров разных стран.

Среди российских кластеров металлургического профиля выделяютсятри крупных кластера, которые вошли в перечень 25-ти приоритетных российских кластеров национального уровня:

1. Инновационный территориальный кластер «ТИТАНОВЫЙ КЛАСТЕР СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ».
2. Инновационный территориальный кластер «Комплексная переработка угля и техногенных отходов в Кемеровской области»;
3. Кластер инновационных технологий ЗАТО г. Железногорск (Красноярский край).

Кроме них, в России формируются и развиваются минерально-сырьевые и горно-металлургические кластеры регионального значения, которые включены в единую базу российских кластеров, сформированную в Минэкономразвития РФ (Таблица 1).

Таблица 1 - Российские минерально-сырьевые и горно-металлургические кластеры регионального значения

№ п/п	Наименование региона	Наименование кластера
1	Белгородская область	Горно-металлургический
2	Курская область	Кластер черной металлургии
3	Орловская область	Кластер промышленного производства (металлургия, машиностроение, приборостроение)
4	Калининградская область	Янтарный кластер
5	Оренбургская область	Цветная металлургия + Кластер черной металлургии и металлообработки
6	Республика Алтай	Кластер горнодобывающей промышленности
7	Республика Тыва	Кластер по глубокой переработке природных ресурсов республики
8	Республика Саха (Якутия)	Зона опережающего развития Южная Якутия (добыча и обогащение угля; железных и урановых руд, апатитового сырья, цветных металлов, производство минеральных удобрений; газохимия; химическое производство; лесопереработка; тепловая и гидроэнергетика)
9	Республика Саха (Якутия)	Зона опережающего развития Западная Якутия, в том числе: алмазный кластер
10	Амурская область	Межрегиональный горно-металлургический кластер
11	Камчатский край	Минерально-сырьевой кластер
12	Магаданская область	Минерально-сырьевой комплекс

К сожалению, условия, сложившиеся в той или иной стране, не всегда способствуют успешному развитию кластеров. Так, в перечень проблем, препятствующих продвижению этого процесса в России, входят [9]:

1) отсутствие взаимного доверия между участниками кластеров;
2) недостаточная поддержка местными и региональными властями организаций, входящих в кластер;

3) организации не всегда заинтересованы в построении и поддержании производственной цепи;

4) имеет место практически полное отсутствие взаимосвязи между предприятиями, учебными заведениями и научно-исследовательскими организациями;

5) низкий уровень конкурентной борьбы и т.д.

Довольно часто для нормального функционирования кластера в том или ином регионе не хватает необходимых ресурсов, нет нужной инфраструктуры, не ведется на должном уровне подготовка и переподготовка кадров, отсутствуют научные школы и разработки и т.д. Еще одна серьезная проблемы, возникающая при реализации кластерных идей, - поиск и привлечение заинтересованных инвесторов.

Можно с полным основанием говорить о том, что эти же проблемы существуют и у нас в Казахстане.

Одним из важных регионов Казахстана с высокоразвитой горно-металлургической промышленностью является Жезказганский регион, который по своему экономическому потенциалу ничуть не уступает указанным выше казахстанским горно-металлургическим кластерам областного уровня. Этот регион, так же как и Восточный Казахстан, имеет большую историю своего промышленного и социального развития, уходящую в древние времена. Однако в последние годы обострилась ситуация с обеспеченностью конкурентоспособными запасами полезных ископаемых крупномасштабного металлургического производства, созданного на базе Жезказганского месторождения. Соответственно возникла угроза безработицы, падения жизненного уровня населения и роста социальной напряженности в регионе. С учетом этого в 2011 году принято Постановление Правительства Республики Казахстан от 3 ноября 2011 года № 1283 «Об утверждении Комплексного плана социально-экономического развития городов Жезказган, Сатпаев и Улытауского района Карагандинской области на 2012-2017 годы» [11]. Этим планом предусматривалась реализация широкого комплекса мероприятий, направленных на решение острых проблем социально-экономического развития Жезказганского региона.

В 2013 году в это постановление были внесены изменения [12], связанные с введением новой редакции «Комплексного плана…» и механизма контроля за ходом его выполнения. При этом горизонт планирования был увеличен с 2017 до 2020 года.

На реализацию «Комплексного плана…» предусмотрено выделение из разных источников финансирования 351,526 млрд.тенге, в том числе за счет: республиканского бюджета 169,189 млрд. тенге (48,1%); местного бюджета 21,4 млрд.тенге (6,1%) и внебюджетных источников 160,936 мдрд. тенге (45,8%). Запланированная динамика выделения этих средств показана на Рисунок 1.Ее характерной особенностью является то, что основной объем финансирования из республиканского бюджета приходится на середину планового периода, а основная нагрузка на внебюджетные источники денежных средств будет иметь место в конце этого периода.

Структурный анализ «Комплексного плана…» позволил определить распределение общего объема финансирования по его разделам (Рисунок2). В общей сложности этот план включает 88 мероприятий, сгруппированных по следующим девяти разделам:1.Расширение минерально-сырьевой базы; 2. Индустриально-инновационное развитие; 3. Жилищно-коммунальное хозяйство; 4. Жилищное строительство;5.Транспортная инфраструктура; 6. Социальная инфраструктура; 7. Экология и природопользование4 8. Мероприятияпопреду-преждению и ликвидации ЧС; 9. Развитие сельских территорий.

Рисунок 1 - Объемы финансирования (млн.тенге) из разных источников, выделяемые для реализации «Комплексного плана…»

Как видим, на долю жилищно-коммунального хозяйства приходится более половины общих затрат на реализацию плана -52,5%, расширение минерально-сырьевой базы - 20,8%, экология и природопользование 12,2% и т.д. Эти три раздела «поглощают» свыше 85% всех затрат, поэтому именно они должны быть в центре внимания тех структур, на которые возложены функции и полномочия по управлению и контролю хода выполнения «Комплексного плана…».

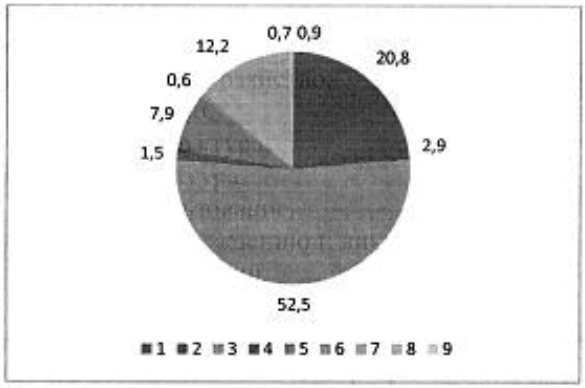


Рисунок 2 – Распределение долей общего объема финансирования «Комплексного плана…» по его разделам (%%)

Очевидно, что успех в реализации «Комплексного плана…» во многомбудет зависетьот выполнениянамеченного комплексамероприятий по расширению минерально-сырьевой базы. Объем финансирования по этому разделу составляет 72,938 млрд тенге. Около половины этого объема (48,5%) приходится на принудительное отчуждение земельных участков поселка Жезказган и прилегающих населенных пунктов Весовая, Крестовский, Перевалка и ГРП. К настоящему времени завершен первый этап переселения жителей поселка Жезказган и прилегающих населенных пунктов, попавших в зону обрушения. На средства резерва Правительства построены 24 одноэтажных двухквартирных дома для переселения 48 семей.На повестке дня стоит вопрос вовлечения в разработку запасов медьсодержащих руд охранного целика под поселком Жезказган и прилегающих населенных пунктов.

Важнейшими мероприятиями «Комплексного плана…» являются также выполнение генерального пересчета балансовых и забалансовых запасов, запасов охранных целиков и маломощных залежей Жезказганского месторождения (рудники Анненский, Северный,

Восточный, Южный, Степной, Западный), составление ТЭО отработки запасов месторождения,выделение дополнительного финансирования геологоразведочных работ на территории горных отводов Жезказганского месторождения, организация проведения поисковых работ на перспективных участках, вовлечение во вторичную переработку техногенных минеральных образований и др.

В 2014 г. разработаны и утверждены в ГКЗ РК новые параметры промышленных кондиций на руды Жезказганского месторождения, на основе которых выполнен пересчет балансовых и забалансовых запасов. По результатам государственной экспертизы материалов подсчета запасов Жезказганского месторождения утверждены его запасы по состоянию на 02.01.2014 года. За счет ужесточения кондиций заметно снизилась обеспеченность предприятия балансовыми запасами. С учетом возможного прироста запасов за счет доразведки месторождения период его доработки месторождения составит 10-15 лет. Однако этого явно недостаточно для того, чтобы работники предприятия, члены их семей и все население региона могли уверенно смотреть в будущее.

В связи с этим важным резервом укрепления минерально-сырьевой базы могут стать забалансовые запасы медьсодержащих руд, количество которых почти в семь раз превышает количество балансовых запасов. Поэтому для продления срока жизнедеятельности Жезказганских рудников необходимо решить задачу оценки технической возможности и экономической целесообразности вовлечения в эксплуатацию определенной части забалансовых запасов медьсодержащих руд.

Следует также более гибко подходить к обоснованию параметров кондиций и соответствующих им запасов в современных рыночных, чрезвычайно динамичных и неопределенных условиях. При существующем подходе, который во многом сохранил недостатки, присущие прежней, советской системе, бортовое содержание меди, минимальное промышленное содержание меди в блоке, минимальная мощность рудных пересечений и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, являются едиными для всего месторождения и любой его части. Кроме того, они остаются неизменными в течение длительного времени. Вследствие этого допускаются просчеты в определении действительной экономической целесообразности вовлечения в разработку оцениваемых запасов. В связи с этим необходимо дополнить параметры промышленных кондиций более точными и гибкими параметрами эксплуатационных кондиций, что позволило бы учитывать при оконтуривании, подсчете и оценке запасов полезных ископаемых влияние на них как пространственного, так и временного факторов.

В свете вышесказанного можно сделать вывод о том, что для решения сложных проблем Жезказганского региона необходимо организовать скоординированную работу большого числа заинтересованных сторон - государственных, местных и корпоративных органов управления, научно-исследовательских, проектных и общественных организаций, поставщиков и потребителей продукции, работ и услуг, образовательных учреждений и сервисных компаний. А сделать это наилучшим образом можно только при условии применения методологии и инструментария кластерного подхода.

Литература

1 Портер М. Конкуренция. Пер. с англ. – М.: Вильямс», 2005. – 608 с.

2 Государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015 – 2019 годы. Утверждена Указом Президента Республики Казахстан от 1 августа 2014 года № 957.

3 Методологические подходы по созданию и развитию территориальных кластеров.- Астана, АО «КИРИ», 2014.

4 Концепция формирования перспективных национальных кластеров Республики Казахстан до 2020 года. Утверждена Постановлением Правительства Республики Казахстан от 11 октября 2013 года № 1092.

5 Концепция индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015 – 2019 годы. Утверждена постановлением Правительства Республики Казахстан от 31 декабря 2013 года № 1497.

6 Концепция создания и развития металлургического кластера в Кызылординской области Республики Казахстан,- Алматы, РГП «Национальный центр комплексной переработки минерального сырья Республики Казахстан», 2013,- 24 с.

7 Рекомендации по итогам круглого стола «Потенциал и перспективы кластерного развития горно-металлургического комплекса Казахстана». –Алматы, ITE Group PLC., 17 сентября 2014.

8 Михайлов А. С. Система взаимодействия факторов международного кластера//Проблемы современной экономики, 2013, № 2 (46), с. 95-97

9 Родин С.А. Опыт создания и функционирования кластеров в различных регионах мира. – http://snrd.ru/page-103/

10 Обзор инновационных кластеров в иностранных государствах. – М.: Минэкономразвития РФ, 2011.

11 Об утверждении Комплексного плана социально-экономического развития городов Жезказган, Сатпаев и Улытауского района Карагандинской области на 2012 - 2017 годы. Постановление Правительства Республики Казахстан от 3 ноября 2011 года № 1283

12 Постановление Правительства Республики Казахстан от 31 декабря 2013 года № 1505 О внесении изменений в постановление Правительства Республики Казахстан от 3 ноября 2011 года № 1283 «Об утверждении Комплексного плана социально-экономического развития городов Жезказган, Сатпаев и Улытауского района Карагандинской области на 2012 - 2017 годы»

References

1 Porter M. Konkurencija. Per. s angl. – M.: Vil'jams», 2005. – 608 s.

2 Gosudarstvennaja programma industrial'no-innovacionnogo razvitija Respubliki Kazahstan na 2015 – 2019 gody. Utverzhdena Ukazom Prezidenta Respubliki Kazahstan ot 1 avgusta 2014 goda № 957.

3 Metodologicheskie podhody po sozdaniju i razvitiju territorial'nyh klasterov.- Astana, AO «KIRI», 2014.

4 Koncepcija formirovanija perspektivnyh nacional'nyh klasterov Respubliki Kazahstan do 2020 goda. Utverzhdena Postanovleniem Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 11 oktjabrja 2013 goda № 1092.

5 Koncepcija industrial'no-innovacionnogo razvitija Respubliki Kazahstan na 2015 – 2019 gody. Utverzhdena postanovleniem Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 31 dekabrja 2013 goda № 1497.

6 Koncepcija sozdanija i razvitija metallurgicheskogo klastera v Kyzylordinskoj oblasti Respubliki Kazahstan,- Almaty, RGP «Nacional'nyj centr kompleksnoj pererabotki mineral'nogo syr'ja Respubliki Kazahstan», 2013,- 24 s.

7 Rekomendacii po itogam kruglogo stola «Potencial i perspektivy klasternogo razvitija gorno-metallurgicheskogo kompleksa Kazahstana». –Almaty, ITE Group PLC., 17 sentjabrja 2014.

8 Mihajlov A. S. Sistema vzaimodejstvija faktorov mezhdunarodnogo klastera//Problemy sovremennoj jekonomiki, 2013, № 2 (46), s. 95-97

9 Rodin S.A. Opyt sozdanija i funkcionirovanija klasterov v razlichnyh regionah mira. – http://snrd.ru/page-103/

10 Obzor innovacionnyh klasterov v inostrannyh gosudarstvah. – M.: Minjekonomrazvitija RF, 2011.

11 Ob utverzhdenii Kompleksnogo plana social'no-jekonomicheskogo razvitija gorodov Zhezkazgan, Satpaev i Ulytauskogo rajona Karagandinskoj oblasti na 2012 - 2017 gody. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 3 nojabrja 2011 goda № 1283

12 Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 31 dekabrja 2013 goda № 1505 O vnesenii izmenenij v postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 3 nojabrja 2011 goda № 1283 «Ob utverzhdenii Kompleksnogo plana social'no-jekonomicheskogo razvitija gorodov Zhezkazgan, Satpaev i Ulytauskogo rajona Karagandinskoj oblasti na 2012 - 2017 gody»

ӘОЖ 622.669:65.01:332.334

Резюме

Лисенков А.А.
(Д.А. Қонаев атындағы ТКИИ, Алматы қ)

ТАУ-КЕН-МЕТАЛЛУРГИЯ КЛАСТЕРЛЕРІ: ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ТӘЖІРИБЕ ЖӘНЕ ҚАЗАҚСТАННЫҢ БАСТАМАЛАРЫ

Мақалада өңірлік және салалық дамудың жаңа нысаны ретінде тау-кен-металургиялық кластерлерді қалыптастыру байланысты проблемалар қарастырылды. Осындай кластерлердің шетелде құрылған мысалдар келтірілген. Қазақстанның тау-кен-металлургиялық кешенінің кластерлік дамуының заманауі жай-күйі мен болашағына бағасы берілген.

Түйінді сөздер: кластер, кластерлік бастамалар, тау-кен-металлургия кешені, әлемдік тәжірибе, жай-күйі, болашағы.

UDC 622.669:65.01:332.334

Summary

Lissenkov A. A.
(D.A. Kunayev Mining Institute, Almaty)

MINING AND METALLURGICAL CLUSTERS: INTERNATIONAL EXPERIENCE AND KAZAKHSTAN'S INITIATIVES

The problems associated with the formation of clusters of mining and metallurgical as a new form of regional and sectoral development. Examples of such clusters created abroad. The evaluation of the current state and prospects of cluster development of mining and metallurgical complex of Kazakhstan.

Keywords: cluster, cluster initiatives, the mining and metallurgical complex, global experience, status and prospects.

УДК 622.775

Рогов Е.И.[1], Рогов А.Е.[1], Демехов Ю.В.[2]
([1]ИГД им. Д. А. Кунаева, Алматы,
[2] Горнорудная компания НАК «Казатомпром», Казахстан)

ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация

В статье дан анализ и оценка перспектив развития горных геотехнологий подземной и открытой разработки недр, ПСВ металлов, подземной скважинной гидродобычи (ПСГД), кучного выщелачивания (КВ) и нового направления в издании супергеотехнологии.

Ключевые слова: *ПГР- подземные горные работы, ОГР-открытые горные работы, ПСВ - подземное скважинное выщелачивания, КВ - кучное выщелачивание, супергеотехнология.*

Түйінді сөздер: *ЖКЖ - жерасты тау-кен жұмыстары, АКЖ - ашық тау-кен жұмыстары, ЖҰС- жерасты ұңғылап сілтілеу, ҮС – үймелеп сілтілеу, супергеотехнология.*

Keywords: *UM-underground mining, OM - opencast mining, drillhole ISL - drillhole in situ leaching, HL - heap leaching, supergeotechnology.*

С постоянным обеднением содержания металла в рудах и с увеличением глубин разработки на поверхность выдаются огромные объемы пород, которые существенно ухудшают экологическую обстановку в горнодобывающих регионах.

К настоящему времени действуют всего пять типов геотехнологий:

- открытые горные работы (ОГР);
- подземные горные работы (ПГР);
- подземное скважинное выщелачивание (ПСВ);
- подземная скважинная гидродобыча (ПСГД);
- кучное выщелачивание (КВ).

Кроме того, существуют различные комбинации из указанных геотехнологий.

Нами на базе математического моделирования всех пяти геотехнологий произведена их оценка по двум главным критериям:

- адаптации к внешней среде;
- вероятность проявления катастрофических отказов.

По этой проблеме в ближайшее время совместно с Российскими учеными выйдет в свет фундаментальная монография, "Теория катастроф и горные геотехнологии" объемом более 300 страниц. В ней представлены основные результаты оценки пяти геотехнологий по указанным критериям. Здесь однозначно установлен следующий порядок геотехнологий, самые опасные и малоадаптивные - ПГР. Здесь только одно обязательное присутствие людей в подземных выработках приводит к большим трудностям создания хотя бы сколько-нибудь безопасных условий их пребывания.

Здесь число пересекающихся параметров геотехнологии со средой и человеком достигает нескольких сотен. И при всех достижимых условиях и норм на множестве пересекающихся параметров нет возможности исключить катастрофы и негативные явления.

На втором месте по сложности, адаптивности и вероятности проявления катастрофических отказов располагаются геотехнологии ОГР. Здесь число пересекающихся параметров при взаимодействии со средой и человеком оценивается на несколько порядков ниже чем ПГР и находится в пределах нескольких десятков.

Следующие геотехнологии ПСВ и ПСГД относятся к высокоадаптивным и практически исключающим проявление катастрофических отказов при взаимодействии со средой и человеком. Здесь число параметров при взаимодействии этих подсистем находится в пределах одного десятка.

И, наконец, последняя геотехнология КВ обладает максимальной адаптацией к среде и человеку, потому что она вся относится к искусственным, созданным самим человеком системам. Эта геотехнология может быть полностью автоматизирована и переведена на компьютерное оптимальное управление, хотя бы потому, что штабель руды также творение человека, тогда как среда во всех рассмотренных выше геотехнологиях - природное создание.

Для нашей аудитории настоящей конференции интерес представляет высокая геотехнология - подземного скважинного выщелачивания урана и сопутствующих элементов. Далее в докладе мы остановимся на этой геотехнологии и весьма кратко на геотехнологиях КВ и ПСГД.

Начиная с 1999 года, нами были получены новые фундаментальные закономерности подземного скважинного выщелачивания металлов и практические необходимые результаты.

1. Для полного гидродинамического расчета взаимодействующих технологических скважин с использованием принципа суперпозиции потенциальных полей напоров (компрессий и депрессий) любого блока или участка месторождения с числом $N_{зс}$ – закачных и $N_{ос}$ – откачных скважин, сложная система линий (трубок) тока выщелачивающих растворов (ВР) отображается на сетевом графе G = (U, Г), где U полное число дуг графа. Каждая дуга графа оценивается гидродинамическим сопротивлением, или проводимостью, или потерей напора в системе трубопроводов на поверхности; источники напоров на закачных скважинах представляются характеристиками с постоянным напором для самоналива ВР или аналитическими зависимостями в координатах (H, Q) – для насосов закачных и откачных скважин.

2. При плоскорадиальной фильтрации растворов в пористой среде в системе закачных и откачных скважин любого блока или участка месторождения урана доказано существование объективной закономерности близкодействия скважин в ячейке, которая базируется на слабом изменении функции натурального логарифма от отношения радиуса питания скважин к радиусу технологической скважины, а также на квадратичной зависимости от радиуса ячейки времени фильтрации раствора для любой пары закачных и откачных скважин.

3. Установлено, что абсолютная величина напоров – компрессии на закачных скважинах и депрессии на откачных по критерию прибыль имеет оптимальное значение, определяемое сложной многофакторной зависимостью , распределенной по экспоненциальной функции.

4. Установлены время закисления и выщелачивания блоков до любого проектного значения коэффициента извлечения урана по выведенным нелинейным многофакторным зависимостям для всех известных схем формирования ячейки – треугольной, квадратной, четырехугольной, гексагональной.

5. Получена модель концентрации урана в продуктивном растворе на любой откачной скважине или в блоке, которая описывается сложной экспоненциальной по времени – t и параметру f(Ж:Т) функцией, достигающей максимального значения через некоторое время, равной второй кинетической константе.

6. Определены удельные расходы кислоты, измеряемые тремя величинами: кг на кг добытого урана, кг на 1т проработанной раствором рудной массы и мг на 1 литр выщелачивающего раствора. Эти закономерности описываются сложными нелинейными двух и трех экспоненциальными по времени зависимостями и нелинейно увязаны с основными природными параметрами – продуктивностью и эффективной мощностью пласта, плотностью пород и природно-технологическими – отношением Ж:Т, кинетическим параметром выщелачивания.

Казахстан занимает первое место в мире по запасам урана - 24% от мировых и добывает в настоящее время более 25 тыс.т. из 50 тыс.т. урана добываемых в мире. В этой связи был придан мощный импульс развития горных наук в Казахстане в области

геотехнологии металлов. За этот период нами были проведены исследования по семи темам, в ходе реализации которых были получены фундаментальные научные результаты для:

- гидродинамических расчетов сложных сетей ПСВ металлов (урана);
- оптимизации схем вскрытия пластовых месторождений скважинами с различными геометрическими параметрами ячейки;
- оптимизации напоров на закачных и откачных скважинах;
- расчета дебитов ЗС и ОС для различных схем вскрытия;
- математического моделирования кинетики и гидродинамики ПСВ металлов и оптимизации расхода реагентов;
- обоснования оптимального бортового содержания урана в рудах месторождения;
- обоснование инновационной геотехнологии ПСВ урана для любых сложных по залеганию месторождений.

В результате исследований были достигнуты значительные результаты в области фундаментальных знаний взаимодействия искусственных гидродинамических систем подземного скважинного выщелачивания металлов с естественными гидродинамическими системами в массиве горных пород продуктивных пластов.

В частности созданы физические модели диффузионного растворения и фильтрационного переноса выщелачивающих растворов для продуктивных пластов, залегающих в сложных горно-геологических условиях.

Впервые созданы математические модели и выведены аналитические зависимости для плоскорадиального фильтрационного потока и вертикального под действием динамического напора и сил гравитации в осложненных условиях, разработаны расчетные модели векторного поля скорости фильтрации плоскорадиального и вертикального потоков в продуктивном пласте без водоупоров.

Впервые обоснованы способы адаптации геотехнологических систем подземного скважинного выщелачивания к реальным условиям залегания продуктивных пластов, выделены критерии сложности и их технологические признаки для адаптации геотехнологии к среде при растекании растворов.

Даны технологическая и критериальная оценки возможных способов адаптации подземного скважинного выщелачивания металлов к реальным условиям залегания продуктивных пластов.

Разработана с обоснованием параметров инновационная геотехнология подземного скважинного выщелачивания из продуктивных пластов, не имеющих водоупоров, исследованы режимы процесса подземного выщелачивания металлов в зависимости от принятых критериев сложности продуктивных пластов и даны обоснования способа адаптации инновационной геотехнологии для различных режимов выщелачивания в зависимости от критериев сложности пластов.

Произведено исследование параметров деформации векторного поля фильтрации растворов в висячих продуктивных пластах и породах для новой геотехнологии в зависимости от расположения верхнего и нижнего водоупоров в водоносном горизонте и расположения фильтровых колонн.

В настоящее время нами обоснована и запатентована новая геотехнология кучного выщелачивания полезных ископаемых с управляемыми фильтрационными потоками растворов в штабеле руды, позволяющая сократить сроки выщелачивания и обеспечить круглогодичную их эксплуатацию.

Получены определенные результаты в подземной скважинной гидродобыче полезных ископаемых. Добыча полезного ископаемого начинается с одновременным включением нагнетательных и добычных скважин.

Через нагнетательные скважины под определенным динамическим напором – $S_н$ подается вода. При известном расходе подачи воды $Q_{нс}$, который определяется в проекте, исходя из производительности гидроминиторов и аэрлифтов величину напора определим по нашей формуле:

$$S_{\text{н}} = \frac{13{,}7 \cdot Q_{\text{нс}} \left(\ell n R_{\text{о}} - \ell n R_{\text{с}} \right)}{\overline{K}_{\text{ф}} \cdot M_{\text{э}}},\ \text{м вод. ст.},$$

где R – радиус ячейки, м;

$R_{\text{о}}$ – радиус фильтровой колонны, м;

$\overline{K}_{\phi}$ - среднее значение коэффициента фильтрации продуктивного пласта м/сутки при его мощности $M_{\text{э}}$, м.

При работе блока, в котором имеется система $N_{\text{дс}}$ и $N_{\text{нс}}$ обязательно должен соблюдаться баланс закачиваемой воды и воды в пульпе, которая выдается аэрлифтами:

$$\sum_{j=1}^{N_{\text{нс}}} Q_{\text{нс}j} = \sum_{j=1}^{N_{\text{дс}}} Q_{\text{ж}i},$$

где $Q_{\text{ж.i}}$ – объем расхода жидкости – воды в пульпе, м^3/сут.

Как и для ПСВ металлов здесь имеет место оптимизационная задача по определению радиуса и площади ячейки через соответствующую математическую модель.

Находим оптимальное решение:

$$R_o = \sqrt[4]{\frac{S_{\text{бл}} \cdot C_{\text{скв}} \cdot H \cdot (n+1)}{C_{\text{к}} \cdot n \cdot C_{\text{э}}}},\ \text{м}.$$

Оптимальная площадь ячейки определяется по формуле:

$$S_o = \theta \cdot R_o^2,\ \text{м}^2$$

где θ - геометрический параметр, $\theta = \{2{,}6;\ 2{,}0;\ 1{,}6;\ 1{,}3\}$.

Оптимальное число скважин определится в виде:

$$N_{\partial c} = \frac{S_{\text{бл}}}{\theta \cdot R_o^2},$$

$$N_{\text{нс}} = \frac{S_{\text{бл}} \cdot n}{\theta \cdot R_o^2},$$

общее число скважин:

$$N = \frac{S_{\text{бл}}}{\theta \cdot R_o^2}(1+n).$$

Для каждого конкретного месторождения, которое будет разрабатываться способом ПСГД, все перечисленные параметры определяются при проектировании рудников.

Для окончательного выбора геометрии ячейки необходимо определить значения критерия оптимальности для принятых оптимальных радиусов ячеек и из этого множества

$$\min\{J_{o.1}; J_{o.2}; J_{o.3}; J_{o.4}\}$$

выбрать минимум. Это и будет окончательным решением о схеме вскрытия месторождения для ПСГД.

Для управления геомеханическими процессами при ПСГД рассмотрим простейшую классификацию по устойчивости пород продуктивного пласта:

- гидрогенные месторождения;
- скальные породы;

- сыпучие и слабые по прочности породы.

При наличии гидрогенных месторождений практически нет проблем, так как между водоупорами всегда будет вода и она как упругая среда будет противостоять обрушениям налегающей толщи пород при наличии водоупора – верхнего и нижнего.

Скальные породы – слабопроницаемые для воды.

При этом извлеченный объем полезного ископаемого заменяется водой, и поэтому устойчивость пород будет обеспечена. Поверхность оказывается вне опасности и не обрушается.

Наиболее сложным оказывается сохранение массива и, следовательно, технологических скважин при наличии сыпучих и слабых по прочности пород.

Эти сложнейшие задачи геомеханических процессов, которые будут сопровождать ПСГД в неустойчивых породах никто пока теоретически не изучал [1, 2]. Накопленный опыт ПСГД, изложенный в известных работах [2] и др. пока не достаточен для однозначного ответа на многочисленные задачи геомеханики.

В качестве частичной компенсации предстоящих деформационных процессов пород кровли можно предложить заполнение камер хвостами обогащения или иным измельченным твердым материалом, подаваемым по скважинам в выработанные пространства отработанных блоков.

За время работы над проблемами новых геотехнологий нами издано 11 монографий.

1. Рогов Е.И., Рогов С.Е., Рогов А.Е. Начала основ теории технологии добычи полезных ископаемых. Монография, Алматы: КазгосИНТИ, 2001.-225 с.

2. Рогов Е.И., Язиков В.Г., Забазнов В.Л., Петров Н.Н., Рогов А.Е. Геотехнология урана на месторождениях Казахстана. Монография, Алматы, 2001,- 444 с.

3. Рогов Е.И., Рогов А.Е., Язиков В.Г. Математическое моделирование в горном деле (геотехнология металлов). Монография, Алматы: КазгосИНТИ, 2002. -216 с.

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

5. А.Е. Рогов Имитационное математическое моделирование, Алматы, 2007, FORTRESS, 96 с.

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

7. А.Е. Рогов, Е.Е. Жатканбаев «Кинетика подземного скважинного выщелачивания урана», Алматы, 2009, «Комплекс», 204 с

8. Е.И. Рогов, С.Е. Рогов, А.Е. Рогов Теория геотехнологий, Алматы, 2010, FORTRESS, 355 с.

9. Рогов Е.И., Рогов А.Е., Югай В.Д. Теория кондиций, Алматы, 2012, КазНТУ, 215 с.

10. Рогов Е.И., Рогов А.Е., Орынгожин Е.С. Теория заводнения в нефтедобыче, Алматы, 2012, "Шынгыстау", 240 с.

11. Рогов А.Е., Сабирова Л.Б., Теория восстановления пластовых вод, Алматы, 2013, "ALESHAN", 153 с.

Получено 10 свидетельств объектов интеллектуальной собственности, более 30 патентов и предпатентов Республики Казахстан, ряд из которых внедрен на рудниках подземного скважинного выщелачивания урана с большим экономическим эффектом. Так, только для блоков 1-14С1, 1-9С1 месторождения Мынкудук общий эффект составил более 4 млн. $, а по скважинам 900 тыс. $ за счет применения гексагональной схемы вскрытия и отработки блоков с оптимальным радиусом и площадью ячейки вместо запроектированной ранее рядной схемы.

Литература

1 Аренс В.Ж. Физико-химическая геотехнология. М., МГГУ, 2001, 656 с.

2 Бабичев Н.И., Николаев А.Н. Скважинная гидравлическая технология – основа высокоэкономичных малых предприятий по добыче твердых полезных ископаемых. Горный журнал, № 4, 1996.

References

1 Arens V.Zh. Fiziko-himicheskaja geotehnologija. M., MGGU, 2001, 656 s.

2 Babichev N.I., Nikolaev A.N. Skvazhinnaja gidravlicheskaja tehnologija – osnova vysokojekonomichnyh malyh predprijatij po dobyche tverdyh poleznyh iskopaemyh. Gornyj zhurnal, № 4, 1996.

ӘОЖ 622.775

Резюме

Рогов Е.И.[1], Рогов А.Е.[1], Demekhov Yu.V..[2]
([1]Д.А. Қонаев атындағы Тау-кен институты, Алматы қ.,
[2]Тау-кен компаниясы "Қазатомөнеркәсіп" ҰАК, Қазақстан)

ГЕОТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ДАМУ БОЛЖАМЫ

Мақалада жер қойнауын жерасты және ашық өңдеудегі тау-кен геотехнологиясының дамуының болашағы металды (ЖҰС), жерасты ұңғылап сумен өндірудің (ЖҰСӨ), үймелеп сілтілеудің (ҮС) және жаңа бағыт супергеотехнологияның басылымына баға және сараптама берілген.

Түйінді сөздер: ЖКЖ - жерасты тау-кен жұмыстары, АКЖ - ашық тау-кен жұмыстары, ЖҰС- жерасты ұңғылап сілтілеу, ҮС – үймелеп сілтілеу, супергеотехнология.

UDC 622.775

Summary

Rogov E.I.[1], Rogov A.E.[1], Demekhov Yu.V.[2]
([1]Mining Institute named after Kunayev D.A., Almaty, Kazakhstan)
[2]Mining company NAC Kazatomprom)

FORECAST OF GEOTECHNOLOGY DEVELOPMENT

The article presents the analysis and assessment of the prospects of development of mining Geotechnology underground and open-cast mining of subsoil, drillhole ISL of metals, underground hydraulic borehole (UHB), heap leaching (HL) and a new direction in the publication of supergeotechnology.

Keywords: UM-underground mining, OM - opencast mining, drillhole ISL - drillhole in situ leaching, HL - heap leaching, supergeotechnology

УДК 622.775

Школьник В.С.[1], Рогов Е.И.[2], Карабалин У.С.[1], Огай Е.К.[2], Рогов А.Е.[2]
([1]Министерство энергетики РК, г. Астана, [2]Институт горного дела им. Д.А. Кунаева, г. Алматы, Казахстан)

СПОСОБ ИСКЛЮЧЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ ПРИ ДОБЫЧЕ НЕФТИ ЗАВОДНЕНИЕМ ПЛАСТОВ С ЯЧЕИСТЫМИ СХЕМАМИ

Аннотация

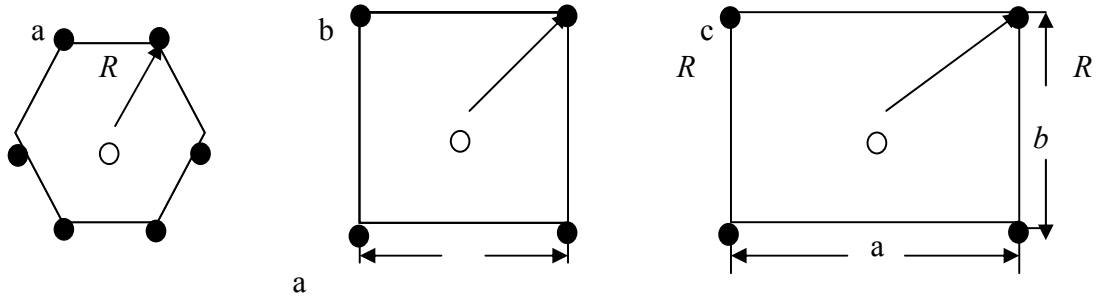
В статье изложен инновационная геотехнология добычи нефти в шельфовых зонах замкнутых бассейнов с ячеистыми схемами заводнение нефтяных пластов, обеспечивающих исключение техногенных катастроф за счет отсутствия деформации налегающей толща пород.

Ключевые слова: *шельфевая зона, нефтедобыча, ячеистая схема, гексогональная, квадратная, прямоугольная, техногенные катастрофы, вероятность.*

Түйінді сөздер: *шельфті аймақ, мұнайөндіру, ұяшықты схема, гексогональды, квадратты, тік бұрышты, техногендік опат, мүмкіндік.*

Keywords: *shelf zone, oil production, cellular scheme, hexagonal, square, rectangular, technogenic catastrophes, probability.*

Для устранения известных техногенных катастроф, отмеченных в нашей работе [2], авторы предлагают ячеистую схему подготовки нагнетательных и добывающих скважин на нефтедобывающем участке (НДУ), когда в центре ячеек располагаются добычные скважины, а по их периферии нагнетательные скважины. Например, эти ячейки могут быть представлены гексагональными, квадратными, прямоугольными и другими фигурами (рисунок 1).



○ - добывающие скважины; ● - нагнетательные скважины; *R* – радиус ячейки; a – гексагональная; b – квадратная; c – прямоугольная, обычно при $b = 2a$.

Рисунок 1 – Варианты задания геометрических фигур для элементарной ячейки НДУ.

Основным недостатком известных способов заводнения пластов нефти – отсутствие баланса закачиваемой воды и получаемой на добычных скважинах: нефть-вода.

Здесь цель по устранению указанных выше недостатков достигается за счет полного баланса закачиваемой в нагнетательные скважины рабочего агента с дебитом добывающих скважин, по воде и нефти.

Кроме того, нами доказано [1], что каждая ячейка НДУ обладает практически полной независимостью при гидродинамических расчетах параметров сети. Здесь используется принцип независимости каждой ячейки при распределении расходов воды и полученных смесей нефти-воды на добывающих скважинах. Этот принцип доказан нами строго математически и изложен в нашей работе, например [1].

Краткое обоснование цели и задач предлагаемого способа.

Главными характеристиками и параметрами инновационной геотехнологии добычи высоковязкой нефти являются:

$X_г$ – тип ячейки – характеристика;

$$X_1 = \{ X_{1.1}; X_{1.2}; X_{1.3}; X_{1.4}\};$$

где $X_{1.1}$ – гексагональная ячейка;

$X_{1.2}$ - квадратная ячейка;

$X_{1.3}$ – прямоугольная ячейка;

$X_{1.4}$ – треугольная ячейка.

Параметры ячейки и всей гидродинамической системы НДУ:

площадь ячейки:

$$\overline{S} = \{S_1, S_2; S_3; S_4\};$$

где $S_1 = 2{,}6 \cdot R_o^2$, м^2 – гексагональная;

$S_2 = 2{,}0 \cdot R_o^2$, м^2 – квадратная;

$S_3 = 1{,}6 \cdot R_o^2$, м^2 – прямоугольная;

$S_4 = 1{,}3 \cdot R_o^2$, м^2 – треугольная.

Время вытеснения нефти из любой ячейки T_o.

Время вытеснения пластовых вод из одного объема порового пространства ячейки или блока, принимается за основу при вычислении периода T_o отработки залежи нефти с площадным заводнением [1].

Обозначим через параметр ξ отношение

$$\xi = \frac{\mu_в}{\mu_н}, \quad K_{фн} = K_{фв} \frac{\mu_в}{\mu_н}, \tag{1}$$

где $\mu_в$, $\mu_н$ – вязкость воды и нефти соответственно, Па·с.

В соответствии с нашей работой [1] можно записать конечные формулы для вычисления T_o.

Гексагональная ячейка:

$$T_o = \frac{160 \cdot R^2 \cdot \overline{K}_п}{\xi \cdot \overline{K}_{фв} \cdot \left(n_ф \cdot S_н + S_o\right) \cdot \ell n\left(\ell n \, R / R_c \right)}, \text{ сут.} \tag{2}$$

Квадратная ячейка:

$$T_{\text{о}} = \frac{174 \cdot R^2 \cdot \overline{K}_{\text{п}}}{\xi \cdot \overline{K}_{\text{фв}} \cdot \left(n_{\text{ф}} \cdot S_{\text{н}} + S_{\text{о}}\right) \cdot \ell n\left(\ell n \, R / R_{\text{с}}\right)}, \text{ сут.}, \quad (3)$$

где $K_{\text{фн}} = \overline{K}_{\text{фв}} \dfrac{\mu_{\text{в}}}{\mu_{\text{н}}}$ - коэффициент фильтрации нефти, м/сут.

Прямоугольная ячейка в рядной сети при $b = 2a$:

$$T_{\text{о}} = \frac{144 \cdot R^2 \cdot \overline{K}_{\text{п}}}{\xi \cdot \overline{K}_{\text{фв}} \cdot \left(n_{\text{ф}} \cdot S_{\text{н}} + S_{\text{о}}\right) \cdot \ell n\left(\ell n \, R / R_{\text{с}}\right)}, \text{ сут.} \quad (4)$$

В общем случае, когда $b = \alpha\alpha$:

$$T_{o} = \frac{86{,}4 \cdot R^2 \cdot \overline{K}_{\text{п}} \left(\alpha + 0{,}5\right)^2}{\xi \cdot \overline{K}_{\text{фв}} \cdot \left[n_{\text{ф}} \cdot S_{\text{н}} \left(\alpha^2 + 0{,}25\right) + S_{\text{о}}\right] \cdot \ell n\left(\ell n \, R / R_{c}\right)}, \text{ сут.} \quad (5)$$

Здесь обозначено:

R – радиус ячейки, м;

$\overline{K}_{\text{п}}$ - среднее значение эффективной пористости продуктивного пласта в ячейке, доли ед.;

$\overline{K}_{\phi}$ - среднее значение коэффициента фильтрации нефти в продуктивном пласте ячейки, м/сут, где $K_{\text{фн}} = K_{\text{фв}} \, \mu_{\text{в}}/\mu_{\text{н}}$;

$S_{\text{н}}$ – динамический напор на нагнетательной скважине, м вод. ст. или Па;

$R_{\text{с}}$ – радиус нагнетательной скважины, м;

$n = \dfrac{N_{\text{н}}}{N_{\partial}}$ - отношение числа нагнетательных скважин к числу добычных на участке, блоке;

α - параметр, обычно $\alpha = 2$;

Составим функцию цели по затратам, которые необходимо минимизировать, имея на управлении три схемы и параметр R – радиус, а, следовательно, и площадь ячейки

$$J = J_1 + J_2 + J_3 \to \min, \quad (6)$$

где $J_1(R)$ – затраты на бурение, оснастку скважин, схема гексагональная:

$$J_1(R) = \frac{S_{\text{п}} \left(n_{\text{ф}} + 1\right) \cdot C_{\text{скв}} \cdot H}{2{,}6R^2}, \ \$, \quad (7)$$

где $S_{\text{п}}$ – площадь НДУ, м^2.

Эксплуатационные затраты:

$$J_2(R) = \frac{160 \cdot R^2 \cdot \overline{K}_{\text{п}} \cdot C_{\text{э}}}{\xi \cdot \overline{K}_{\phi} \cdot \left(n_{\text{ф}} \cdot S_{\text{н}} + S_{\text{о}}\right) \cdot \ell n\left(\ell n \, R_{1.1} / R_{c}\right)}, \ \$, \quad (8)$$

где $C_{скв}$ – стоимость 1 м пог. сооружения технологических скважин, $/м;

H – глубина скважин, м;

$C_э$ – суточные эксплуатационные затраты по добычному участку, $/сут;

$R_{1.1}$ – первое приближение радиуса ячейки, м;

J_3 – постоянные затраты, не зависящие от площади ячейки.

Из (6) и (8) однозначно следует, что функция цели (6) имеет единственный абсолютный минимум в точке:

$$\frac{\partial J_1}{\partial R} + \frac{\partial J_2}{\partial R} = 0, \tag{9}$$

так как

$$\frac{\partial J_3}{\partial R} = 0. \tag{10}$$

В явном виде функция (9) имеет вид для гексагональной ячейки:

$$-\frac{2S_{п}\left(n_{г}+1\right)\cdot C_{скв}\cdot H}{2{,}6R^3} + \frac{2R\cdot 160\cdot \overline{K}_{п}\cdot C_{э}}{\xi\cdot \overline{K}_{ф}\cdot\left(n_{ф}\cdot S_{н}+S_{о}\right)\cdot \ell n\left(\ell n\, R_{1.1}/R_c\right)} = 0 \tag{11}$$

или иначе:

$$416R^4\cdot \overline{K}_{п}\cdot C_{э} = S_{п}\left(n_{г}+1\right)\cdot C_{скв}\cdot H\cdot \xi\cdot \overline{K}_{ф}\cdot\left(n_{ф}\cdot S_{н}+S_{о}\right)\cdot \ell n\left(\ell n\, R_{1.1}/R_c\right). \tag{12}$$

Решая уравнение (12) относительно R, получим оптимальный радиус ячейки для гексагональной схемы:

$$R_{о} = \sqrt[4]{\frac{S_{п}\left(n_{г}+1\right)\cdot C_{скв}\cdot H\cdot \xi\cdot \overline{K}_{фв}\cdot\left(n_{ф}\cdot S_{н}+S_{о}\right)\cdot \ell n\left(\ell n\, R_{1.1}/R_c\right)}{416\overline{K}_{п}\cdot C_{э}}}. \tag{13}$$

Для квадратной ячейки имеем:

$$\frac{\partial J}{\partial R} = -\frac{2S_{п}\left(n_{г}+1\right)\cdot C_{скв}\cdot H}{2R^3} + \frac{2\cdot 174\cdot R\cdot \overline{K}_{п}}{\xi\cdot \overline{K}_{фв}\cdot\left(n_{ф}\cdot S_{н}+S_{о}\right)\cdot \ell n\left(\ell n\, R/R_{с}\right)} = 0. \tag{14}$$

Решая уравнение (14) относительно R, получим:

$$R_{о} = \sqrt[4]{\frac{S_{п}\left(n_{г}+1\right)\cdot C_{скв}\cdot H\cdot \overline{K}_{фв}\cdot \xi\cdot\left(n_{ф}\cdot S_{н}+S_{о}\right)\cdot \ell n\left(\ell n\, R_{1.1}/R_{с}\right)}{348\overline{K}_{п}\cdot C_{э}}}. \tag{15}$$

Эти результаты в решении поставленной задачи дают основание в дальнейшем исследовать любые схемы и обосновать метод их сравнения по эффективности.

Аналогичные конечные формулы мы получаем для прямоугольной ячейки при $b = 2a$:

$$R_{\text{о}} = \sqrt[4]{\frac{S_{\text{п}}\left(n_{\text{г}}+1\right)\cdot C_{\text{скв}}\cdot H\cdot \overline{K}_{\text{фв}}\cdot \xi\cdot\left(n_{\text{ф}}\cdot S_{\text{н}}+S_{\text{о}}\right)\cdot \ell n\left(\ell n\, R_{1.1}/R_{\text{с}}\right)}{288\cdot \overline{K}_{\text{п}}\cdot C_{\text{э}}}}. \qquad (16)$$

Оптимальные площади ячеек при внутриплощадном заводнении пластов нефти в НДУ теперь выражаются формулами:

– гексагональная ячейка:

$$S_{\text{я}}^{\text{о}} = 2{,}6\cdot R_{\text{о}}^2,\ \text{м}^2; \qquad (17)$$

– квадратная ячейка:

$$S_{\text{я}}^{\text{о}} = 2\cdot R_{\text{о}}^2, \text{м}^2\ ; \qquad (18)$$

– прямоугольная ячейка $b = 2a$:

$$S_{\text{я}}^{\text{о}} = 1{,}6\cdot R_{\text{о}}^2, \text{м}^2; \qquad (19)$$

где $R_{\text{о}}$ определяются по формулам (13), (15), (16).

Произведем краткий анализ формул (13), (15) и (16). Оптимальный радиус и площадь ячейки при внутриплощадном заводнении нефтяных пластов прямо пропорциональны корню четвертой степени от площади НДУ – $S_{\text{п}}$ – стоимости 1 м пог. нагнетательных и добычных скважин - $C_{\text{скв}}\cdot H$, коэффициенту фильтрации воды в продуктивном пласте - $\overline{K}_{\text{фв}}$, м/сут; динамическому напору воды на нагнетательных и откачных скважинах - $\left(n_{\text{ф}}S_{\text{н}}+S_{\text{о}}\right)$, м вод. ст.; двойному натуральному логарифму числа $\frac{R_{1.1}}{R_{\text{с}}}$ и обратно пропорциональны корню четвертой степени от коэффициента эффективной пористости пласта $\overline{K}_{\text{п}}$ и суточных эксплуатационных затрат – $C_{\text{э}}$, \$/сут.

Процессы вытеснения нефти из каждой ячейки блока производят обязательно при полном балансе закачиваемой в нагнетательные скважины воды и извлекаемой жидкой фазы (нефть плюс вода) из добывающих скважинах, т.е.

$$\sum_{\text{j=1}}^{N_{\text{нс}}} Q_j = \sum_{\text{i=1}}^{N_{\text{дс}}} Q_i, \qquad (20)$$

где Q_j – дебиты и число $N_{\text{нс}}$ нагнетательных скважин, м^3/сут;

Q_i – дебиты и число $N_{\text{дс}}$ добывающих скважин, м^3/сут.

Условие баланса (20) обеспечивает надежный контроль за количеством добытой нефти в любой момент времени для любого НДУ и коэффициента извлечения ее до проектного значения - $\varepsilon_{\text{п}}$.

Соотношение $\ell n\left(\ell n\frac{R_{1.1}}{R_{\text{с}}}\right)$ практически является постоянной величиной для действующих НДУ с заводнением пластов, равный 2.

Соотношение $\frac{C_{\text{скв}}\cdot H}{C_{\text{э}}}$ определяет экономические показатели капитальных затрат на бурение и оснастку скважин и эксплуатационных суточных затрат, и при увеличении глубины скважин приводят к росту радиуса ячейки.

Таким образом, установлено, что по критериям J_1 и J_2 существует оптимум по радиусу ячейки $R_{\text{о}}$, при котором обеспечивается максимальное извлечение запасов нефти. Увеличение же радиуса ячейки – R приводит к росту ее площади – $S_{\text{я}}$, уменьшению числа

технологических скважин – *N*, снижению капитальных затрат, но при этом значительно возрастают сроки вытеснения нефти водой и эксплуатационные затраты.

В итоге, при реализации предлагаемой геотехнологии добычи нефти с заводнением в ячеистых скважинах одна упругая среда – нефть будет заменяться другой средой – вода. При этом не могут деформироваться горные породы с созданием под поверхностью Земли пустот. А это гарантирует, что вероятность проявления техногенных катастроф всегда будет нулевая.

Литература

1 Язиков Е.И., Рогов Е.И., Забазнов В.Л., Рогов А.Е. Геотехнология металлов. Алматы, FORTRESS, 2005, 293 с.

2 Рогов Е.И., Рогов А.Е., Орынгожин Е.С. Теория заводнения в нефтедобыче. Алматы, 2013, 240 с.

References

1 Jazikov E.I., Rogov E.I., Zabaznov V.L., Rogov A.E. Geotehnologija metallov. Almaty, FORTRESS, 2005, 293 s.

2 Rogov E.I., Rogov A.E., Oryngozhin E.S. Teorija zavodnenija v neftedo-byche. Almaty, 2013, 240 s.

ӘОЖ 622.775

Резюме

Школьник В.С.[1], Рогов Е.И.[2], Қарабалин У.С.[1], Огай Е.К.[2], Рогов А.Е.[2]
([1] Энергетика министрлігі ҚР, Астана қ., [2]Д.А. Қонаев атындағы Тау-кен институты, Алматы қ., Қазақстан)

СУМЕН ЫҒЫСТЫРАТЫН ҚАБАТТАРДЫҢ ҰЯЛЫ СҰЛБАЛАРЫН ҚОЛДАНЫП МҰНАЙ ӨНДІРУ КЕЗІНДЕГІ ТЕХНОГЕНДІК АПАТТАРДЫ БОЛДЫРМАУ ӘДІСІ

Мақалада тұйықталған бассейінде ұяшықты сұлбада мұнай басқан жиектен мұнайды өндірудің инновациялық геотехнологиясы кен қалыңдығының деформацияланбау есебінен техногендік опатты болдырмауы сипатталған.

Түйінді сөздер: шельфті аймақ, мұнайөндіру, ұяшықты сұлба, гексогональды, квадратты, тік бұрышты, техногендік опат, мүмкіндік.

UDC 622.775

Summary

Shkolnik V.S. [1], Rogov E.I.[2], Karabalin U.S. [1], Ogaj E.K.., Rogov A.E.[2]
([1]Ministry of Energy of RK, Астана, [2]Mining Institute named after Kunayev D.A., Almaty, Kazakhstan)

WAY TO THE EXCLUSION OF TECHNOGENIC CATASTROPHES AT OIL PRODUCTION WITH FLOODING OF LAYERS WITH CELLULAR SCHEMES

The article describes an innovative geotechnology of oil production in shelf zones closed pools with cellular schemes flooding of oil reservoirs, providing an exception manmade disasters due to lack of deformation of rocks overlying strata.

Keywords: shelf zone, oil production, cellular scheme, hexagonal, square, rectangular, technogenic catastrophes, probability.

УДК 622.775

Сабирова Л.Б.
(Институт горного дела им. Д.А. Кунаева, г.Алматы)

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И СУЩНОСТЬ ИННОВАЦИОННОГО СПОСОБА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЛАСТОВЫХ ВОД, ЗАРАЖЕННЫХ ТЕХНОГЕНЕЗОМ

Аннотация

В статье дано теоретическое обоснование инновационной технологии восстановления пластовых вод, зараженных техногенезом, разработан инновационный способ восстановления водоносных горизонтов после ПСВ металлов путем протяжки зараженных пластовых вод за пределы выемочного столба (участка), разработаны методические основы для расчета параметров инновационной технологии восстановления водоносных горизонтов.

***Ключевые слова**: подземное скважинное выщелачивание, уран, пластовые воды, восстановление пластовых вод, техногенез.*

***Түйінді сөздер:** жер асты ұңғымалы сілтілеу, уран қабат сулары, қабат суларын қалпына келтіру, техногенез.*

***Keywords:** underground the downhole lixiviation, uranium, the underground water, restoration of underground waters, the technical influence.*

1. Теория вопроса

При ПСВ урана из гидрогенных месторождений пластовые подземные воды подвергаются техногенному воздействию, вследствие чего они оказываются не пригодными для дальнейшего использования в сельском хозяйстве, особенно для питания животного мира и людей. Проблема их очистки является одной из актуальных в геотехнологии урана и других металлов. Она состоит из двух основных составляющих:

- определения параметров растекания растворов, зараженных реагентами для выщелачивания за пределы отработанных блоков и вследствие наличия процесса течения подземных вод;
- обоснования эффективных способов восстановления их до прежнего естественного состояния.

В настоящей статье дано фундаментальное решение первого и второго направлений.

Объем разового замещения порового пространства блока с площадью $S_{бл}$, м^2 и средней эффективной мощностью $\overline{M}_э$ будет:

$$V_{бл} = S_{бл} \cdot \overline{M_э} \cdot \overline{K_п}\ , м^3 \qquad (1)$$

где $\overline{K}_п$ - среднее значение эффективной пористости пласта в блоке, доли.ед.

Если замещение техногенных пластовых вод повторить N раз, то объем прокачиваемой естественной пластовой воды будет:

$$Q = N \cdot S_{бл} \cdot \overline{M_э} \cdot \overline{K}_п\ , м^3 \qquad (2)$$

Для восстановления пластовых вод из блока включают одновременно все откачные и закачные скважины в блоке на режим закачки естественной пластовой воды.

Дебиты закачных $Q_{зс}$ и откачных $Q_{ос}$ скважин определяются по формулам [1]:

$$Q_{зс} = \frac{1{,}157 \cdot 2\pi \cdot \overline{K_ф} \cdot \overline{M_э} \cdot S_н}{10^2 (\ell n \frac{R_0}{R_С} + S_к)}, \text{ м}^3/\text{сут}; \quad (3)$$

$$Q_{ос} = \frac{1{,}157 \cdot 2\pi \cdot \overline{K_ф} \cdot \overline{M_э} \cdot (n \cdot S_н + S_о)}{10^2 (\ell n \frac{R_0}{R_С} + S_к)}, \text{ м}^3/\text{сут}; \quad (4)$$

где $\overline{K_ф}$ - средний по блоку коэффициент фильтрации пласта, м/сут;

$\overline{M_э}$ - средняя эффективная мощность пласта, м;

Далее рассмотрим процесс растекания растворов за пределы блока.

При любых схемах ячеек, в соответствии с работой [1] происходит растекание выщелачивающих растворов (ВР) в плане продуктивного пласта на величину:

$$R_* = r_0 \exp\left[\frac{1{,}157 \cdot 2\pi \cdot \overline{K_ф} \cdot S_н}{10^2 \cdot Q_{зс}} + \ell n R_с - S_к\right], \text{ м}, \quad (5)$$

где $\overline{K_ф}$ - среднее значение коэффициента фильтрации ВР в продуктивном пласте, м/сут;

$S_н$ - динамический напор на закачных скважинах, м.вод.ст.;

$R_с$ - радиус скважины, м;

$S_к$ - показатель скин-эффекта, безразмерный;

$Q_{зс}$ - дебит закачной скважины, м^3/сут;

r_0 = 1 м, размерный показатель.

Если в продуктивном пласте отсутствует нижний водоупор, то происходит растекание раствора в почву пласта под действием сил гравитации со скоростью, определяемой по известной формуле:

$$V_b = \frac{\gamma_р - \gamma_b}{\gamma_b} \cdot \frac{K_{ф.в}}{\overline{K_п}}, \text{ м/сут},$$

где $\gamma_{р.}$ и $\gamma_{в.}$ - удельные веса раствора и пластовых вод, тс/м^3;

$K_{ф.в}$ - коэффициент фильтрации раствора по вертикали, м/сут;

$\overline{K_п}$ - эффективная пористость пласта, доли ед.

Следовательно, при отработке продуктивных пластов, пластовые воды заражаются техногенезом в плане и в вертикальном разрезе водоносного горизонта.

Далее будем рассматривать силовую модель при взаимодействии естественной скорости фонового потока $V_ф$ пластовых вод в горизонте с массой порового пространства отработанного блока, заполненного зараженной техногенезом водой.

Динамические силы $Р_{л.с.}$, действующие в соответствии с известным законом на условную стенку блока с площадью миделева сечения $S_{мид}$ определяются по формуле:

$$P_{\text{л.с.}} = C \cdot \frac{V_{\text{ф}}^2}{2g} \cdot \gamma_{\text{в}} \cdot S_{\text{мид}}, \qquad (6)$$

где $P_{\text{л.с.}}$ - сила лобового удара потока об условную стенку, тс;

C – коэффициент гидродинамического сопротивления препятствия, безразмерный;

$V_{\text{ф}}$ - скорость потока, м/с;

$\gamma_{\text{в.}}$ - удельный вес воды, тс/м^3;

g – ускорение силы тяжести, м/с^2;

$S_{\text{мид}}$ - миделево сечение условной стенки, м^2, для нашей модели:

Вес условного столба пластовых вод с раствором в пределах площади $S_{\text{л.с.}}$ при наличии водоупоров и необходимая для его перемещения сила составит:

$$Q_{\text{с}} = f\,(a+2R_0)\cdot(b+2R_0)\cdot\overline{M_{\text{э}}}\cdot\gamma_{\text{р}}\cdot\overline{K_{\text{п}}}\text{, тс}, \qquad (7)$$

где $\overline{M_{\text{э}}}$ - средняя эффективная мощность продуктивного пласта в пределах блока, м;

$\overline{K_{\text{п}}}$ - средний коэффициент эффективной пористости продуктивного пласта, безразмерный;

f – коэффициент трения ВР и ПР по каналам фильтрации, $f = 1\cdot10^{-3}$.

С точки зрения механического взаимодействия двух масс – одна из которых перемещается со скоростью $V_{\text{х}}$, а другая находится в состоянии покоя, вполне очевидны следующие исходы их взаимодействия.

При:

$$P_{\text{л.с.}} > Q_{\text{с}} \qquad (8)$$

пластовые воды, измененные техногенезом, будут перемещаться по вектору скорости $\overrightarrow{V_x}$, но с некоторой иной скоростью $V_{\text{р}} < V_{\text{х}}$.

При:

$$P_{\text{л.с.}} \le Q_{\text{с}} \qquad (9)$$

пластовые воды, измененные технегенезом, не будут течь вместе с естественным потоком пластовых вод $V_{\text{х}}$.

Из произведенных нами расчетов следует, что сила лобового сопротивления $P_{\text{л.с}}$, необходимая для перемещения раствора в блоке, значительно меньше Q_c, т.е.

$$Q_{\text{с}} >> P_{\text{л.с.}} \qquad (7.10)$$

Условие (10) с вероятностью, равной единице, сохраняется при ПСВ урана для гидрогенных месторождений Казахстана вследствие двух эффектов:

- фоновая скорость $V_{\text{х}}$ пренебрежительно мала по сравнению со скоростью фильтрации ВР и ПР в продуктивном пласте;

- удельный вес пластовых вод, подвергнутых воздействию техногенеза, всегда выше, чем обычных пластовых вод, т.е. $\gamma_{\text{р}} > \gamma_{\text{в.}}$

Эти два эффекта синергетически дополняют реальное положение при взаимодействии систем:

- пластовые воды не могут обеспечить фильтрацию остаточных растворов по направлению фоновой скорости $\overrightarrow{V_\phi}$ течения воды;

- пластовые воды обтекают в ламинарном режиме фильтрации отработанные блоки ПСВ урана;

- с течением времени пластовые воды, подвергнутые техногенезу, приходят в первоисходное состояния по всем параметрам.

Рассмотрим теперь соотношения (10) в средних числах для гидрогенных месторождений Казахстана.

Принимаем: R_0=50м; $R_с$ =0,06м; $\gamma_{в.}$=1тс/м^3; $\gamma_{р.}$ =1,1 тс/м^3; $\overline{M_э}$ =8 м; $\overline{K_п}$ =0,25; $\overline{K_ф}$ = 10 м/сут; $S_{к.}$ =1,5; $Q_{зс}$=60 м^3/сут.

Принимая коэффициент трения воды по стенкам пор при ламинарном течении ВР и пластовых вод в соответствии с (1), (3) минимальным, имеем:

$$f = 1\cdot10^{-3} \text{ и } C = 1.$$

вычислим значение фоновой скорости в секунду даже при крайнем оптимистическом значении:

V_ϕ - 3 м/год,

тогда получим:

$$V_\phi = \frac{3}{24\cdot60\cdot60\cdot365} = 0{,}1\cdot10^{-6}, \text{ м/с.}$$

По формуле (4) вычисляем для $M_э$, a=1000м, R_0=50м:

$$S_{мид} = 8(1000+100) = 8800, \text{ м}^2.$$

По формуле (5) находим силу лобового сопротивления:

$$P_{л.с.} = 1\cdot\frac{0{,}1\cdot10^{-12}}{2\cdot9{,}81}\cdot1\cdot8800 = 0{,}44\cdot10^{-10}, \text{ тс,}$$

т.е. исчезающее малое значение силы лобового динамического напора на столб ВР.

По формуле (7) вычислим $Q_с$ при b =100 м:

$Q_с$= 1100·100·8·1,1·0,2≅200 тс.

Из произведенных нами расчетов следует, что сила динамического напора $Р_{л.с}$ не сравнимо меньше $Q_с$, т.е.

$$Q_с >> Р_{л.с.}$$

Это условие с вероятностью, равной единице, сохраняется при ПСВ урана для гидрогенных месторождений Казахстана.

2. Обоснование параметров инновационного способа

Для более быстрого восстановления пластовых вод нами рекомендуется прежде всего вытеснить техногенные растворы из порового пространства отработанного блока, и заменить их водой, не зараженной техногенезом по главным и другим показателям:

- сульфат ионы, г/л;
- нитрат ионы, г/л;
- сумма солей, г/л;
- концентрация растворенного урана, мг/л;
- показателя кислотности (*Ph*) и другие.

Этот процесс является обратным закислению блока. Находим время $T_В$ – вытеснения техногенных растворов из блока по формулам [1]:

Одной из главнейших критериальных и оценочных величин ПСВ металлов является время выщелачивания и закисления участков, блоков или отдельных ячеек.

В дальнейшем анализе будем исходить из полученной ранее формулы для определения средней характерной скорости фильтрации раствора в продуктивном пласте по любой линии тока, длиной *x* [2]:

$$V_{ф} = \frac{1{,}157 \cdot n \cdot \overline{K_{ф}} \cdot (S_{н} + S_{о}) \cdot \ell n\left(\ell n \frac{x}{R_{с}}\right)}{10^{2} \cdot \overline{K_{п}} \cdot x}, \text{м/сут}, \qquad (11)$$

где $\overline{K_{ф}}$ - среднее значение коэффициента фильтрации продуктивного пласта в пределах ячейки, блока или участка, м/сут;

n - параметр отношения числа закачных $N_{ЗС}$ к откачным, $n = \frac{N_{зс}}{N_{ос}}$;

$S_{о}$ - депрессия на откачной скважине, м вод. ст.;

$S_{н}$ - напор (компрессия) на закачной скважине, м вод. ст.;

$R_{с}$ - радиус технологической скважины;

$\overline{K_{п}}$ - среднее в пределах ячейки, блока или участка значение эффективной пористости пласта, доли ед.

Время прохождения раствора по линии тока, длиной *x* очевидно, выразится:

$$t = \frac{x}{\overline{V_{ф}}}, \text{сут}. \qquad (12)$$

Для известных технологических схем вскрытия находим максимально длинные линии тока в пределах ячейки:

$$\left.\begin{array}{l} \text{гексагональная схема - } \hat{x} = 1{,}366 R_{o}, \\ \text{квадратная схема - } \hat{x} = 1{,}418 R_{o} \\ \text{рядная - обычная - } \hat{x} = \dfrac{R_{o}(\xi + 0{,}5)}{\sqrt{\xi^{2} + 0{,}25}}, \\ \text{рядная - шахматная } \hat{x} = \dfrac{R_{o}(\xi + 0{,}5)}{\sqrt{\xi^{2} + 0{,}25}}, \\ \text{при } b = 2a \text{ рядная } \hat{x} = 1{,}21 R_{o} \end{array}\right\} \qquad (13)$$

Здесь в (13) принято $R_{о}$ - радиус ячейки;

a, b - расстояния между откачными скважинами и между закачным и откачным рядом соответственно, $b=\zeta \cdot a$, м.

подставляя в формулу (12) последовательно значения из (13), получим время закисления ячейки, блока или участка для различных схем вскрытия или аналогично время вытеснения пластовых вод.

Гексагональная ячейка:

$$T_3 = \frac{1{,}157 \cdot R_0^2 \cdot \overline{K_{\text{п}}}}{\overline{K_{\text{ф}}} \cdot n \cdot S_{\text{н}} \cdot \ell n\left(\ell n \frac{R_{\text{о}}}{R_{\text{с}}}\right)},\ \text{сут.} \qquad (14)$$

Квадратная ячейка:

$$T_3 = \frac{174 \cdot R_0^2 \cdot \overline{K_{\text{п}}}}{\overline{K_{\text{ф}}} \cdot n \cdot S_{\text{н}} \cdot \ell n\left(\ell n \frac{R_{\text{о}}}{R_{\text{с}}}\right)},\text{суут.} \qquad (15)$$

где $R_{\text{о}}=a$.

Рядная –обычная и рядная-шахматная при $b=\zeta \cdot a$:

$$T_3 = \frac{86{,}4 \cdot R_0^2 \cdot \overline{K_{\text{п}}} \cdot (\xi + 0{,}5)^2}{\overline{K_{\text{ф}}} \cdot n \cdot S_{\text{н}} \cdot (\xi^2 + 0{,}25) \cdot \ell n\left(\ell n \frac{R_{\text{о}}}{R_{\text{с}}}\right)},\ \text{сут.}, \qquad (16)$$

$$\text{где } R_0 = \sqrt{\frac{a^2}{4} + b^2}.$$

При соотношении $b=2 \cdot a$ для рядной схемы имеем:

$$T_3 = \frac{120 \cdot R_0^2 \cdot \overline{K_{\text{п}}}}{\overline{K_{\text{ф}}} \cdot n \cdot S_{\text{н}} \cdot \ell n\left(\ell n \frac{R_{\text{о}}}{R_{\text{с}}}\right)},\ \text{сут.}, \qquad (17)$$

$S_{\text{н}}$, $S_{\text{о}}$ – динамические напоры, компрессия и депрессия на скважинах, м вод. ст.;

$n = \frac{N_{\text{зс}}}{N_{\text{ос}}}$ - параметр отношения числа $N_{\text{зс}}$ к числу $N_{\text{ос}}$ в блоке;

$S_{\text{к}}$ – показатель скин-эффекта;

$R_{\text{о}}$ и $R_{\text{с}}$ – радиус ячейки в блоке и скважин, м.

Определить время вытеснения техногенного раствора из отработанного блока можем также по формуле:

$$T_{в} = \frac{N \cdot S_{бл} \cdot \overline{M_{э}} \cdot \overline{K_{п}}}{(N_{ос} + N_{зс})(Q_{ос} + Q_{зс})},\ \text{сут.} \qquad (18)$$

Подставляя в (17) значения $(Q_{\text{ос}} + Q_{\text{зс}})$ из (3) и (4), получим:

$$T_{\text{в}} = \frac{10^2 \cdot N \cdot S_{\text{бл}} \cdot \overline{K_{\text{п}}} \cdot (\ell n \frac{R_{\text{о}}}{R_{\text{с}}} + S_{\text{к}})}{(N_{\text{ос}} + N_{\text{зс}}) 1{,}157 \cdot 2\pi \cdot \overline{K_{\text{ф}}}\left[(n+1)S_{\text{Н}} + S_{\text{О}}\right]},\ \text{сут.} \qquad (19)$$

Рассмотрим конкретный блок на месторождении Северный Карамурун [1].

Здесь имеем входные данные: $S_{бл}$=25000 м^2; $N_{зс}$=18; $N_{ос}$= 6; $\overline{K_ф}$ = 8,7 м/сут;

$S_{к.}$=37 м вод. ст.; $S_о$=5 м вод. ст., n = 3; $\overline{K_п}$ =0,21; $S_к$ =2; R_0= 50 м.; N = 2; $R_с$= 0,08 м.

По формуле (19) получаем:

$$T_в = \frac{10^2 \cdot 2 \cdot 25000 \cdot 0{,}21 \cdot (\ln\frac{50}{0{,}08} + 2)}{24 \cdot 1{,}157 \cdot 9{,}28 \cdot 8{,}7[4 \cdot 37 + 5]} = 38 \text{ суток.}$$

Из приведенного примера следует, что предлагаемый способ восстановления пластовых вод весьма эффективен по времени и практически не требует дополнительных затрат ресурсов на скважины при ранее предложенном способе протяжки техногенных пластовых вод через пустые породы.

Выводы

1. Дано теоретическое обоснование инновационной технологии восстановления пластовых вод, зараженных техногенезом.
2. Разработан инновационный способ восстановления водоносных горизонтов после ПСВ металлов путем протяжки зараженных пластовых вод за пределы выемочного столба (участка).
3. Созданы методические основы для расчета параметров инновационной технологии восстановления водоносных горизонтов.

Литература

1 Язиков В.Г., Рогов Е.И., Забазнов В.Л., Рогов А.Е. Геотехнология металлов. Алматы, FORTRESS, 2005, 392 с.

2 Рогов Е.И., Рогов А.Е., Абен Б.Х. Блокировка остаточных растворов при ПСВ урана. В сб. докладов VI^{ой} Международной конференции. Алматы, 2010, С. 195-201.

References

1 Yazikov V.G., Rogov Ye.I., Zabaznov V.L., Rogov A.Ye. Geotekhnologiya metallov. Almaty, FORTRESS, 2005, 392 s.

2 Rogov Ye.I., Rogov A.Ye., Aben B.KH. Blokirovka ostatochnykh rastvorov pri PSV urana. V sb. dokladov VIoy Mezhdunarodnoy konferentsii. Almaty, 2010, S. 195-201.

ӘОЖ 622.775

Резюме

Сабырова Л.Б.
(Д.А. Қонаев атындағы кен істері институты, Алматы қ.)

ТЕХНОГЕНЕЗ ӘСЕРІНЕН БҰЛІНГЕН ҚАБАТ СУЛАРЫН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ ТӘСІЛІНІҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ МЕН ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗІ

Мақалада техногенез әсерінен бүлінген қабат суларын қалпына келтіру бойынша инновациялық технологияның теориялық негіздемесі, қазып алу бағанасынан тыс жердегі бүлінген қабат суларын металл ПСВ дан кейін сулы горизонттарды қалпына келтірудің инновациялық тәсілі, сулы горизонттарды қалпына келтірудің инновациялық технологиясын параметрін есептеу үшін әдістемелік негіздер келтірілген.

Түйін сөздер: жер асты ұңғымалы сілтілеу, уран қабат сулары, қабат суларын қалпына келтіру, техногенез.

UDC 622.775

Summary

Sabirova L.B.
(Mining Institute after D.A.Kunayev, Almaty)

THE THEORETIC BASIS AND THE ESSENCE OF INNOVATIONAL WAY RESTORATION UNDERGROUND WATERS, INFECTING TECHNICAL INFLUENCE

In article given theoretic basis of innovational technology restoration пластовых waters, infecting technical influence, the developed innovational the way of restoration water-storage horizons after the underground downhole lixiviation metals by means of drive infecting underground waters behind limits выемочного pillar (field), developed the systematic basis for the calculation parameters innovational technology restoration water-storage horizons.

Keywords: Underground the downhole lixiviation, uranium, the underground water, restoration of underground waters, the technical influence.

УДК622.7:622.342

Избасханов К.С.[1], Жакселеков М.М.[2]
Ниязов А.А.[3], Шалгымбаев С.Т.[3], Ли Э.М.[3],
([1]АО «Тау-Кен-Самрук», [2] АО «Шалкия-Цинк ЛТД». [3]Филиал РГП «НЦ КПМС РК» ГНПОПЭ «Казмеханобр», Алматы, РК)

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ПОЛНОТЫ И КОМПЛЕКСНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ НА ПРИМЕРЕ СЛОЖНЫХ ПО СОСТАВУ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ШАЛКИЯ»

Аннотация

Цель работы – наработка в опытно-промышленных условиях различных марок коллективных концентратов, необходимых для гидрометаллургических испытаний. В лабораторных условиях, на основе изучения вещественного состава полиметаллической руды месторождения Шалкия, отработаны технологические схемы и реагентный режимы получения 3 марок коллективных концентратов. На опытной фабрике Филиала Казмеханобр в полупромышленных условиях объемом 15 тонн произведена наработка коллективных концентратов. Установлено, что использование коллективной схемы обогащения, позволяет повысить извлечение свинца от 73% до 79 % и цинка от 86 % до и 90 % соответственно в зависимости от качества получаемых коллективных концентратов.

Ключевые слова: *свинец, цинк, углистое вещество, полиметаллическая руда, минералогия, рудоподготовка, полупромышленные испытания, коллективный концентрат.*

Түйінді сөздер:*қорғасын, мырыш, күйелі зат, полиметалды шикізат, минералогия, шикізатты дайындау, жартылай өндірістік сынақтар, бірлескен қойыртпа.*

Keywords: *lead, zinc, carbonaceous matter, polymetallic ore, mineralogy, ore preparation, pilot tests, collective concentrate.*

Шалкиинское месторождение свинцово-цинковых руд открыто в 1959 году и расположено в Республике Казахстан, в Жана-Корганском районе Кызылординской области в 20 км от железнодорожной станции Жана-Корган и в 165 км от г. Кентау.

Запасы месторождения Шалкия составляют по цинку 6,5 млн. тонн, по свинцу 1,7 млн. тонн при содержании цинка 3,52 % и свинца 0,96 %.

Как известно разработка месторождения началась в 1978 году. Тогда по железным дорогам бывшего Советского Союза отправляли миллионы тонн свинцово-цинковой руды в «Ачполиметалл»,Текелийский СЦК, Алтайский ГОК, но с годами объект «заморозили» из-за высоких транспортных расходов и низких технологических показателей по переработке, так как эти руды относятся к категории труднообогатимых.

Заинтересованность национального фонда «Самрук-Казына» в скорейшей реализации Проекта по строительству подземного рудника и обогатительной фабрики не случайна, так как его реализация позволит не только создать до 2 тысяч новых рабочих мест, но и позволит Казахстану войти в число мировых лидеров по производству свинца и цинка.

Проектом предусматривается обеспечение высокой степени эффективности переработки сырья в сочетании со снижением капитальных и эксплуатационных затрат на каждом из этапов технологической цепочки строительства - подземного рудника, обогатительной фабрики и металлургического передела.

По заданию на проектирование, выданного АО «Шалкия Цинк ЛТД», в 2014 г. Институтом ТОО «Казгипроцветмет»была произведена технико-экономическая оценка и предложены 6 вариантов вскрытия и отработки подземного рудника.

Вариант 1 - *Вскрытие наклонным стволом и выдачей руды конвейерным транспортом на поверхность с использованием существующих стволов в качестве вентиляционных шахт и запасных выходов.*

Вариант 2 - *Вскрытие вертикальными стволами с доставкой руды по конвейерному уклону до концентрационного горизонта Северо-Западного участка и далее до ствола «Скиповой».*

Вариант 3 - *Вскрытие вертикальными стволами с доставкой руды с Юго-Восточного участка по автотранспортному уклону до концентрационного горизонта Северо-Западного участка и далее до ствола «Скиповой» электровозным транспортом.*

Вариант 4 - *Вскрытие вертикальными стволами с доставкой руды с Юго-Восточного участка по конвейерному уклону до ствола «Скиповой».*

Вариант 5 - *Вскрытие вертикальными стволами с доставкой руды с Юго-Восточного участка по слепому скиповому стволу до концентрационного горизонта.*

Вариант 6 - *Вскрытие вертикальными стволами с доставкой руды с Юго-Восточного участка по конвейерному уклону до концентрационного горизонта (плюс 40 м) Северо-Западного участка и далее до ствола «Скиповой» и выдача на поверхность скипом.*

Сравнительная оценка различных вариантов вскрытия подземного рудника показало, что наиболее предпочтительным с точки зрения экономической эффективности и внедрения современной инновационной технологии является доставка руды по конвейеру до концентрационного горизонта (+100м), далее руда загружается на вертикальный конвейер типа «Pocketlift» оборудованного в существующем стволе «Скиповая» и выдается на поверхность, с поверхности конвейером на участок рудоподготовки, а затем доставляется также поверхностным конвейером до приемного бункера обогатительной фабрики для переработки.(Вариант1)

Исследованиями на обогатимость руды месторождения «Шалкия» занимались институты: ЦНИГРИ на стадии разведки и подсчета запасов, Казмеханобр, ВНИИцветмет, ЗАО «***Механобр-Инжиниринг»***, Оутотек. Из-за сложности вещественного состава не были получены качественные свинцовые и цинковые концентраты с высоким извлечением свинца и цинка.

В 2005-2008 гг. компания «Оутотек» провела исследования по селективной схеме обогащения на пробе руды с содержанием свинца 1,35%, цинка 3,68% в которой по результатам фазового анализа, свинец на 89,9% и цинк на 93,6% были представлены в сульфидной форме.

По результатам исследований фирма «Оутотек» выполнила базовый проект обогатительной фабрики для переработки 4 млн. тонн руды в год [2].

В 2008-2009 гг. в ЗАО «***Механобр-Инжиниринг»*** проведены исследования по уточнению показателей и технологии обогащения руды месторождения «Шалкия», принятой фирмой «Оутотек».

Для повышения сквозного извлечения целевых металлов в 2014 г. АО «Национальная горнорудная компания «Тау-Кен Самрук» обратилась во ВНИИцветмет с просьбой принять участие в работах по получению коллективного свинцово-цинкового концентрата.

ВНИИцветметом предложена коллективная схема обогащения, по результатам которой был получен коллективный концентрат с содержанием свинца 7,00 %, цинка 16,80 % при извлечении свинца 80,9 % и цинка 90,4 %.

Сравнительные результаты опытных данных, проведенных фирмой «Оутотек», ЗАО «***Механобр-Инжиниринг»***и«ВНИИцветмет»представлены в таблице 1 [3].

Таблица 1- Сравнительные результаты испытаний различных флотационных схем

Продукт	Содержание,%		Извлечение,%		Условия проведения исследований
	свинец	цинк	свинец	цинк	
фирма «Оутотек»					Измельчение руды до 80 % - 53 мкм; Доизмельчение хвостов до 80 % - 30 мкм; Доизмельчение Рвконц до 80 % - 18 мкм; Доизмельчение Znконц до 80 % - 18 мкм;
Свинцовый концен.	43,0-44,6	-	50,0	-	
Цинковый концен.	-	54,0-57,0	-	80,0-85,0	
Цинковый продукт	-	20-33	-	15-20	
Руда	1,35	3,68	-	-	
АО «Механобр-Инжиниринг»					Измельчение руды в 2 стадии до 92 % - 74 мкм; Доизмельчение грубого Zn концентрата до 98,0% - 44 мкм.
Свинцовый концен.	43,0-44,6	-	50,0-56,5	-	
Цинковый концен.	-	48,5	-	78,2	
Руда	1,35	3,60	-	-	
ВНИИцветмет					Измельчение руды в до 82 % - 74 мкм;
Коллектив.концен.	7,0	16,80	80,90	90,40	
Руда	1,30	3,50	-	-	

Анализ эмпирических данных, представленных в сводной таблице 1 показывает, что по эффективности полученных результатов и простоте осуществления схемы, наиболее предпочтительной является коллективная схема обогащения.

На основании положительных результатов исследований, полученных ВНИИцветметом по коллективной схеме обогащения, АО «Тау-Кен-Самрук» поручило дочерней компании АО «Шалкия-Цинк ЛТД» произвести наработку коллективных концентратов в необходимом количестве для дальнейших гидрометаллургических испытаний.

С этой целью Филиалу РГП «НЦ КПМС РК» ГНПОПЭ «Казмеханобр» было предложено произвести наработку на опытной фабрике коллективных концентратов марок ККШ-1 и ККШ-2 в объеме по 500 кг.

Рудоподготовка и изучение вещественного состава руды

Для проведения технологических испытаний в адрес Казмеханобр от АО «Шалкия-Цинк ЛТД» поступила полиметаллическая свинцово-цинковая руда Шалкиинского месторождения в объеме 15 тонн [3].

На рисунке 1 представлена схема, по которой осуществлялась рудоподготовка.

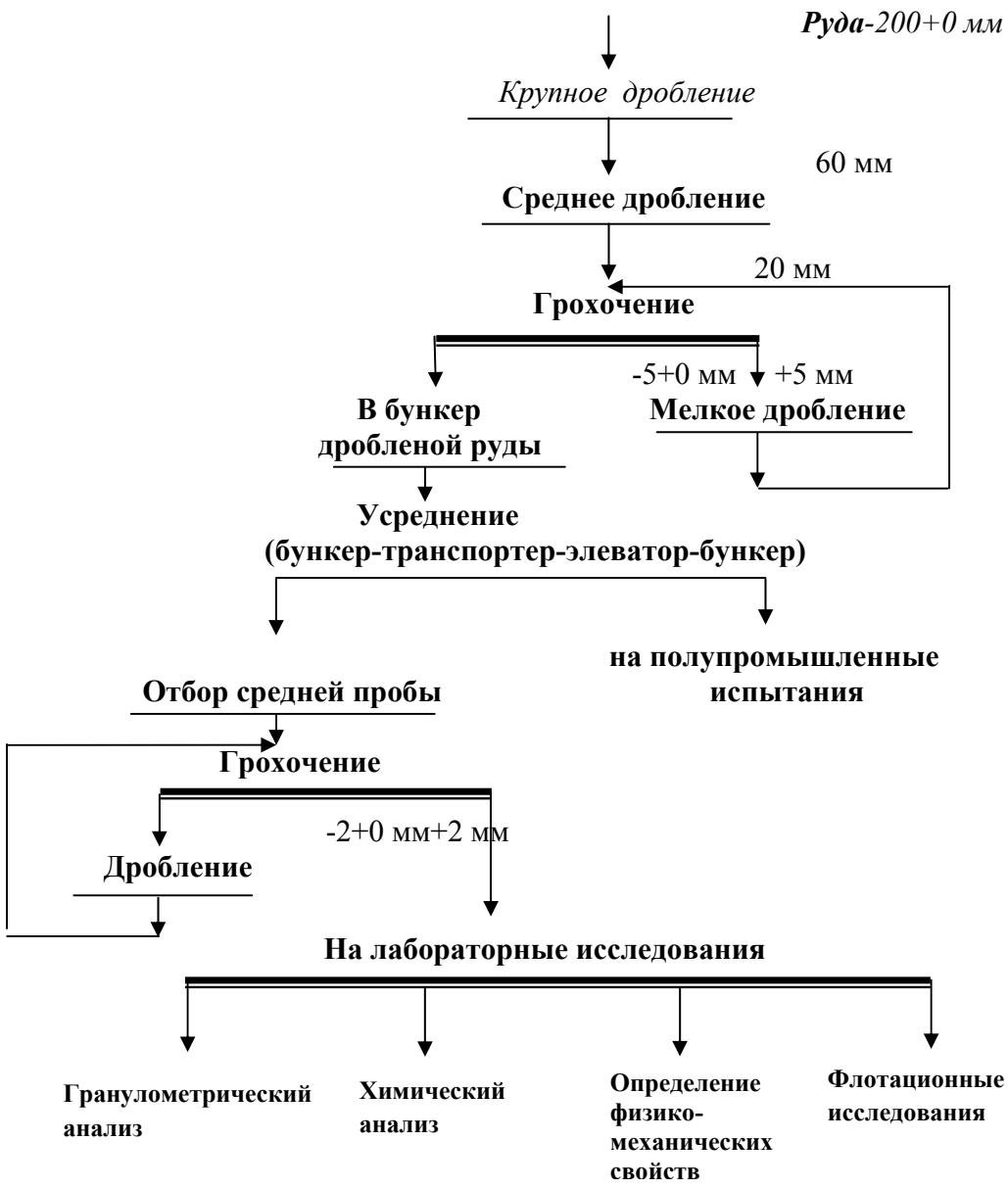


Рисунок 1 – Схема подготовки руды к технологическим испытаниям

Усреднение всей массы руды осуществлялось по схеме: «бункер-транспортер-элеватор-бункер» не менее 3-х раз (рисунок 2). Из усредненной однородной массы руды была отобрана проба руды в количестве 300 кг для лабораторных исследований.

Рисунок 2 – Усреднение руды: бункер-транспортер-элеватор-бункер

Результат рентгенофазового анализа руды в виде дифрактограммы приведен на рисунке 3, а в таблице 2 приведен минеральный состав руды.

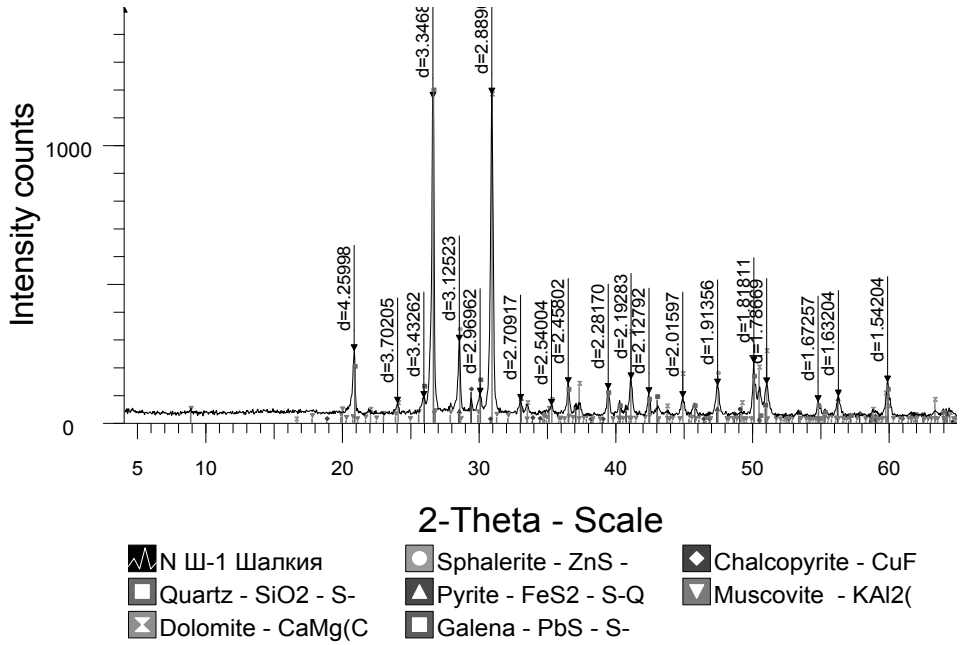


Рисунок 3 - Дифрактограмма пробы руды

Таблица 2 – Минеральный состав руды

	Минеральный состав, масс.%												
	Рудные						**Породообразующие**						
	Сфалерит	Галенит	Пирит	Церуссит	Халькопи-рит	Гидроксиды железа	Кварц	Доломит	Кальцит	Плагиоклаз	Мусковит	Хлорит	Угл. вещ-во
	5,0-6,0	1,5-2,0	4,0-5,0	0,3-0,5	знач.	0,7-1,0	41-42	31-32	5-6	2-3	3-4	2,5-3	0,5-0,7

Из представленных в таблице 2 данных следует, что руда характеризует собой свинцово-цинковый тип месторождений, где основные рудные минералы представлены сфалеритом – до 6%, галенитом – порядка 2%, пиритом – 5%, церусситом – около 0,5%, гидроксидами железа –1%.

В таблице 3 приведены результаты химического анализа руды.

Таблица 3 – Результаты химического анализа руды

№ п.п.	**Элементы и соединения**	**Содержания, %**	**№ п.п.**	**Элементы и соединения**	**Содержания, %**
1	Свинец	1,15	8	Оксид магния	6,77
2	Цинк	3,46	9	Оксид кальция	11,76
3	Железо	1,80	10	Триоксид алюминия	1,95
4	$Сера_{общая}$	3,35	11	Пентоксид фосфора	0,32

5	Золото, г/т	н/о	12	Оксид натрия	0,24
6	Серебро, г/т	4,0	13	Оксид калия	0,50
7	Диоксид кремния	47,57	14	П.П.П.	12,95

Из таблицы 3 следует, что ценными компонентами в руде являются свинец и цинк. Содержание свинца составляет 1,15%, цинка 3,46%. Также в пробе содержится сера 3,35%, железо 1,80 %, диоксид кремния – 47,57%, оксид алюминия – 1,95%, оксид магния 6,77%, оксид кальция 11,76%.

Для определения форм нахождения минералов свинца и цинка был проведен фазовый анализ исследуемой руды. Результаты фазового анализа приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Результаты фазового анализа руды

Минералы	**Соединения**	**Содержания, %**	
		абс.	**отн.**
Свинцовые	Сульфидный	0,79	68,10
	Окисленный	0,37	31,90
	Плюмбоярозит	-	-
	Итого:	**1,16**	**100,0**
Цинковые	Сульфидный	2,85	81,44
	Карбонатный	0,12	3,43
	Силикатный	0,05	1,43
	Нерастворившиеся	0,48	13,71
	Итого:	**3,50**	**100,0**

Из представленных данных таблицы 4 следует, что свинец на 68,10 % представлен в сульфидной форме, на 31,90 % - в окисленной.

Цинк на 81,44% представлен в сульфидной форме, на 3,43% - в карбонатной, на 1,43% - в силикатной. Нерастворившиеся остатки составляют 13,71%.

Цинк нерастворившийся в остатке может быть представлен: алюмосиликатами, цинксодержащими ярозитами, глинами.

Гранулометрический анализ руды, дробленной до 2 мм показал, что наблюдается равномерная концентрация по свинцу во всех классах крупности, а с уменьшением крупности классов увеличивается содержание цинка.

Наибольшая концентрация свинца и цинка наблюдается в классе минус

0,044+0,020 мм и составляет свинца 2,51 %, а цинка 4,38 %.

Сфалерит в средней пробе составляет около 6%. Он представлен железистой разновидностью – марматитом. Ассоциирует с пиритом и галенитом. Во вмещающих породах отмечаются несколько его разновидностей:

1- кристаллическая в виде хорошо окристаллизованных гипидиоморфных индивидов размером до 1–2 и более мм (рисунок 4);

2 - ксеноморфная вкрапленность его тонких (0,003–0,05мм) и мелких (0,4–0,6 мм) зерен (рисунок 5);

3 – колломорфная, образующая вместе с пиритом тонкодисперсные глобули (0,003-0,02 мм) зонального строения (рисунок 5).

Галенит в пробе составляет около 2%. Ассоциирует он со сфалеритом и пиритом. Образует вместе со сфалеритом гипидиоморфнозернистую вкрапленность, сопровождающую прожилкообразные стяжения глобулярного пирита (рисунок 6). Изредка наблюдаются колломорфнозональные почковидные обособления пирита с зонками галенита (в поперечном сечение 0,003мм, рисунок 8). В целом для галенита характерна мономинеральная вкрапленность с размером зерен от 0,05 до 0,1–0,3 мм.

Церуссит в пробе содержится в небольшом количестве и составляет около 0,5%.

Образует он вкрапленность в массе карбонатной породы.

Пирит – сопутствующий свинцово-цинковому оруденению минерал. В средней пробе он составляет около 5%. Ассоциирует с вышеназванными минералами, образуя тонкодисперсные глобули и метакристаллы.

Образует он преимущественно прожилкообразные (мощностью 0,5 мм) скопления глобулей диаметром от 0,003 до 0,01 мм. Ядерная часть глобуль выполнена мельниковит-пиритом (сажистым дисульфидом железа), периферическая – слабо раскристаллизованным пиритом (рисунок 9). Как сказано выше, иногда наблюдаются колломорфно-зональные почковидные образования пирита и галенита (рисунок 8).

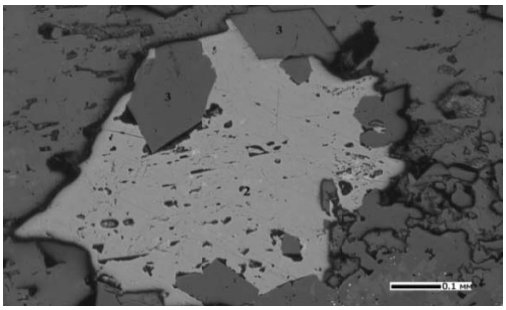


Рисунок 4 - Кристаллический сфалерит (2) с доломи-том (3) в кварце. Полированный шлиф, увеличение 100^{x}.

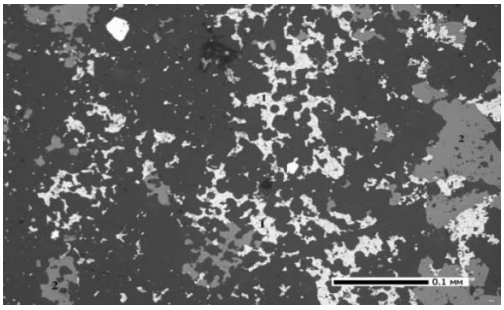


Рисунок 5 - Тонкозернистые ксеноморфные галенит (1) и сфалерит (2)в известняке. Полированный шлиф, увеличение200^{x}.

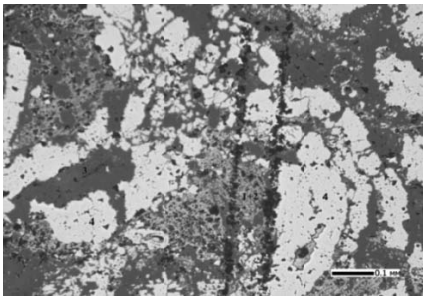


Рисунок 6 - Колломорфные образование пирита (4), галенита и сфалерита в карбонатной массе (3). Полированный шлиф, увеличение 00^{x}.

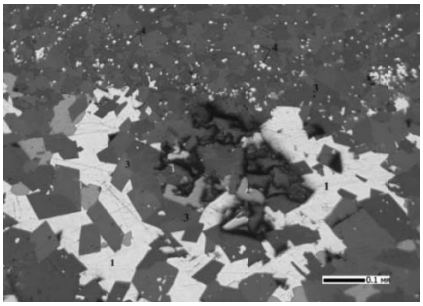


Рисунок 7 - Кристаллические зерна галенита (1) и сфалерита(2) в доломитовом прожилке (3). Вверху – вкрапленность глобулярного пирита (4). Полированный шлиф, увеличение 100^{x}.

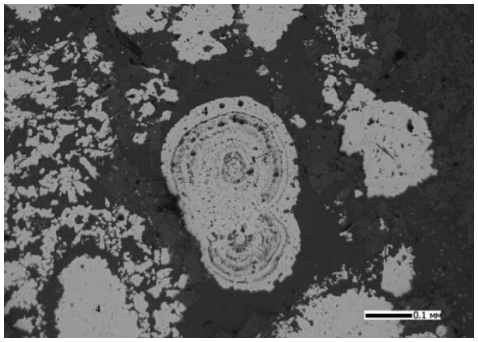


Рисунок 8-Колломорфно-зональный почкообразный пирит (4) стонкими прослойками галенита (3). Темно-серая – карбонатная порода. Полированный шлиф, увеличение 100^{x}.

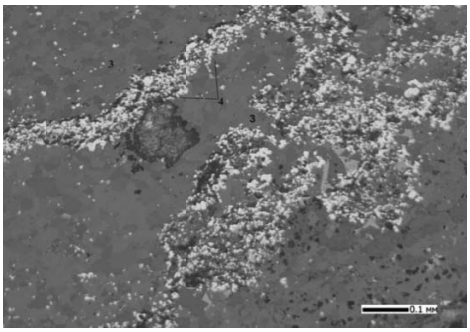


Рисунок 9 - Прожилок карбоната (3) со скоплени-ями глобулярного пирита (4). Полированный шлиф, увеличение 100^{x}.

Выводы по вещественному составу руды

1 Поступившая на изучение вещественного состава полиметаллическая руда характеризует собой сульфидный свинцово-цинковый тип руды с содержанием цинка 3,46%, свинца 1,15%.

2 Основные промышленно-ценные минералы – сфалерит, галенит, церуссит, сопутствующий – пирит.

3 Текстура руд прожилково-вкрапленная и вкрапленная с размером мономинеральных рудных частиц от 0,003–0,05 до 0,1–0,5 мм.

4 Вмещающие породы представлены доломитами, известняками, брекчиями, яшмоидами. Из породообразующих минералов порядке убывания: кварц, доломит, кальцит, мусковит, плагиоклаз, хлорит, углистое вещество.

Полупромышленные испытания по наработкеколлективных концентратов

На рисунке 10 представлена одна из технологических схем, предусматривающая получение в полупромышленных условиях коллективного концентрата марки ККШ-1, с содержанием цинка не менее 16 %.

Для получения коллективного концентрата марки ККШ-2 ,содержащего не менее 20% по цинку была предусмотрена дополнительная операция - третья перечистка коллективного концентрата.

Возможность получения коллективного концентрата ККШ-3,содержащего не менее 22% по цинку была обеспечена как за счет третьей перечистки коллективного концентрата, а также введения операции, обеспечивающей вывод из процесса хвостов 1 перечистки дофлотации цинка.

Процесс обогащения в полупромышленных условиях осуществлялся с применением следующего основного оборудования:

- измельчение руды проводилось в шаровых мельницах объемом 60 дм^3, работающих в замкнутом цикле со спиральными классификаторами;
- I и II коллективную флотацию, дофлотация цинка, перечистные операции проводили во флотомашинах «Механобр» объемом камер 12 дм^3;
- подача реагентов осуществлялось использованием автоматических дозаторов;
- сливы классификаторов перекачивались диафрагмовыми насосами, пром.продукты флотации – песковыми.

На рисунке 11 представлено отделение измельчения, в котором производилось отработка режимных параметров измельчения и классификации.

На рисунке 12 представлено флотационное отделение, в котором проводились испытания по наработке коллективных концентратов в полупромышленных условиях.

На завершающей стадии испытаний по просьбе Заказчика был дополнительно наработан коллективный концентрат марки ККШ-3 с содержанием цинка не ниже 22%.

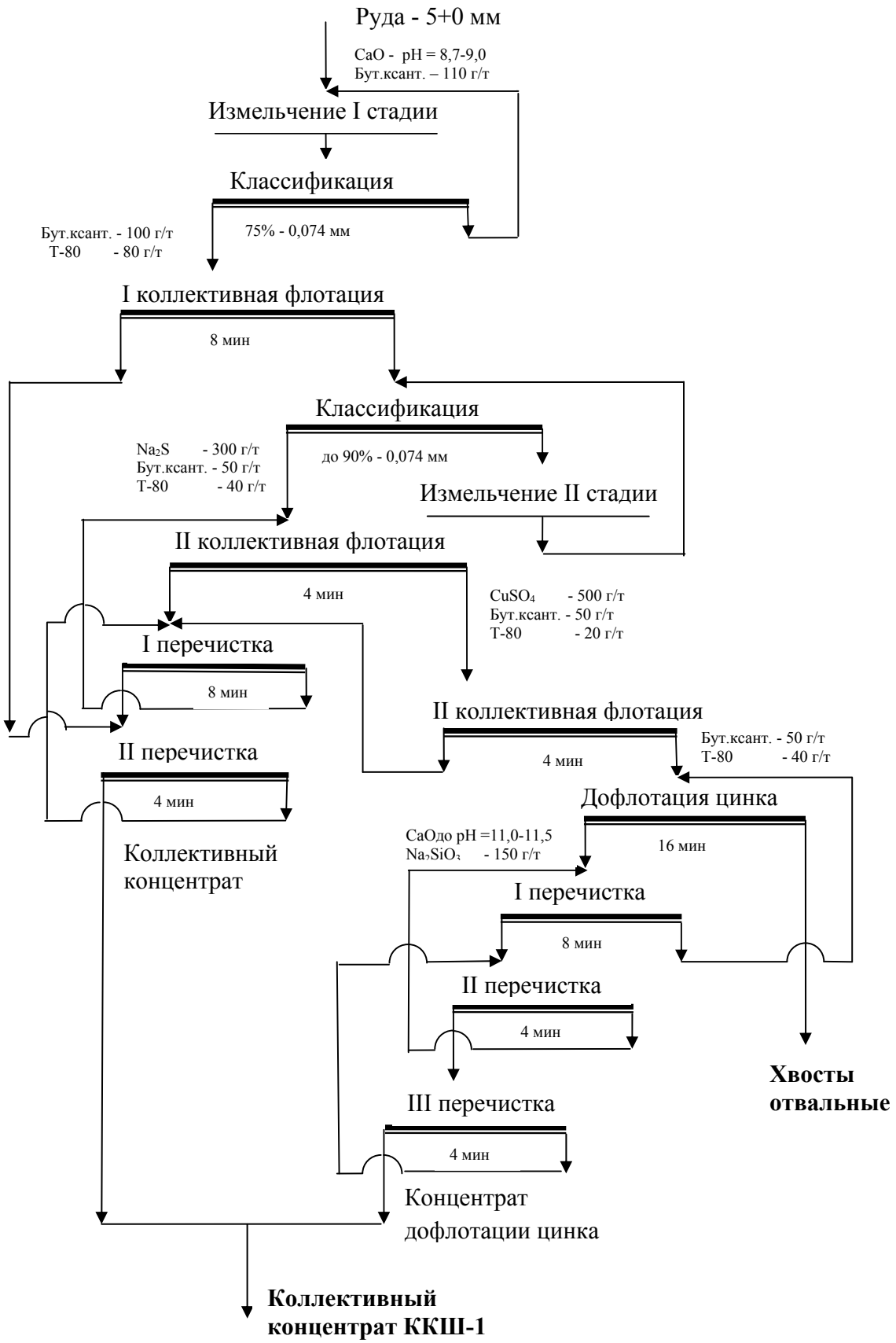


Рисунок 10 - Схема переработки руды в полупромышленных условиях для наработки коллективного концентрата с содержанием цинка 16 % марки ККШ-1

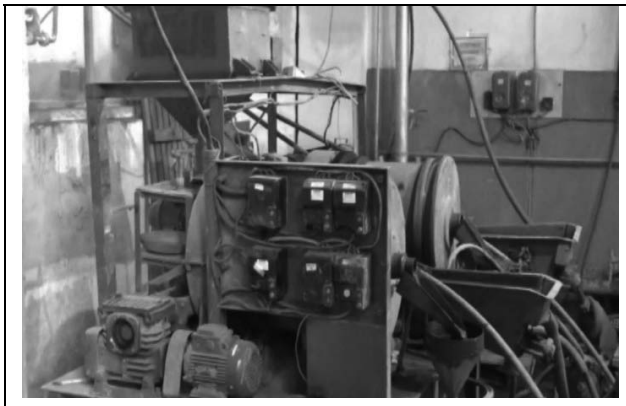


Рисунок 11 – Отработка режимных параметров измельчения

Рисунок 12 - Полупромышленные испытания по наработке коллективных концентратов в

Рисунок 13 - Отработка режимных параметров коллективного цикла флотации и автоматического дозирования реагентов.

Рисунок 14 – Отработка режимов дофлотации цинка

Таблица 4- Технологические показатели, полученные при наработке в полупромышленных условиях3 марок коллективных концентратов

№ п.п.	**Продукты**	**Выход, %**	**Содержание, %**		**Извлечение, %**	
			Pb	**Zn**	**Pb**	**Zn**
1	Коллективный концентрат	9,80	6,65	18,58	56,50	53,15
	Концентрат дофлотации цинка	9,37	2,79	13,51	22,70	36,88
	Общий концентрат ККШ-1	**19,17**	**4,76**	**16,10**	**79,20**	**90,03**
	Хвосты отвальные	80,83	0,296	0,42	20,80	9,97
	Руда	**100,0**	**1,15**	**3,43**	**100,0**	**100,0**
2	Коллективный концентрат	9,04	7,67	21,73	61,42	56,46
	Концентрат дофлотации цинка	6,48	2,66	17,73	14,93	32,86
	Общий концентрат ККШ-2	**15,52**	**5,58**	**20,06**	**76,35**	**89,32**
	Хвосты отвальные	84,48	0,32	0,44	23,65	10,68
	Руда	**100,0**	**1,14**	**3,43**	**100,0**	**100,0**
3	Коллективный концентрат	9,20	8,14	23,56	63,20	63,15
	Концентрат дофлотации цинка	3,92	2,91	20,48	9,92	23,41
	Общий концентрат ККШ-3	**13,12**	**6,58**	**22,65**	**73,13**	**86,56**
	Хвосты отвальные	86,88	0,35	0,53	26,87	13,44
	Руда	**100,0**	**1,14**	**3,47**	**100,0**	**100,0**

Таким образом, в полупромышленных условиях наработаны концентраты:
- ККШ - 1 с содержанием свинца 4,76%, цинка 16,10% в количестве 500,571 кг;
- ККШ - 2 с содержанием свинца 5,58%, цинка 20,06% в количестве 501,140 кг;
- ККШ - 3 с содержанием свинца 6,58%, цинка 22,65% в количестве 220,088 кг;

На рисунке 15 представлен график зависимости извлечения свинца и цинка от их содержания в коллективном концентрате.

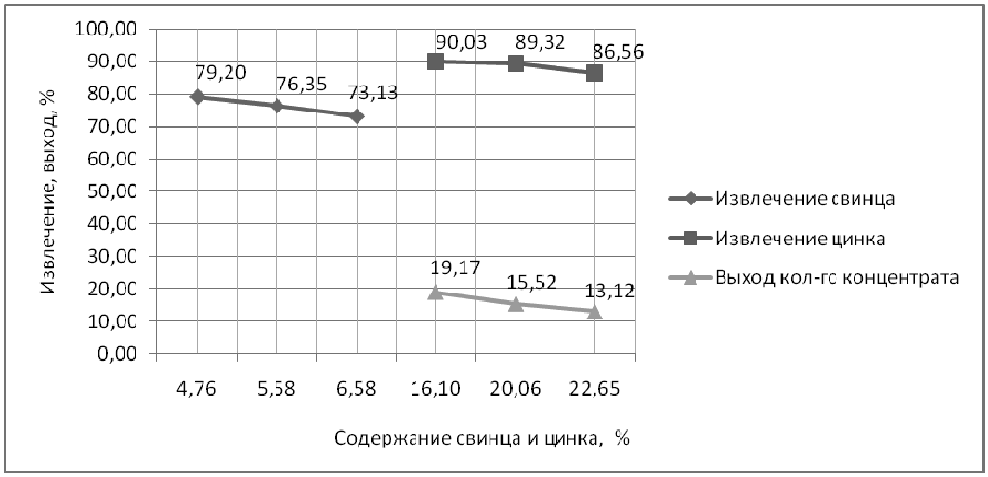


Рисунок 15 - График зависимости извлечения и выхода свинца и цинка от их содержания в коллективном концентрате.

Из представленного графика видно, что повышение содержания свинца и цинка в коллективный концентрат сопровождается снижением их извлечения и соответственно и выхода.

Так, повышение содержания основного металла цинка с 16,10 % до 22,65 % в коллективном концентрата, с марки ККШ-1 до ККШ-3, сопровождается соответствующим снижением технологических показателей, снижением извлечения: свинца на 6,07 % (с 79,20% до 73,13%), цинка на 3,47% (с 90,03% до 86,56%) при общем снижении выхода на 6,05 % (с 19,17% до 13,12%).

Полученные коллективные концентраты после соответствующих операций: сгущение, сушка, при $t<100^0$ С, усреднения до получения однородной массы помещены в мешки по 25 кг (рисунок 15, 16, 17).

Рисунок 15 – Коллективный концентрат ККШ-1

Рисунок 16 – Коллективный концентрат ККШ-2

Рисунок 17 – Коллективный концентрат ККШ-3

В таблицах 5, 6, 7 и 8, соответственно, представлены: полный химический анализ; фазовый анализ; минералогическая и гранулометрическая характеристики наработанных коллективных концентратов.

Таблица 5 - Результаты полного химического анализа

Продукты	**Содержание, %**											
	Pb	**Zn**	**Fe**	**SiO_2**	**Cd**	**Co**	**Bi**	**Ge**	**Ag, г/т**	**CaO**	**MgO**	**$S_{общ.}$**
ККШ-1	4,83	16,75	6,55	34,11	0,034	0,00094	0,00034	-	10,0	3,51	2,65	15,95
ККШ-2	5,51	20,25	6,65	32,55	0,0375	0,00087	0,00038	-	12,6	2,84	2,37	17,16
ККШ-3	6,39	22,26	6,42	26,39	0,0437	0,01067	0,00027	0,00042	17,4	1,48	1,31	22,17

Из таблицы 5 следует, что с повышением качества коллективного концентрата наблюдается заметное повышение содержания серебра на 7,4% (с 10 г/т до 17,4 г/т) и редких металлов – кадмий, кобальт и германий. В тоже время наблюдается снижение таких вредных сопутствующих соединений как диоксид кремния, оксиды кальция и магния.

Таблица 6 – Фазовый анализ концентратов

Минералы	**Соединения**	**Содержания, %**					
		ККШ-1		**ККШ-2**		**ККШ-3**	
		абс.	**отн.**	**абс.**	**отн.**	**абс.**	**отн.**
Свинцовые	Сульфидный	3,58	73,21	3,78	68,60	4,74	74,06
	Окисленный	1,31	26,79	1,73	31,40	1,66	25,94
	Итого	**4,89**	**100,0**	**5,51**	**100,0**	**6,40**	**100,0**
Цинковые	Сульфидный	16,06	95,88	19,33	95,46	21,00	94,34
	Карбонатный	1,28	7,64	0,92	4,54	1,26	5,66
	Силикатный	-	-	-	-	-	-
	Итого	**16,75**	**100,0**	**20,25**	**100,0**	**22,26**	**100,0**

Фазовый анализ, представленный в таблице 6, показывает, что заметно повысилась сульфидность получаемых коллективных концентратов до 74,06 % против 68,10 % в руде

(таблица 4) и согласуется с данными таблицы 7: с повышением марочности содержание общей серы возрастает с 15,95 % до 22,17 %.

Таблица 7 – Минералогическая характеристика рудных частиц

Минералы	ККШ-1		ККШ-2		ККШ-3	
	сод.,% отн.	размерзерен, мм	сод.,% отн	размер зерен, мм	сод.,% отн	размер зерен, мм
Сфалерит: свободный	95	0,003; 0,007; 0,02; 0,05; 0,07	96	0,003; 0,007; 0,02; 0,05; 0,07	98	0,003; 0,007; 0,01; 0,02; 0,05; 0,07
Сростки сфалерита:						
с породообразующими	3	0,015; 0,03	3	0,01; 0,02; 0,07	1	0,01; 0,03;0,05
с пиритом	1	0,007; 0,01	-	-	-	-
с галенитом	1	0,007; 0,015	1	0,007; 0,015	1	0,01; 0,02; 0,07
Галенит: свободный	95	0,007; 0,015; 0,03	97	0,007; 0,015; 0,02; 0,04; 0,07	97	0,01; 0,02; 0,04; 0,05
Сростки галенита:						
со сфалеритом	5	0,007; 0,01	2	0,02; 0,03	3	0,02; 0,015
с породообразующими	-	-	1	0,01; 0,02	-	-
Пирит: свободный	93	0,003; 0,007; 0,01; 0,03	97	0,003; 0,007; 0,015; 0,03; 0,05	97	0,003; 0,007; 0,03; 0,05; 0,07
Сростки пирита:						
со сфалеритом	2,0	0,007; 0,01; 0,05; 0,07	-	-	-	-
с породообразующими	5	0,007; 0,01; 0,02	3	0,003; 0,007	3	0,02; 0,04

В таблице 7 представлена характеристика минеральных частиц: количество свободных форм сфалерита, галенита, пирита; характер срастаний рудных минералов, как между собой, так и с породообразующими минералами.

Таблица 8 – Гранулометрическая характеристика

Классы крупности, мм	Выход, %		
	ККШ-1	ККШ-2	ККШ-3
+0,1	2,24	1,48	0,65
-0,1+0,074	5,15	5,71	3,55
-0,074+0,044	13,46	15,13	12,30
-0,044+0	79,15	77,68	83,50
Итого	**100,0**	**100,0**	**100,0**

Результаты гранулометрического анализа коллективных концентратов марки ККШ-1, ККШ-2 и ККШ-3 (таблица 9) свидетельствует о том, что они от 77,68 % до 83,50 % представлены классом минус 44 микрона. Содержание верхнего класса крупности плюс 0,1 мм незначительно и составляет от 0,65% до 2,24 %.

В свете вышеизложенного можно констатировать, что снижение капитальных и эксплуатационных затрат на строительство подземного рудника, достигаемое вскрытием месторождения наклонным конвейерным стволом, использование сочетания коллективной схемы обогащения (обеспечивающего степень извлечения свинца цинка на уровне 79 % и 90 % соответственно) и последующей металлургической переработки позволят в конечном счете обеспечить общее сквозное извлечение свинца до 76 % и до 87 % по цинку.

Литература

1 Промышленная разработка полиметаллических руд месторождения «Шалкия» подземным способом: Технико-экономический расчет этап 1, том 1, книга 2/ Казгипроцветмет; руководительХиврич Г.А. – г.Усть-Каменогорск, 2014. – 45 с.

2 Асончик К.М. Исследование по уточнению схемы и показателей обогащения руды месторождения Шалкия / К.М. Асончик, М.М. Жакселеков // Обогащение руд, 2009, № 3. – С.3-6.

3 Исследования по оценке возможности получения коллективных концентратов из свежих и лежалых руд месторождения Шалкия (2 пробы): Отчет о НИР / ВНИИцветмет; руководитель Иванов Г.И. – г.Усть-Каменогорск, 2014. – 55 с.

4 Наработка коллективного концентрата в полупромышленных условиях из полиметаллической руды месторождения «Шалкия»:Отчет о НИР /Казмеханобр; руководитель Ли Э.М.– г. Алматы, 2015. – 80 с.

References

1 Promyshlennaja razrabotka polimetallicheskih rud mestorozhdenija «Shalkija» podzemnym sposobom: Tehniko-jekonomicheskij raschet jetap 1, tom 1, kniga 2/ Kazgiprocvetmet; rukovoditel'Hivrich G.A. – g.Ust'-Kamenogorsk, 2014. – 45 s.

2 Asonchik K.M. Issledovanie po utochneniju shemy i pokazatelej obogashhenija rudy mestorozhdenija Shalkija / K.M. Asonchik, M.M. Zhakselekov // Obogashhenie rud, 2009, № 3. – S.3-6.

3 Issledovanija po ocenke vozmozhnosti poluchenija kollektivnyh koncentratov iz svezhih i lezhalyh rud mestorozhdenija Shalkija (2 proby): Otchet o NIR / VNIIcvetmet; rukovoditel' Ivanov G.I. – g.Ust'-Kamenogorsk, 2014. – 55 s.

4 Narabotka kollektivnogo koncentrata v polupromyshlennyh uslovijah iz polimetallicheskoj rudy mestorozhdenija «Shalkija»:Otchet o NIR /Kazmehanobr; rukovoditel' Li Je.M.– g. Almaty, 2015. – 80 s.

ӘОЖ 622.7:622.342

Резюме

Ізбасқанов Қ.С.[1], Жакселеков М.М.[2], Ниязов А.А.[3],
Шалғымбаев С.Т.[3], Ли Э.М.[3]
([1]АҚ «Тау-Кен-Самрук», [2] АО «Шалқия-Цинк ЛТД». [3] МҒӨБЭӨ «Казмеханобр» РМК «ҚР МШКҚӨЖҰО» филиалы, Алматы, ҚР)

«ШАЛҚИЯ» КЕН ОРНЫ ҚҰРАМЫ КҮРДЕЛІ ПОЛИМЕТАЛДЫҚ КЕНДЕР МЫСАЛЫНДА МИНЕРАЛДЫ ШИКІЗАТТЫ ТОЛЫҚТАЙ ЖӘНЕ КЕШЕНДІ ПАЙДАЛАНУДЫ АРТТЫРУ МӘСЕЛЕСІНЕ

Жұмыс мақсаты – гидрометаллургиялық сынаққа қажетті әр-түрлі маркалы бірлескен қойыртпаларды тәжірибелі – өндірістік жағдайында пысықтау. Шалқия кен орнының полиметалдық шикізаттың заттық құрамын зерделеу негізінде зертханалық жағдайда технологиялық сызбалар және бірлескен қойыртпалардың 3 маркасын алудың реагенттік тәртібі пысықталды. Казмеханобр филиалының тәжірибелі фабрикасында жартылай өндірістік жағдайында мөлшері 15 тонна бірлескен қойырпаларды пысықтау жұмыстары жүргізілді. Байытудың бірлескен сызбасын пайдалану алынған бірлескен қойырпалардың сапасына тиісті қорғасын 73% ден бастап 79 % дейін және мырыш 86% ден бастап 90 % дейін алуын арттыруға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: қорғасын, мырыш, күйелі зат, полиметалды шикізат, минералогия, шикізатты дайындау, жартылай өндірістік сынақтар, бірлескен қойыртпа.

UDC 622.7:622.342

Summary

Izbaskhanov K.C.[1], Zhakselekov M.M.[2]
Niyazov A.A.[3], Shalgymbaev S.T.[3] Lee E.M.[3],
([1] JSC «National Mining Company» «Tau-Ken Samruk»", Astana, [2] JSC "Shalkiya Zinc Ltd», p.Shalkiya;
[3] The branch of the Republican state enterprise "National center on complex processing of raw materials of the Republic of Kazakhstan", State scientific-industrial Association of Industrial ecology «Kazmekhanobr», Almaty)

CONCERNING THE ISSUE OF INCREASING OF COMPLETENESS AND COMPLEXITY OF MINERAL RAW MATERIAL USAGE IN TERMS OF COMPLEX ORES OF SHALKIYA DEPOSIT

The purpose of the work is an exploratory works for getting the different brands of collective concentrates in experimental-industrial conditions required for the hydrometallurgical tests. Based on the study of the material composition of complex ore deposits of Shalkiya, in laboratory conditions, the processing schemes and reagent regimes for obtaining 3 types of collective concentrates were explored thoroughly. In the pilot plant of the Kazmehanobr branch in testing conditions out of 15 tons of ore the following collective concentrates were extracted. It was found that the use of the collective enrichment scheme improves extraction of lead from 73% to 79% zinc and from 86% to 90% respectively depending on the quality of the collective concentrates.

Keywords: lead, zinc, carbonaceous matter, polymetallic ore, mineralogy, ore preparation, pilot tests, collective concentrate.

УДК 622.272: 622.363.2

Земсков А.Н.
(Группа предприятий «ЗУМК», г. Пермь, Россия)

ПЕРСПЕКТИВЫ МИРОВОЙ КАЛИЙНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Аннотация

В статье рассматривается перспективы развития калийной промышленности как с точки зрения роста производства, так и с точки зрения перераспределения сил на мировом калийном рынке.

***Ключевые слова**: месторождение, калийные удобрения, хлористый калий, монополизация*

***Түйінді сөздер**: кенорын, калий тыңайтқышы, хлорлы калий, монополиялау.*

***Keywords:** deposit, potassium fertilizers, chlorous potassium, monopolization*

Калийная отрасль – одна из самых консолидированных в мире: девять компаний контролируют 90% выпуска калийных удобрений. Причин две: редкость месторождений калийных руд – они есть всего в 13 странах – и значительные затраты, в том числе временные, на их разработку.

Более 51% мировых разведанных запасов калийного сырья находится в Канаде, 21% - в России и около 9% - в Беларуси, что представляет собой один из максимальных уровней страновой концентрации для полезных ископаемых. Концентрация калийного сырья в трех приведенных странах (81,8%) примерно равняется концентрации фосфатного сырья в 6 странах (82,1%).

Более 87% добычи калийного сырья сосредоточено в 6 странах: в Канаде (30%), России (19,2%), Беларуси (14,2%), Германии (9,4%), Китае (7,9%) и Израиле (6,6%).

Основными потребителями калийных удобрений являются Китай (потребность – 14,5 млн. тонн в год, дефицит – 6 млн. тонн), Индия (потребность 8,0 млн.тонн), Бразилия (6,5 млн. тонн), США и Юго-Восточная Азия.

По прогнозу Rabobank емкость мирового рынка калийных удобрений в 2020 году увеличится до 107 млн. тонн., при нынешнем уровне производства 55-57 млн. тонн.

Основная движущая сила увеличения спроса – растущее население земного шара, а также уменьшение площадей пахотных земель. Без применения удобрений находящегося в наличии количества пахотных земель хватило бы только для того, чтобы прокормить не более 3-х млрд. человек, в то время как население планеты уже превысило 7 млрд., а к 2020 году достигнет 7,7 млрд. человек.

Повышение интенсивности землепользования с широкомасштабным использованием удобрений представляется единственно возможным решением проблемы обеспечения человечества продовольствием.

Россия – одна из 13-ти стран, производящих калийные удобрения. По запасам руды и годовому выпуску Россия уступает лишь Канаде. Причем 97% калийных удобрений в России или около 20% мирового рынка добывает ОАО «Уралкалий» (Пермский край).

Калийная отрасль характеризуется сложным сочетанием факторов, с одной стороны, благоприятных для России и ограничивающих моментов, с другой.

С одной стороны Россия имеет колоссальные запасы калийных солей Верхнекамского месторождения, с другой – сложность транспортировки калийных удобрений до потребителя.

С одной стороны – постоянно растущее население планеты и увеличение потребления минеральных удобрений, с другой – растущая конкуренция среди стран-производителей удобрений.

С одной стороны, до сих пор низкая стоимость исходного сырья, например, по сравнению с нефтью, с другой стороны – насыщение рынка хлорными калийными удобрениями.

С одной стороны – высокая страновая концентрация месторождений калийных солей, с другой – активное освоение своих и «чужих» месторождений стран-импортеров калийных удобрений.

В период наивысшего экономического развития СССР - в 1987-1989 г.г. потребление страной минеральных, в частности, калийных удобрений составляло 17% от мирового производства. Казахстан потреблял 1,5 млн. тонн минеральных удобрений в год, из них примерно 520 тыс. тонн калийных удобрений. Узбекистан в 1989 г. вносил на свои поля 495 тыс. тонн калийных удобрений.

В настоящее время, как в России, так и в государствах Средней Азии потребление минеральных (калийных удобрений) составляет всего 3,2% от мирового или 18,8% от уровня 1989 г. Причиной является высокий уровень цен. Если в период существования СССР не возникало проблем с получением дешевых калийных удобрений, то сейчас ситуация изменилась.

В России и Беларуси, – имеющих собственные крупнейшие производства калийных удобрений, на свое сельское хозяйство идет всего 10 и 20%, соответственно, объемов выпускаемых удобрений. Остальное идет на экспорт.

В связи с вышеизложенным, логичным является желание ряда стран Средней Азии, имеющих свои калийные месторождения, приступить к строительству предприятий по добыче калийных солей и производству калийных удобрений.

Туркменистан, имеющий запасы калийных солей до 7,5 млрд. тонн, приступил к освоению Гарлыкского (Карлюкского) месторождения, проектированию и строительству рудника производительностью 6-7 млн. тонн руды в год и выпуска 600 тыс. тонн калийных удобрений.

Узбекистан, с запасами калийных солей приблизительно 0,3-0,4 млрд. тонн, уже осуществил строительство первой очереди рудника производительностью 0,7 млн. тонн руды в год на Тюбегатанском месторождении. В настоящее время ведется строительство второй очереди с доведением производственной мощности рудника до 2,1-2,2 млн. тонн руды в год.

Казахстан, имеющий запасы 4-5 млрд. тонн, приступил к освоению борно-калийного месторождения Сатимола и полигалит-сильвинитового Жилянского месторождения. Ведутся геолого-разведывательные работы на Челкарском калийном месторождении.

Создание своего производства калийных удобрений для Казахстана актуально и является реальной необходимостью, обусловленной повышением урожайности сельскохозяйственных культур, увеличением экспортного потенциала и выходом на международный рынок.

По прогнозам IFA калийные удобрения имеют хорошие торговые перспективы, выражающиеся увеличением спроса и восстановлением объемов продаж минеральных удобрений после мирового экономического кризиса. В связи с этим, следует считать, что мировой рынок калия является благоприятным, а калийный бизнес – успешным для перспективного строительства и развития калийной отрасли в мире и в республике Казахстан в частности.

Разработка месторождений купольного типа Сатимола и Жилянское, включающих помимо калийных пластов залежи боратов и полигалитов с более высокими прочностными свойствами, требует применения более сложных технологических схем выемки руды по сравнению с хорошо известными Верхнекамским (Россия) и Старобинским (Беларусь) месторождениями.

Большая мощность продуктивных пластов на месторождениях Сатимола и Жилянское (десятки метров) практически исключает возможность использования системы разработки пластов длинными очистными забоями (лавами) с обрушением пород кровли. Зато камерная система разработки с закладкой выработанных пространств хорошо подходит для горно-технических условий разработки казахстанских месторождений.

Если на Верхнекамском и Старобинском месторождениях повсеместно используется добыча руд комбайнами, то на казахстанских месторождениях потребуется применение как

комбайнового, так и буро-взрывного способов отбойки. Для расширения области применения комбайновой добычи специалистами Копейского машиностроительного завода (Челябинская область, Россия) по просьбе ООО ЗУМК-Инжиниринг» проработан вопрос о возможности использования комбайнов типа «Урал» на полигалитовых и боратовых пластах, с крепостью пород до 6-7 единиц по шкале М.М. Протодьяконова.

Особенностью Жилянского месторождения, как отмечалось выше, является присутствие в нем сильвинитовых и полигалитовых руд. Следует отметить, что большого опыта промышленной переработки полигалитовых руд в мировой практике нет.

Для условий Жилянского месторождения сильвинитовых и полигалитовых руд специалистами ООО «ЗУМК-Инжиниринг» и организаций – партнеров из Украины и Беларуси предложено два варианта переработки:

1. Совместная переработка сильвинитовой и полигалитовой руд с получением сульфата калия (вариант):

- сильвинитовая руда – 1,266 млн.т/год;
- полигалитовая руда – 2,82 млн.т/год.

2. Раздельная переработка сильвинитовой и полигалитовой руд с выпуском двух товарных продуктов – флотационного концентрата (60% K_2O) и калимагнезии (30% K_2O) (вариант):

- сильвинитовая руда – 1,266 млн.т/год;
- полигалитовая руда – 2,82 млн.т/год.

Продуктами переработки являются: сульфат калия или калимагнезия и хлорид калия, соответствующие качеству уровня лучших мировых образцов:

- сульфат калия содержанием 50% K_2O и не более 1% Cl;
- калимагнезия с содержанием 28-30% K_2O, 8% MgO и менее 2% Cl.

Для сильвинитовых руд месторождения Сатимола разработана технологическая схема[2], включающая типовую сильвиновую флотацию в механических флотомашинах кипящего слоя, обеспечивающего повышение производительности, улучшение флотируемости закрупненного сильвина и снижение потерь KCl с крупной фракцией (таблица).

Таблица - Перспектива производства калийных удобрений при освоении месторождений Республики Казахстан (вариант).

Наименование	Месторождение Сатимола		Месторождение Жилянское	
	Первая очередь, млн.т	Вторая очередь, млн.т	Вариант 1: совместная переработка сильвинита и полигалита, млн.т	Вариант 2: раздельная переработка сильвинита и полигалита, млн.т
Хлористый калий, 95,5% KCl	1,0	1,5	-	-
Сульфат калия, 50% K_2O	-	-	0,870	-
Калимагнезия, 30% K_2O	-	-	-	0,770
Хлористый калий, 95,1% KCl	-	-	-	0,390

Выбранные технологические схемы переработки и обогащения руд обоих месторождений могут быть оснащены новейшим современным технологическим

[2]В разработке технологической схемы принимал участие канд. техн. наук Б.А. Вишняк

оборудованием, являются конкурентоспособными, обеспечивают рентабельность производства и удовлетворительные экологические условия.

Однако освоение месторождений в Средней Азии имеет ряд своих трудностей.

Во-первых, это отсутствие профильных специалистов – проектировщиков и шахтостроителей, несмотря на наличие крупных горнодобывающих предприятий в Казахстане и Узбекистане по добыче угля, золота, меди и др. Калийный рудник – очень специфичное горное предприятие, для которого неприемлемы подходы типичные для других шахт и рудников ввиду высокой растворимости калийной соли и опасности затопления рудников при попадании в них воды.

Во-вторых, калийные месторождения среднеазиатских республик характеризуются очень сложными горно-геологическими и горнотехническими условиями разработки. Например, борно-калийное месторождение Сатимола в Западно-Казахстанской области – купольно-прорванного типа с очень сложными комбинациями боратовых, калийных и смешанных пород. Гарлюкское месторождение в Туркменистане характеризуется сложными гидрогеологическими условиями и включает целую свиту калийных пластов.

В-третьих, конец XX-го – начало XXI-го веков ознаменовались существенным изменением приоритетов целого ряда компаний, что обусловлено различными причинами. В странах СНГ практически не осталось структур горнодобывающего профиля, способных на внешнем рынке решать задачи освоения месторождений полезных ископаемых, выполняя весь комплекс геологоразведочных, научно-исследовательских и проектных работ, а также строительство рудников и фабрик.

В этой связи, кооперация казахстанских, российских и прочих организаций в проектировании и строительстве калийных предприятий является необходимым условием разработки калийных месторождений.

Литература

1. Земсков А.Н. Тенденции развития калийной промышленности на современном этапе // Труды Национального центра по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан. – Алматы: РГП «НЦ КПМС РК», 2013. – С. 209-222.

2. Земсков А.Н., Вишняк Б.А. Перспективы освоения калийных месторождений Казахстана: проекты, технологии, оборудование // XXI век: инновационные технологии в металлургии. Материалы междунар. науч.-практ. конф. – Усть-Каменогорск, 2012. – С. 48-49.

References

1. Zemskov A.N. Tendencii razvitija kalijnoj promyshlennosti na sovremennom jetape // Trudy Nacional'nogo centra po kompleksnoj pererabotke mineral'nogo syr'ja Respubliki Kazahstan. – Almaty: RGP «NC KPMS RK», 2013. – S. 209-222.

2. Zemskov A.N., Vishnjak B.A. Perspektivy osvoenija kalijnyh mestorozhdenij Kazahstana: proekty, tehnologii, oborudovanie // XXI vek: innovacionnye tehnologii v metallurgii. Materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Ust'-Kamenogorsk, 2012. – S. 48-49.

ӘОЖ 622.272: 622.363.2

Резюме

Земсков А.Н.
(«ЗУМК» Кәсіпорын тобы, Пермь қ., Ресей)

ҚАЗІРГІ КЕЗЕҢДЕГІ КАЛИЙ ӨНЕРКӘСІБІНІҢ ДҮНИЕЖҮЗІЛІК КЕЛЕШЕГІ

Бұл мақалада калий өнеркәсібінің келешек дамуы өсіп өндіру тұрғысынан және дүниежүзілік калий нарығындағы күшті қайта бөлу тұрғысынан да қарастырылған.
Түйінді сөздер: кенорын, калий тыңайтқышы, хлорлы калий, монополиялау.

UDC 622.272: 622.363.2

Summary

Zemskov A.N.
(ZUMK group of companies, Perm, Russia)

PROSPECTS OF THE WORLD POTASH INDUSTRY AT THE PRESENT STAGE

The article discusses prospects of development of potash industry, both in terms of production growth, and in terms of redistribution of forces in the global potash market.
Keywords: deposit, potassium fertilizers, chlorous potassium, monopolization

УДК 622.272

Вареха Ж.П., Хасен Б.П., Лис С.Н., Мусин Р.А
(ТОО «Институт проблем комплексного освоения недр», г. Караганда, Казахстан)

ГАШЕНИЕ УДАРНЫХ ВОЗДУШНЫХ ВОЛН УПРУГОПОДАТЛИВОЙ, ИЗОЛИРУЮЩЕЙ ПЕРЕМЫЧКОЙ

Аннотация

В ТОО «ИПКОН» разработана упругоподатливая изолирующая переносная перемычка, позволяющая гасить энергию ударной взрывной волны. Проведены успешные испытания разработанной перемычки на испытательном полигоне.

***Ключевые слова**: взрыв, ударная волна, изолирующая перемычка.*
***Түйінді сөздер:**жарылыс, жарылыс толқыны, айырғыш тосқауыл.*
***Keywords:** blast, shock blast wave, isolating crossing point.*

Ликвидация пожаров в метанообильных шахтах сопряжена с опасностью взрыва в пожарном участке горючих газов и угольной пыли. При взрывах формируются воздушные ударные волны (УВВ), которые могут нанести механические повреждения оборудованию, изоляционным сопряжениям, иногда явиться причиной несчастного случая с людьми, занятыми ликвидацией пожара. Так на шахте «Актасская» Карагандинского бассейна 31 декабря 1994 г. при локализации пожара произошел взрыв метана, погибли 11 горноспасателей. Вследствие процесса горения, связанного с взрывом в шахтном воздухе понижается содержание кислорода. Горные выработки заполняются содержащими окись углерода газообразными продуктами взрыва, приводящими к смерти от удушья. Удушье является основной причиной гибели большинства жертв взрывов газа или угольной пыли. Необходимы специальные меры по защите от взрывов, так как взрыв может распространяться по значительной части сети горных выработок, имеющих протяженный характер. При разработке защитных мероприятий следует особенно учитывать тот факт, что по всей сети горных выработок находятся люди, которые могут погибнуть от удушья.

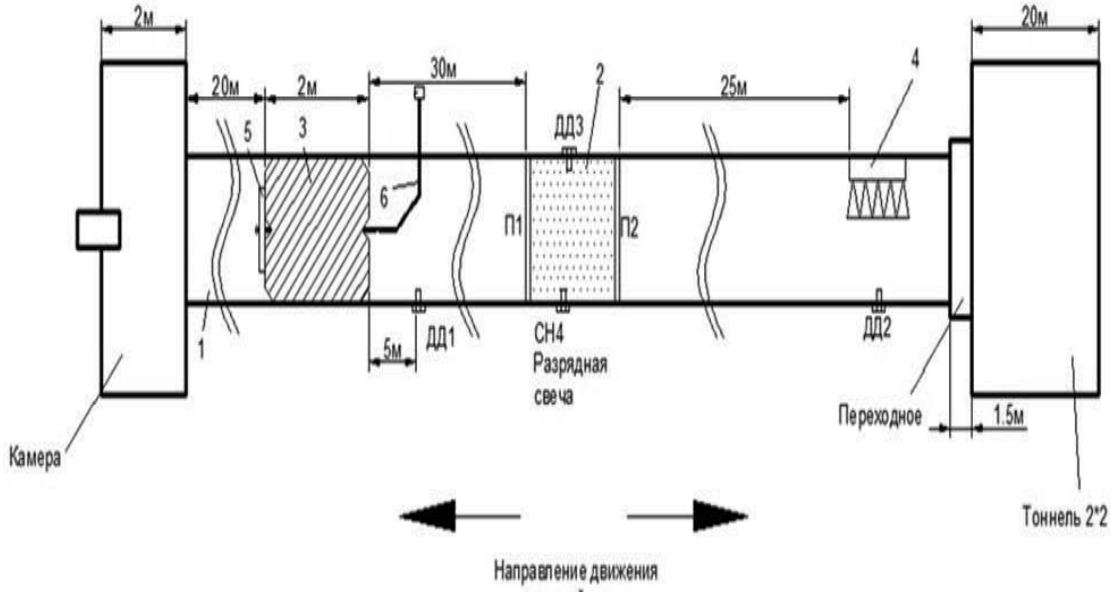
Для защиты оборудования, подземных сооружений и горнорабочих в нами разработана упругоподатливая шахтная переносная изолирующая перемычка для гашения ударных воздушных волн. Упругоподатливая шахтная переносная перемычка состоит из полого тороидального тела, которое заключено в гибкую податливую предохранительную оболочку из термостойкого материала. Для предотвращения повреждения тороидальной оболочки предметами, переносимыми взрывом, со стороны предполагаемого взрыва на предохранительной оболочке прикреплен негорючий, эластичный удароустойчивый материал (например, кошма).

Кинетическая энергия ударной воздушной волны расходуется на перемещение перемычки вдоль выработки. Сопротивление перемещению перемычки зависит от усилия прижатия перемычки к контуру выработки (которое определяется площадью контакта перемычки с контуром выработки и давления газа внутри перемычки), коэффициента трения, упругости перемычки и усилия тормозной системы.

Испытания экспериментального образца упругоподатливой шахтной изолирующей переносной перемычки производили на полигоне в ударной трубе диаметром 150 см посредством взрыва в ней метановоздушной смеси. Разгонная часть ударной трубы длиной 93 м, смонтирована из железобетонных секций длиной по 5 м со сваркой металлических вставок и мест их стыковок. Разгонная часть ударной трубы соединена с взрывной камерой и тоннельной частью квадратного сечения 2х2 м, длиной 20 м с бетонированием мест соединений с трубой. В заранее предусмотренных местах разгонной трубы в процессе монтажа выполнены 12 сквозных отверстий диаметром 40 мм для последующей установки в

них датчиков измерения давления и регистрации пламени, подачи метана или другого газа для производства взрыва. При подготовке к проведению экспериментального взрыва была проведена поверка датчиков давления.

Экспериментальный образец упругоподатливой шахтной переносной изолирующей перемычки был смонтирован в тупиковой части ударной трубы с левой стороны в 30 м от эпицентра взрыва метановоздушной смеси (см. рисунок 1) Поскольку значительная часть работ по производству экспериментальных взрывов должна выполняться в газообразной и взрывоопасной среде профессиональными специалистами, для этих целей привлекались бойцы филиала ВАСС «Көмір».



1 – ударная труба; 2 – загазованный участок ударной трубы взрывная камера; 3 – перемычка; 4 – мешки со сланцевой пылью; 5 – стопор (круг); 6 – податливый трос, пропущенный в отверстия ударной трубы

Рисунок 1 - Схема расположения зоны загазирования, расстановки датчиков, расположения шахтной, переносной, упругоподатливой перемычки

Зона загазирования нужного объема (15 м^3) и требуемой концентрации метана(9-10 %) формировалась следующим способом. Внутри разгонной части ударной трубы в заранее запланированном месте устанавливалась первая перемычка из полиэтилена, закрепленная на металлическом обруче. После установки первой перемычки и ее герметизации устанавливается вторая перемычка с герметизацией одной половины перемычки и закрепления вертикальной штанги. Два бойца ВАСС «Көмір» в респираторах проходят в зону загазования, закрывается и герметизируется вторая половина второй перемычки. По сигналу бойцов внутри трубы начинается подача метана из баллона через редуктор и шланг, вставленный в отверстие в трубе. Метан подается под небольшим давлением (0,2 МПа), чтобы обеспечить наиболее равномерное распределение его в зоне загазования. Измерение концентрации метана осуществляется внутри зоны загазования с помощью шахтного интерферометра ШИ-12. По достижению концентрации метана 9-10 % подается сигнал на прекращение подачи метана. Бойцы выходят из зоны загазования, закрывается и герметизируется вторая половина второй перемычки. После этого весь персонал, задействованный в испытаниях, покидает внутреннюю часть трубы. После завершения работы по формированию зоны загазования шланг извлекался, и в это отверстие (паттерна) монтируется устройство с источником воспламенения метановоздушной смеси (поджига), но без подключения источника электроэнергии. Одновременно оператор персонального

компьютера стартует программный комплекс, проверяет готовность системы измерения и устанавливает нулевые сигналы от датчиков.

После подтверждения готовности всей системы все участники эксперимента отводятся на безопасное расстояние. По команде ответственного за проведение испытаний включается кнопка подрыва и производится взрыв метановоздушной смеси.

При взрыве метановоздушной смеси датчик давления, стоящий от перемычки на расстоянии 5 м зафиксировал давление 0,72 МПа (см.рисунок 2). Обследование перемычки после взрыва показало, что она переместилась в тупиковую часть ударной трубы на 0,7 м. При этом никаких повреждений упругоподатливой шахтной переносной изолирующей перемычки не обнаружено. Газообразные продукты взрыва (несгоревший метан, окись углерода) присутствовали только перед перемычкой, с противоположной стороны их не было. Перемычка не подверглась тепловому воздействию взрыва. Видимые признаки горения отсутствовали. Комиссия, проводившая экспериментальный взрыв в ударной трубе констатировала, что упругоподатливая, шахтная, переносная изолирующая перемычка для гашения УВВ работоспособна.

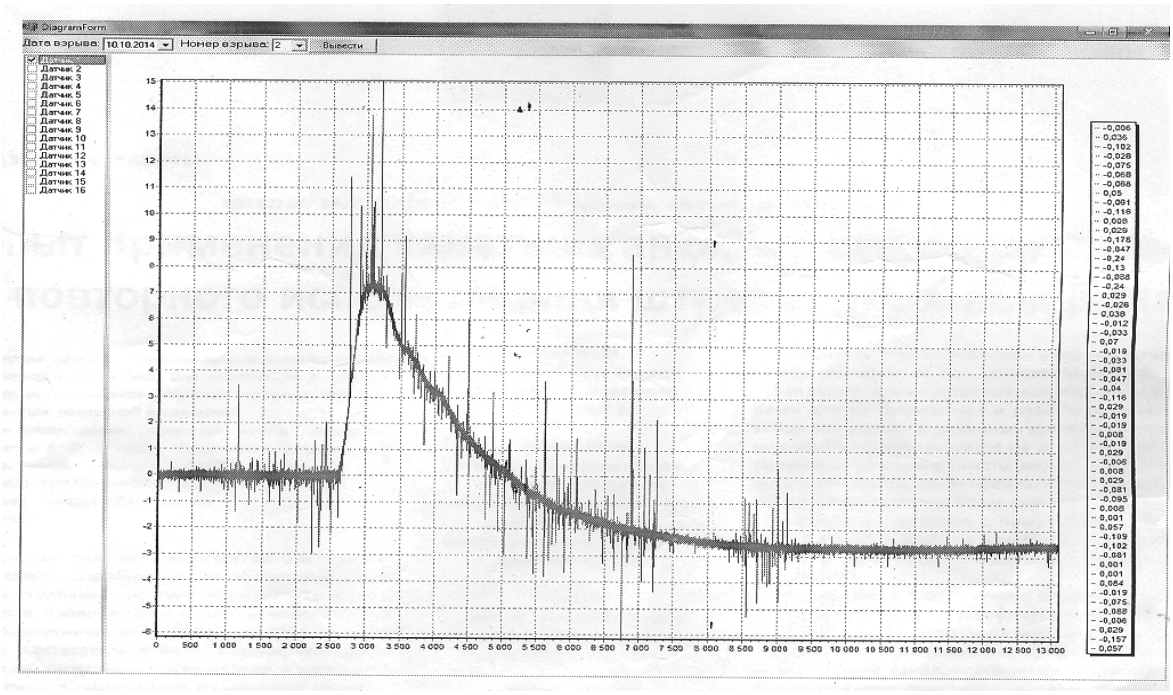


Рисунок 2 – Показания датчика давления

Экспериментальный взрыв метаногазовой смеси в ударной трубе подтвердил теоретические исследования о том, что энергию воздушной ударной волны можно нейтрализовать применением передвижной, изолирующей, упругоподатливой перемычки.

На основании проведенных испытаний упругоподатливой изолирующей перемычки в ударной трубе путём взрыва метаногазовой смеси сделаны следующие выводы.

1. Упругоподатливая, изолирующая перемычка работоспособна. Кинетическую энергию ударной воздушной волны перемычка гасит за счёт своей упругости и способности передвигаться по выработке.

2. Перемычка надёжно изолирует выработку от дальнейшего распространения газообразных продуктов взрыва.

3. Перемычка не подверглась тепловому воздействию взрыва метана. Это объясняется отсутствием процесса горения оставшегося метана из-за недостаточного количества кислорода, поскольку перемычка изолировала пространство от поступления воздуха.

ӘОЖ 622.272

Резюме

Вареха Ж.П., Хасен Б.П., Лис С.Н., Мұсин Р.А
(ЖШС «ЖҚКИПИ», Қарағанды қ., Қазақстан)

СОЗЫЛМАЛЫ ИІЛГІШ ТАСЫМАЛДАУ АЙЫРҒЫШТЫ ҚУАТТЫ ЖАРЫЛЫС ТОЛҚЫНҒА ТОСҚАУЫЛ ҚОЮ

«ЖҚКИПИ» ЖШС–де қуатты жарылыс толқынын үшін қолданылатын созылмалы иілгіш тасымалдаушы айырғыш тосқауыл жетілдірілді. Өңделген тосқауыл жұмысы бойынша полигонда өте табысты сынақ болды.

Түйінді сөздер:жарылыс, жарылыс толқыны, айырғыш тосқауыл.

UDC 622.272

Summary

Varekha Zh.P., Hasen B.P., Lis S.N., Musin R.A.
(Institute of Problems of Complex Development of a bowels of the earth LLP, Karaganda, Kazakhstan)

REDUCE OF SHOCK AIR WAVES WITH THE RESILLENT, ISOLATING CROSS-PIECE

In IPKON LLP the elastic isolating figurative crossing point allowing to extinguish energy of a shock blast wave is developed. Successful tests of the developed crossing point on the proving ground are carried out.

Keywords: blast, shock blast wave, isolating crossing point.

УДК 622.284.74

Вареха Ж.П., Лис С.Н.
(ТОО «Институт проблем комплексного освоения недр», г. Караганда, Казахстан)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ЗОН ДЕЗИНТЕГРАЦИИ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ПОДЗЕМНЫХ ВЗРЫВАХ

Аннотация

Проведенные исследования показали, что структура системы горных пород при образовании полости в горном массиве подчиняется чёткому математическому закону, независящему от способа образования этой полости. Пространственные связи, лежащие в основании системной организации пород обуславливают последовательность изменения состояния этой системы.

Ключевые слова: *дезинтеграция, горный массив, подземные взрывы.*
Түйінді сөздер*: ыдырауы, тау, жер асты жарылыстар.*
Keywords: *disintegration, mountain, underground explosions.*

При проведении горных работ и создании полости внутри горного массива происходит разрушение приконтурных пород с образованием зон различной степени их дезинтеграции. Изменение структуры и прочностных характеристик горных пород и массива определяет не только снижение их несущих свойств, но также приводит к нарушению естественных режимов энерго- и массообмена в значительной по объёму области. Зоны, образующиеся при подработке и надработке пластов, а также вокруг подготовительных и капитальных горных выработок достаточно хорошо изучены (см. например [1]). Малоизученным остаётся вопрос о зонах дезинтеграции горных пород при образовании полости внутри горного массива подземным взрывом. Поэтому особый интерес представляет исследование закономерностей образования таких зон при подземных взрывах и сравнение этих закономерностей с закономерностями образования зон дезинтеграции при других способах создания полости внутри массива. Результаты таких исследований позволяют не только решать практические задачи горного производства, но и вывести общие закономерности образования зон дезинтеграции горных пород при образовании полости в горном массиве и, используя эти закономерности, прогнозировать свойства и поведение горных пород на различном удалении от полости.

В работе [2] представлены результаты исследований основных характеристик горных пород и массива в ближней зоне подземных ядерных взрывов, проведенных в штольнях горного массива Дегелен и скважинах горного массива Балапан Семипалатинского испытательного полигона. При анализе механического состояния массива горных пород после взрывного воздействия в этой работе использовался подход, основанный на делении среды на области (зоны), отличающиеся структурными и механическими характеристиками.

Вблизи эпицентра взрыва расположена камуфлетная полость, относительный радиус полости $R_c/q^{1/3}$ примерно 7 м/кт$^{1/3}$ (q – мощность взрыва в килотоннах ТНТ). По результатам инженерно – геологических и геофизических работ, проведенных с целью изучения влияния взрывов в штольнях на массив горных пород, определены относительные радиусы зон дезинтеграции горных пород, которые приведены в таблице 1 [2].

Таблица 1 – Зоны дезинтеграции горного массива при проведении взрывов в штольнях

№ зоны	Наименование зоны	Характеристика зоны	Относительный радиус ($R_c/q^{1/3}$)
I	Зона смятия горных пород	Примыкает непосредственно к полости. Породы, в зоне изменённые, легко превращаются в материал типа песка при незначительном механическом воздействии. Зёрна минералов в породах раздроблены многочисленными микротрещинами, некоторые минералы потеряли естественные свойства и форму. Резко снижаются прочностные и упругие свойства породы. Проницаемость породы резко повышается.	12 ÷ 14
II	Зона дробления	Массив раздроблен новыми и подновлёнными естественными трещинами. Массив имеет вид бутовой кладки с нарушенными швами. В начале зоны породы раздроблены до мелкого щебня, а к периферии – до кусков размером десятки сантиметров в поперечнике. Количество трещин увеличивается в 4÷40 раз по отношению к естественному. Общая пористость массива достигает 10,5%.	20 ÷ 25
III	Зона интенсивной трещиноватости	Суммарное количество трещин увеличивается в 2 – 4 раза. Массив приобретает ярко выраженное блочное строение. Размер кусков определяется в основном естественной трещиноватостью. Размер блоков уменьшается к центру от 1,0 ÷ 3,0 до 0,2 ÷ 0,8 м. Наибольшую раскрытость имеют пологие трещины. По крутым трещинам происходят срывы, сколы и смещения. Прочность породы от центра взрыва к переферии постепенно возрастает, упругие свойства также становятся близкими к естественным.	35 ÷ 40
IV	Зона подновлённых трещин	Раскрытие существующих трещин, ширина раскрытия 2 ÷10 мм. Наблюдается интенсивное смещение отдельных блоков.	50 ÷ 60
V	Зона неупругих деформаций массива	Скорость продольных волн в массиве меньше первоначальной на 5 ÷ 10 %. Проницаемость близка к естественной. Наблюдается проявление «скрытой» трещиноватости, изменение упругих характеристик массива.	120 ÷ 130

В результате инженерно-геологических и геофизических исследований, проведенных в местах ядерных взрывов в скважинах площадки Балапан, выделены следующие зоны (таблица 2):

Таблица 2 – Зоны дезинтеграции горного массива при проведении взрывов в скважинах

№ зоны	Наименование зоны	Характеристика зоны	Относительный радиус ($R_c/q^{1/3}$)
I	Зона смятия горных пород	Горные породы превращены в рыхлый пылевой материал с включением обломков изменённых пород размером не более 3 ÷ 4 см. Общая пористость в 2 ÷ 6 раз превышает начальную.	13 ÷ 17,6
II	Зона дробления	Разрушенная горная масса с размерами кусков от 2 ÷ 3 до 5 ÷ 7 см. Пористость массива горных пород увеличивается 2 ÷ 3 раза по сравнению с первоначальной.	24 ÷ 34
III	Зона интенсивной трещиноватости	Зона характеризуется появлением новых трещин по естественным микротрещинам, текстурным элементам горных пород и зонам механических ослаблений. По радиальным направлениям образуются сколы, по концентрическим – разрывы. Прочностные свойства пород снижены на 20 ÷ 30 %. Коэффициент проницаемости среды увеличивается до 1000 раз, причём наибольшее увеличение отмечается по простиранию пород. Общая пористость массива – 10 ÷ 25 %.	50 ÷ 55
IV	Зона подновлённых трещин	Новообразованные трещины в пределах зоны не наблюдаются, разрушенность массива обусловлена раскрытием существующих трещин. Прочностные свойства пород в зоне снижены на 10 ÷ 15 %	65 ÷ 70

В работе [1] границы зон различного геомеханического состояния в подработанном массиве определяются последовательностью приведенной в таблице 3. Члены этого ряда являются положительными корнями уравнения:

$$X^{n+1} + X - 1 = 0; \quad (1)$$

где: n – порядковый номер члена данной последовательности.

Таблица 3– Корни уравнения (1)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X	0,50	0,6180	0,6823	0,7245	0,7549	0,7781	0,7965	0,8117	0,8243	0,8351	0,8444

Рассчитаем границы зон дезинтеграции горного массива при проведении штольневых взрывов в соответствии с последовательностью, приведенной в таблице 3. Расчёт производится из предположения, что отношение относительного радиуса первой зоны к относительному радиусу второй зоны должно равняться первому члену последовательности приведенной в таблице 4, а отношение относительного радиуса второй зоны к относительному радиусу третьей зоны второму члену последовательности и т.д.:

$$R_1 / R_2 = 0{,}5;\ R_2 / R_3 = 0{,}618 \text{ и т. д.}$$

При таком подходе достаточно знать границу одной из зон, чтобы определить границы остальных зон. Поскольку наиболее полно исследована зона I, то примем значение границы этой зоны из диапазона, приведенного в таблице 1: $R_1 = 12{,}0$. Тогда $R_2 = 24{,}0$; $R_3 = 39{,}0$ и т. д. Результаты проведенных расчётов и их сравнение с результатами, полученными экспериментально, приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Сравнительная таблица результатов полученных экспериментально и расчётным методом при проведении взрывов в штольнях.

№ зоны	Наименование зоны	Граница зоны (R_i), определённая экспериментально	Граница зоны (Ri), определённая расчётным методом	Отклонение, %
I	Зона смятия горных пород	12 - 14	12	0
II	Зона дробления	20 - 25	24	0
III	Зона интенсивной трещиноватости	35 – 40	39	0
IV	Зона подновлённых трещин	50 - 60	57	0
			79	
			105	
V	Зона неупругих деформаций	120 - 130	135	3,8

Как видно из таблицы 4, результаты, полученные экспериментально и расчётным методом, практически совпадают, что подтверждает предложенную теорию. При этом можно прогнозировать, что экспериментами неустановленны (пропущены) ещё две зоны с границами в районе 79 и 105 м/кт$^{1/3}$.

Проведём аналогичные расчёты для определения границ зон дезинтеграции пород при проведении взрывов в скважинах. Результаты этих расчётов приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Сравнительная таблица результатов полученных экспериментально и расчётным методом при проведении взрывов в скважинах.

№ зоны	Наименование зоны	Граница зоны (Ri), определённая экспериментально	Граница зоны (Ri), определённая расчётным методом	Отклонение, %
I	Зона смятия горных пород	13 — 17,6	15,5	0
II	Зона дробления	23 - 34	31	0
III	Зона интенсивной трещиноватости	50 – 55	50	0
IV	Зона подновлённых трещин	65 - 70	73	4,3

Как видно из таблицы 5, расчётные и экспериментальные данные практически полностью совпадают.

Связанные отношением объекты своей множественностью способны выражать ряд интенсивностей («степеней») определённых параметров системы, что в действительности воплощено в ряде следующих друг за другом чётко различающихся между собой специфик или состояний качества. *Переход от одного уровня организации системы, режима функционирования к другому означает, в частности, смену отношений рассматриваемых параметров (изменение их кратности), соответствующих её отдельным устойчивым состояниям.* Выход системы за пределы одного из вариантов свидетельствует о радикальных изменениях в составе её структурных компонентов, о приобретении этой системой нового функционального облика.

Таким образом, структура системы горных пород при образовании полости в горном массиве подчиняется чёткому математическому закону, независящему от способа образования этой полости. *Пространственные связи, лежащие в основании системной организации пород – важнейшие из тех, что создают её реальную значимость, структурную оформленность, обуславливают последовательность изменения состояния этой системы.*

Литература

1 Лис С.Н. Определение границ зон геомеханического состояния и газовой динамики в подработанном горном массиве/Труды Международной научной конференции «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан – 2030» (Сагиновские чтения №3), 23 – 24 июня 2011 г., Часть 3.- Караганда: КарГТУ, 2011, С. 171 – 173.

2 Адушкин В.В., Спивак А.А. Изменение свойств горных пород и массивов при подземных ядерных взрывах// Физика горения и взрыва, 2004, т.40, № 6, С. 15 – 24.

References

1 Lis S.N. Opredelenie granic zon geomehanicheskogo sostojanija i gazovoj dinamiki v podrabotannom gornom massive/Trudy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «Nauka i obrazovanie – vedushhij faktor strategii «Kazahstan – 2030» (Saginovskie chtenija №3), 23 – 24 ijunja 2011 g., Chast' 3.- Karaganda: KarGTU, 2011, S. 171 – 173.

2 Adushkin V.V., Spivak A.A. Izmenenie svojstv gornyh porod i massivov pri podzemnyh jadernyh vzryvah// Fizika gorenija i vzryva, 2004, t.40, № 6, S. 15 – 24.

ӘОЖ 622.284.74

Резюме

Вареха Ж.П., Лис С.Н.
(ЖШС «ЖҚКИПИ», Қарағанды қ., Қазақстан)

ЖЕРАСТЫ ЖАРЫЛЫС КЕЗІНДЕ ТАУ ЖЫНЫСТАРЫНЫҢ ЫДЫРАУЫ АЙМАҚТАРДЫҢ ШЕКАРАЛАРЫН АНЫҚТАУ

Зерттеулер рок бұқаралық жылы қуыстарын қалыптастырудағы жыныстарының құрылымы қуысына қалыптастыру әдісін тәуелсіз, математикалық заңға бағынады екенін көрсетті. Жүйесін ұйымдастыру тұқымды базалық кеңістіктік қарым-қатынастар жүйесінің жағдайы бойынша өзгерістер енгізудің ретін тудыруы.

Түйінді сөздер: ыдырауы, тау, жер асты жарылыстар.

UDC 622.284.74

Summary

Varekha Zh. P., Lis S.N.
(Institute of Problems of Complex Development of a bowels of the earth LLP, Karaganda, Kazakhstan)

DETERMINE THE BOUNDARIES OF DISINTEGRATION ZONES OF ROCKS AT UNDERGROUND EXPLOSION

Studies have shown that the structure of the rocks in the formation of cavities in the rock mass chëtkomu obeys mathematical law, independent of the method of forming the cavity. Spatial relationships underlying the system organization breeds cause the sequence of changes in the state of the system.

Keywords: disintegration, mountain, underground explosions.

УДК 622.24.055

Козлов В.А.[1], Комекова Н.М.[2]
([1]АО «Казахский Национальный Технический Университет им. К.И. Сатпаева»,
[2]АО «Казахстанско-Британский Технический Университет»)

НАУЧНАЯ РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЧЕРНЫХ СЛАНЦЕВ

Аннотация

По химическому составу черные сланцы представляют собой кремнезем, основу которого составляет кремнийкислородный тетраэдр. В данной статье рассмотрена самопроизвольная полимеризация тетраэдра в конечные и бесконечные радикалы полимерных форм силикатного вещества. На основе научных разработок предложена комплексная технология переработки черных сланцев с выделением энергоносителей, извлечением ценных компонентов как ванадий, уран, молибден и редкоземельные металлы, а остатки выщелачивания использовать как сырье для производства ферросилиция.

Ключевые слова: *кремнийкислородный тетраэдр, черные сланцы, комплексная переработка.*

Түйінді создер*: кремнийліоттекті тетраэдр, қара сланец, кешенді өңдеу.*

Keywords: *silicon-oxygen tetrahedron, black shales, complex processing.*

Жемчужиной развития черносланцевых руд являются хребет Большого Каратау, протянувшийся на тысячу километров с Северо-Запада на Юго-Восток до Тяньшана. Хребет Большого Каратау – «Клондайк редких металлов и ценного нерудного сырья», интересовал исследователей как в XX веке, так и в настоящее время. Общие ресурсы переходных, редкоземельных, радиоактивных и благородных металлов в черных сланцах Казахстана оцениваются: V_2O_5 – 1.700 000, U – 750 000, Mo – 1 200 000, РЗМ – 1950 000 и ряд других ценных компонентов[1-3].

Таблица 1-РесурсыV, U, Mo и РЗЭ в месторождениях бассейна Большого Каратау

Компонент	**Месторождения, тыс.тонн**					
	Баласаускандык	**Курумсак**	**Ран**	**Алтынтау**	**Джебаглы**	**Сумма**
V_2O_5	765,0	1024,3	137,7	330,0	1036,0	3293
U	30,6	40,9	5,5	13,2	41,4	131,6
Mo	54,9	61,3	8,2	19,8	62,1	206,3
РЗЭ	146,9	238,1	27,5	16,5	207,2	636,4

Изучение физических свойств, химического состава и структурных характеристик черных сланцев позволило установить стекловатый облик, раковистый излом, обилие трещин и пустот, изотропность и рентгенноаморфность, гигроскопичность, высокую отдачу воды, свободной и химический связанный кремнезем, отсутствие корреляция содержания переходных, редкоземельных, радиоактивных и благородных с кремнеземом или углеродом [4,5].

Таблица 2 – Химический состав рудных прослоев черносланцевой руды Казахстана

Элемент	**V**	**Mo**	**U**	**РЗЭ**	**SiO_2**	**P**	**C**	**Fe+Al**
Содержание, %	0,5-0,6	0,03-0,04	0,02-0,03	0,08-0,15	~70	0,7	14-25	3-6

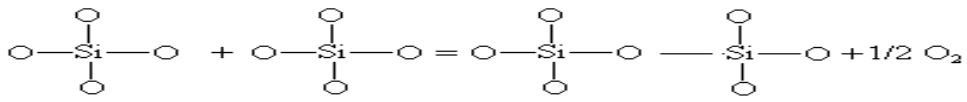
По химическому составу черные сланцы представляют собой кремнезем, основу которого составляет кремнийкислородный тетраэдр $[SiO_4]^{4-}$ в мономерных и полимерных формах и углерод. В данном сообщении научную новизну представляет самопроизвольная полимеризация исходного мономерного изолированного кремнийкислородного тетраэдра $[SiO_4]^{4-}$ в конечные и бесконечные радикалы (мотивы) полимерных форм силикатного вещества. Устойчивость тетраэдра связана со стабилизацией его основными катионами.Мономерные ортосиликаты железа (+II), щелочноземельных металлов, протона и карбонила (CO^{2+}) в каменной оболочке Земли существуют достаточно устойчиво в неравновесном состоянии с избытком энергии, которая приводит к непрерывному переходу в полимерный кремнезем или метасиликаты с выделением воды, кислорода, углекислого газа и метана.

В земных условиях существуют два равнозначных способа производства нефти и газа из карбонила (CO^{2+}) и органического вещества (CH_2O), а при полимеризации радикала $[SiO_4]^{4-}$переходные, редкоземельные, радиоактивные и благородные металлы заключены в пустотах рыхлого радикала кремнезема (SiO_2) и метасиликата ($MeSiO_3$) [6].

Изолированный кремнийкислородный радикал $[SiO_4]^{4-}$ - это насыщенный кислородом кремний с высокой избыточной энергией, «антивещество» Земной коры, который переходит в инертный радикал SiO_2 с выделением кислорода и энергии по уравнению реакции (1):

$$[SiO_4]^{4-} = SiO_2 + O_2 + 4e + Q \qquad (1)$$

Однако природа научилась гасить избыточную энергию радикала в бесконечных полимерных связях кремнезема и кислорода по схеме (2). Энергия каждого единичного акта полимеризации мгновенно распределяется по упругим связям цепочки атомов кремния через общие мостиковые атомы кислорода, снабжая каждую из них мизерным избытком энергии, что заставляет их колебаться в рентгеновском диапазоне частот с несколько большей амплитудой:



(2)

Ответ на вопрос, какой радикал первичен $[SiO_4]^{4-}$ или SiO_2 склоняется в пользу первого. Условия образования радикала $[SiO_4]^{4-}$ требует больших энергетических затрат, а устойчивость его существования определяется энергетическим уровнем. Переход на более низкий уровень вызывает необходимость химической компенсации $[SiO_4]^{4-}$ радикала катионами с высокой основностью. Химическая связь радикала $[SiO_4]^{4-}$ известного в химии как ортосиликат, с основными металлами достаточно прочная, однако, на протяжении всей геологической истории происходит его последовательная полимеризация до SiO_2.

Земля сложный астрофизический объект, с крупным термоядерным реактором внутри, в котором из ядер водорода и гелия синтезируются элементы. По современном представлениям Земля состоит из ряда оболочек, концентрически обволакивающих друг друга.Каждой оболочке пресуще устойчивое термодинамическое состояние с минимумом для данного уровня Т-Р свободной энергии, и подчиняется законом квантовой физики, т.е. переход из одной в другую оболочку сопровождаться выделением или поглащением энергии, изменением состава и структуры. Последовательность событии с очевидностью указывает на то, что формирование предыдущего этапа Земли служит фундаментом для постройки на него следующего, и вся система представляет собой пирамиду, в которой сохраняемое прошлое служит основой и условием настоящего. Понятно, что Земля не примитивная домна, однако события, происходящие на ней, будут сравниваться с процессами промышленной практики эксплуатации высокотемпературных печей.

Физико-химические процессы для каждой оболочки протекает при определенных температурах: синтез ядер элементов - 100 млн. ^{0}C, высокотемпературная сжатая плазма (простые и сложные радикалы) - 10000 ^{0}C, глубинная мантия неопределенные, переменные соединения - 3000 ^{0}C в псевдоожиженном состоянии за счет мономерного кремнийкислородного тетраэдра связанного протоном (H^+) и карбонилом (CO^{2+}) в нейтральное соединение, а верхняя мантия уже содержит оливины и базальты - 1200 ^{0}C. Железо, магний и кальций в верхнюю мантию поступают с двух направлении: из ядерного реактора и путем миграции из силикатной коры.

На рисунке 1 изображена планетарная модель энергетических оболочек Земли:

- ***ядро*** - реактор, звездное вещество и продукты термоядерного синтеза- смесь электронов, ядер и ионов элементов;
- ***сжатая плазма***(смесь простых и сложных радикалов);
- ***мантия*** (верхняя и нижняя);
- ***каменная кора*** (базальт, сланцы, гранит, полевые шпаты и кремнезем).

В ядре протекает лазерный термоядерный синтез при высоких температурах и давлениях с образованием веера элементов: кислорода, кремния, алюминия, железа, магния, кальция, натрия, калия, редкие металлы [7], по составу отвечающиекларковым числам Земли. В индивидуальном виде мономерный радикал $[SiO_4]^{4-}$ не выделен, но известны высокоосновные минеральные формы мономерного кремнийкислородного тетраэдра с кальцием, магнием, железом: Ca_2SiO_4-белит, Mg_2SiO_4-форстерит, Fe_2SiO_4-фаялит и др. Способы формирования $[SiO_4]^{4-}$ и продолжительность его существования не изучены.

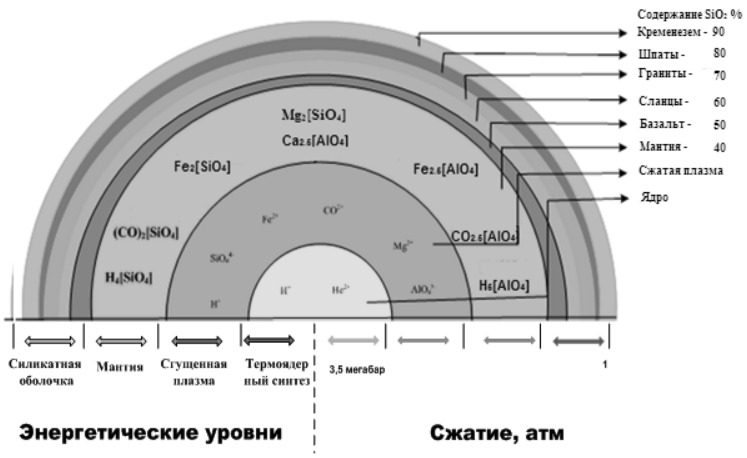


Рисунок 1- Планетарная модель энергетических оболочек Земли

Существующее представление о метаморфизме осадочных пород, включающее выветривание, разрушение, истирание гранитов, их перемещение, образование суспензий, седиментация, цементация, не дает оснований для утверждения об их генетическом отличии от магматических пород. Отличие возможно только в том случае, если строительный кирпич этих пород $[SiO_4]^{4-}$рожден разными способами.

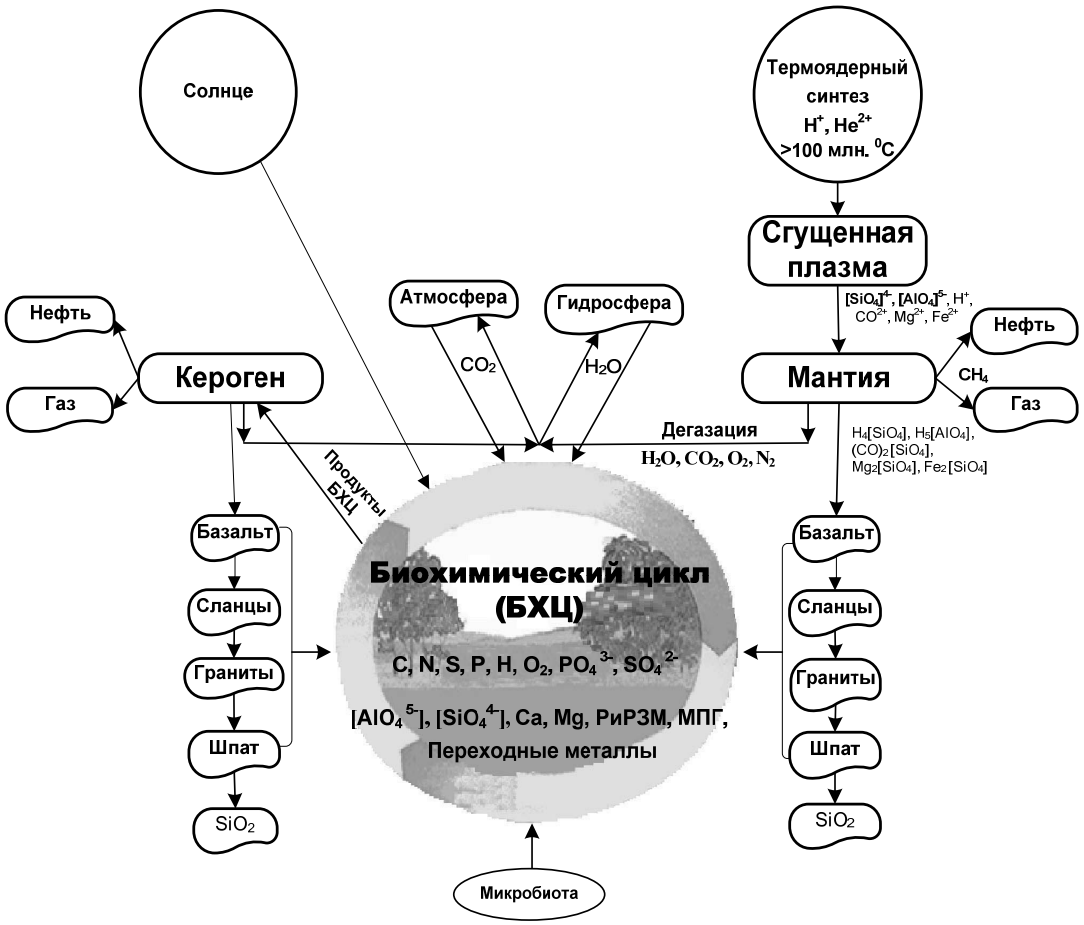


Рисунок 2 - Взаимоотношения гео-био-сферных систем при формировании литосферы Земли

Развитие представлений о бактериальной палеонтологии об эволюции гео-био-сферных систем в работе [8] дали основу мировоззрению, в котором большое значение придается кооперативным взаимоотношениям в рамках большой системы. Рассмотренная система находится вне области традиционных для технологов популяционных интересов. В ней, наряду с определяющими прямыми связями от геосферы к биоте, большую роль играют трансформирующие обратные связи, основанные на сопоставлении процессов взаимодействия живой материи с огневым геологическим формированием литосферы. К важным прямым связям относится дегазация Земли, приведшая к формированию первоначальной атмосферы и гидросферы и заканчивающаяся до начала геологической летописи осадочных отложений. Взаимоотношения гео-био-сферных систем при формировании литосферы Земли приведены на рисунке 2.

Черные сланцы не поддаются механическому обогащению ни на селективные, ни на коллективные концентраты. Выявлено, что мономерный кремнезем, генетически связан с металлами, вызывает затруднение при проведении их обогащения. Необходима иная, нестандартная технологическая схема переработки глинистых - кремнеземистых карбонатных образований, обогащенных органическим веществом. В предложенную технологическую схему заложен новый подход, основанный на физической сепарации химически связанного кремнезема от полиморфного SiO_2 (песок).

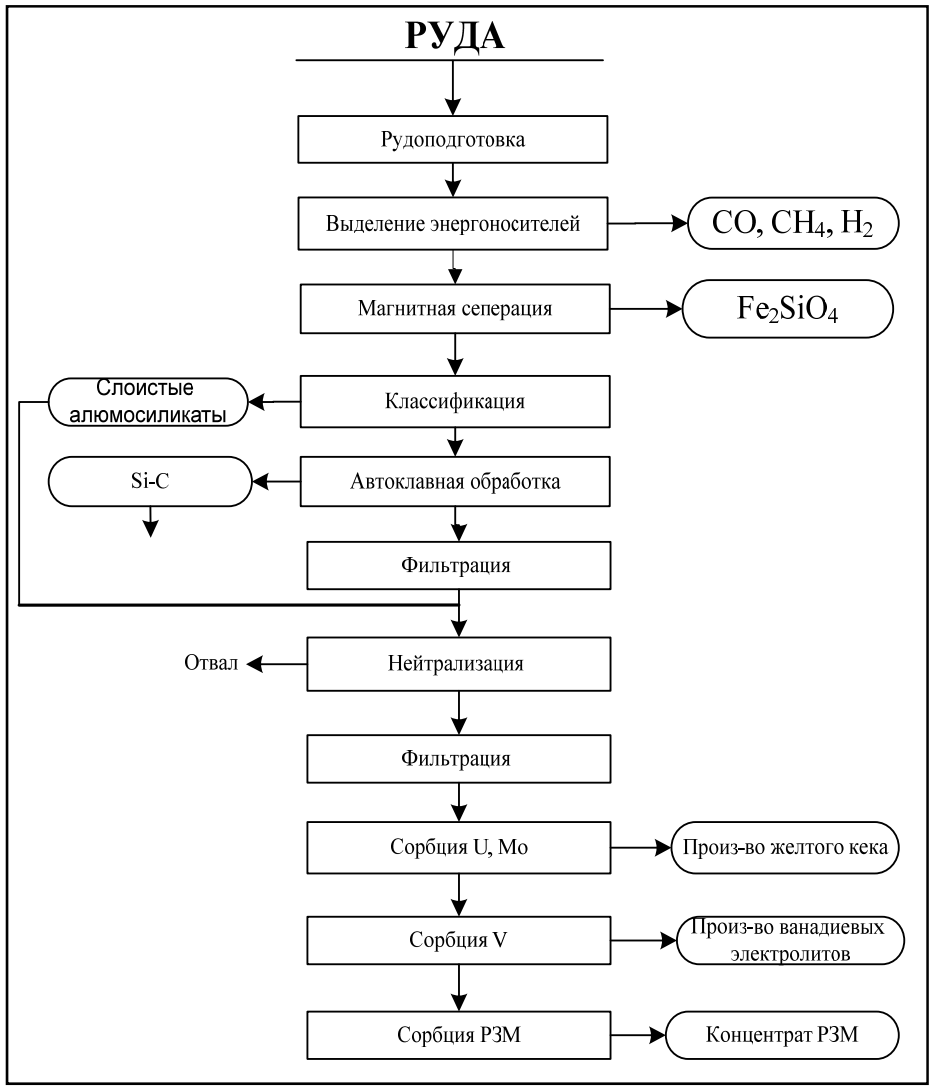


Рисунок 3 – Принципиальная технологическая схема переработки черносланцевых руд

В технологической схеме первой операцией является измельчение руды с выделением энергоносителей. Принципиальная технологическая схема представлена на рисунке 3. Далее следуют операция распульповки и разделении пульпы по плотности на легкую и тяжелую фракции таким образом, чтобы в легкой фракции преобладал алюмосиликат, а в тяжелой свободный кремнезем. Тяжелую фракцию подвергают магнитной сепарации при напряженности магнитного поля 1000 с выделением магнитной части. Для полного вскрытия и извлечения всех ценных компонентов руду погружают в автоклав. Процесс автоклавной обработки под давлением и температуре в присутствии окислителей считается наиболее перспективным способом для переработки упорных сульфидсодержащих руд и концентратов цветных, редких, редкоземельных и благородных металлов. Далее по схеме раствор нейтрализуем алюмосиликатную часть, таким образом сбиваем избыточную кислотность. Все ценные компоненты, перешедшие в раствор, извлекаются традиционными методами, в данной технологии самой оптимальной является поэтапная сорбция металлов, а остаток от выщелачивания отправляется на производство высококачественного ферросилиция.

Литература

1 Анкинович С.Г., Анкинович Е.А., Отчет Казахстанского государственного управления «Каратауское месторождение ванадия и урана по работам 1942-1947 гг.»/ Алма-Ата, 1947. -105 с.

2 Устименко П.А., Никифоров М.Е. Отчет Южно-Казахстанского геологического управления, Казахстанкская редкометальная партия «Редкие и рассеянные элементы редкоземельно-ванадиеносного сланцев Каратау по работам за 1959-1961 гг.». – Алма-Ата, 1963. Т. 4.-14с.

3 Комарницкий Б.Е. Отчет о поисково-оценочных работах, проведенных на Баласаускандыкском месторождении кремнисто-ванадиеносных сланцев в 1971-1973 гг.

4 Сауков А.А. Геохимия. – М.: Накуа, 1975. – 480 с

5 Виноградов В.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. – М.: АН СССР, 1950. – 271 с.

6 Горшков В.С., Савельев В.Г., Федоров Н.Ф./ Физическая химия силикатов и других тугоплавких соединений // М.: Высшая школа.- 1988.-С. 400

7 Басов Н.Б., Лебо И.Г., Розанов А.Б. Физика лазерного термоядерного синтеза. М., Знание, 1988.

8 Заварзин Г.А., Палеонтологический журнал, 2003 №6, стр. 16-24

References

1 Ankinovich S.G., Ankinovich E.A., Otchet Kazahstanskogo gosudarstvennogo upravlenija «Karatauskoe mestorozhdenie vanadija i urana po rabotam 1942-1947 gg.»/ Alma-Ata, 1947. -105 s.

2 Ustimenko P.A., Nikiforov M.E. Otchet Juzhno-Kazahstanskogo geologicheskogo upravlenija, Kazahstankskajaredkometal'naja partija «Redkie i rassejannye jelementy redkozemel'no-vanadienosnogo slancev Karatau po rabotam za 1959-1961 gg.». – Alma-Ata, 1963. T. 4.-14s.

3 Komarnickij B.E. Otchet o poiskovo-ocenochnyh rabotah, provedennyh na Balasauskandykskom mestorozhdenii kremnisto-vanadienosnyh slancev v 1971-1973 gg.

4 Saukov A.A. Geohimija. – M.: Nakua, 1975. – 480 s

5 Vinogradov V.P. Geohimija redkih i rassejannyh himicheskih jelementov v pochvah. – M.: AN SSSR, 1950. – 271 s.

6 Gorshkov V.S., Savel'ev V.G., Fedorov N.F./ Fizicheskaja himija silikatov i drugih tugoplavkih soedinenij // M.: Vysshaja shkola.- 1988.-S. 400

7 Basov N.B., Lebo I.G., Rozanov A.B. Fizika lazernogo termojadernogo sinteza. M., Znanie, 1988.

8 Zavarzin G.A., Paleontologicheskij zhurnal, 2003 №6, str. 16-24

ӘОЖ 622.24.055

Резюме

Козлов В.А.[1], Көмекова Н.М.[2]

ҒЫЛЫМИ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ҚАРА СЛАНЕЦТІ КЕШЕНДІ ӨҢДЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ

([1]АҚ «Қ.И. Сатпаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Университет», [2]АҚ «Қазақстан-Британ Техникалық Университеті»)

Химиялық құрамы бойынша қара сланецтің негізін кремнийліоттекті тетраэдр құрайды. Бұл мақалада тетраэдрдің силикатты материалға өзіндік шекті және шексіз полимерленуі қарастырылған. Ғылыми зерттеулер негізінде қара сланецті энерготасығыш бөлу және ванадий, уран, молибден және сирек-жер металдары сынды бағалы компонеттерді алу, ал шаймалау қалдығын феросилиций өндірісіне материал ретінде қолдану сынды кешенді өңдеу технологиясы ұсынылған.

Түйінді создер: кремнийліоттекті тетраэдр, қара сланец, кешенді өңдеу.

UDC 622.24.055

Summary

SCIENTIFIC DEVELOPMENT AND CREATION TECHNOLOGY OF COMPLEX PROCESSING OF BLACK SLATES

([1]JSC «Kazakh National Technical University after named K.I. Satpaev», [2] JSC «Kazakh- British Technical University»)

ANNOTATION: The chemical composition of black shales are silica, which is based on silicon-oxygen tetrahedron. In this article, the spontaneous polymerization tetrahedron finite and infinite radical polymeric forms of silicate material. On the basis of scientific developments proposed complex technology of black shales with allocation of energy, the extraction of valuable components as vanadium, uranium, molybdenum and rare earth metals and leaching residues used as feedstock for the production of ferrosilicon.

Keywords: silicon-oxygen tetrahedron, black shales, complex processing.

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, Казахстан, [3]РГП НЦ КПМС РК г. Алматы, Казахстан)

РАЦИОНАЛЬНАЯ УВЯЗКА РАБОТЫ ДОБЫВАЮЩИХ И ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Аннотация

Рациональная увязка работы добывающих и обогатительных предприятий горно-обогатительных комплексов предполагает комплексный подход в управлении добычей и переработкой минерального сырья. Комплекс мероприятий по решению данной проблемы включает в себя несколько последовательно реализуемых задач.

Ключевые слова: *Календарный план, добыча руды, обогатительная фабрика, эффективность.*

Түінді сөздер: *Күнтізбелік жоспар, кен өндіру, байыту фабрикасы, тиімділік.*

Keywords: *Planned schedule, ore mining, preparation plant, effectiveness.*

Основным направлением исследований, проводимых авторами, в последние годы являлось создание научных принципов решения комплекса задач, обеспечивающих согласованное ведение добычных, транспортных и обогатительных работ на предприятиях горно-обогатительных комплексов (ГОКов) с получением максимального экономического эффекта от их совместной деятельности.

В процессе развития горных работ на предприятиях, поставляющих рудную массу на ту или иную обогатительную фабрику (ОФ), имеют место значительные отклонения, как в минеральном ее составе, так и по содержанию входящих в нее товарных компонентов, от проверенных в лабораторных условиях «представительных» проб. По указанной причине, а также из-за наличия в производственных условиях большого количества случайным образом появляющихся, трудноучитываемых факторов, влияющих на протекание обогатительного процесса, реальные обогатительные характеристики обогащаемой руды того или иного типа (того или иного рудника), как правило, значительно отличаются от полученных в лабораторных условиях.

Очевидной становится разработка методов, позволяющих устанавливать обогатительные характеристики тех или иных типов руд (руд тех или иных рудников или их отдельных залежей, массивов, блоков и т.д.) в реальных производственных условиях, отображающие влияние на показатели обогатительного процесса всего многообразия горно-геологических, технологических, организационных и других факторов конкретного производства.

Обогатительные характеристики, установленные такими методами, в отличие от полученных в лабораторных условиях, в дальнейшем кратко будем именовать технологическими обогатительными характеристиками (ТОХ).

В потоке минерального сырья, перерабатываемого в текущие сутки на ОФ, даже при завозе его с одного рудника, зачастую весьма сложно точно установить, из какой части рудного поля (какой залежи, блока) поступила данная масса руды. Решить данную задачу для ОФ, одновременно перерабатываемой сырье нескольких рудников, становится тем более очень трудно. Без установления же истинной (либо в некоторой степени приближенной к действительности) картины переработки разнородного сырья на ОФ в некоторый фиксированный промежуток времени (смены, сутки) бессмысленно вообще говорить о накоплении необходимого набора статистических данных для получения ТОХ.

Для решения указанной выше проблемы необходимо было в первую очередь разработать метод увязки в динамической схеме движения сырья различных рудников, зачастую отличающегося по обогатимости, технологического баланса поступающих на ОФ рудных масс и находящихся в них металлов. Лишь в результате решения этой задачи на

основе выходных ее данных появляется возможность приступить к решению проблемы установления ТОХ различных типов руд.

Рациональное взаимодействие добывающих и перерабатывающих предприятий достигается путем формирования оптимальных рудопотоков с рудников на ОФ, что может быть реализовано при решении специальным образом сформированных задач календарного планирования добычи и отгрузки руды на ОФ.

Целью данных задач является повышение эффективности работы обогатительного предприятия (увеличение извлечения металлов или выхода концентратов) путем формирования оптимальных календарных планов-графиков добычи и отгрузки руды на ОФ. Сложность реализации данной задачи с технической точки зрения заключается в том, что технологические схемы добычи и транспортировки руд современных добывающих и перерабатывающих предприятиях создавались из расчета активного перемешивания рудных масс при формировании рудопотоков, отправляемых на ОФ. Но такие схемы не всегда себя оправдывают.

Из-за широкого распространения способа усреднения качества минерального сырья, применяемого при проектировании и строительстве горнорудных и обогатительных предприятий, исключается возможность использования достаточного количества накопительных емкостей и соответствующих транспортных коммуникаций для раздельной (в необходимых случаях) подачи разносортных потоков рудных масс.

Зависимости ТОХ могут иметь как вогнутый вниз, так и выпуклый вверх характер, что говорит о необходимости в отдельных случаях смешанной, либо раздельной поставки сырья на ОФ и его переработки. Там же было указано о возможности изменения ТОХ отдельных руд в течение определенного периода времени, то есть вогнутый характер зависимостей может измениться на выпуклый и наоборот. Это происходит в случае изменения минерального состава руд, их химико-физических свойств при переходе горных работ на новые добычные горизонты. Поэтому появляется необходимость перехода от раздельной добычи к смешанной, либо от смешанной к раздельной. Однако отсутствие в местах погрузки и разгрузки добытого сырья достаточного количества складов для накопления условно бедных и условно богатых руд лишает возможности одновременной поставки разносортных потоков на обогатительное предприятие, а недостаточное количество на большинстве ОФ дополнительных приемных бункеров и перерабатывающих секций не позволяет реализовать одновременную переработку разносортных руд.

Поэтому в большинстве случаев единственным способом, обеспечивающим рациональное взаимодействие добывающих и перерабатывающих предприятий является метод рационального управления потоками сырья во времени, реализуемый путем оптимального решения задачи календарного планирования ведения добычных и отгрузочных работ.

Важное место при построении указанной математической модели занимает процесс установления объективного критерия оптимальности, на основе которого будет решаться оптимизационная задача.

Для однокомпонентной руды в качестве критерия оптимальности целесообразнее всего использовать максимум извлекаемой в концентрат массы полезного компонента в случае, если на обогатительном предприятии товарным продуктом является металл в концентрате, и максимум получаемой массы концентрата, если товарным продуктом является концентрат определенного качества. Для многокомпонентной, комплексной руды при выборе критерия оптимальности предпочтение отдается общей ценности извлекаемых в концентрат товарных продуктов.

Для построения самой математической модели рационального управления потоками руд с рудников на ОФ необходимо изучить существующую производственно-техническую ситуацию на горных и обогатительных предприятиях ГОКов и правильно отобразить особенности их взаимодействия. Анализ основных факторов, оказывающих заметное влияние на эффективность согласованного взаимодействия рудников и ОФ, показывает, что для построения экономико-математической модели задачи рационального управления потоками руд следует располагать следующей информацией.

При формировании математических моделей этих задач исходными данными являются обогатительные характеристики руд, добываемых на том или ином руднике и обогащаемых на конкретной ОФ; общерудничная информация, содержащая данные о планируемых объемах добычи сырья в целом по руднику; данные по объемам добычи и содержанию полезных компонентов в отдельных забоях, которые намечаются к отработке в планируемый период, а также возможная технологическая последовательность их отработки.

В общем виде постановка задачи рационального управления потоками многокомпонентных руд сводится к следующему. Необходимо на каждом руднике распределить работы по добыче и отгрузке руды из отдельных забоев во времени таким образом, чтобы при соблюдении всех технологических условий переработка поставляемой в каждый планируемый отрезок времени заданного объема рудопотока соответствующего качества на ОФ приводила бы к получению максимального значения суммарно извлекаемой в концентрат ценности полезных компонентов.

В математической форме она может быть записана в следующем виде.

Найти максимум общей ценности металлов, извлекаемых из руд в концентрат при их обогащении:

$$\sum_{r=1}^{R}\sum_{f=1}^{F}\sum_{t=1}^{T}\sum_{m=1}^{M}(Q_{t,r,f}\cdot f_{m,r,f}(\alpha_{m,r,f,t})\cdot C_m)\to \max, \tag{1}$$

при соблюдении условий:

$$\sum_{i=1}^{I} x_{i,r,f,t} = Q_{t,r,f}, \quad t=\overline{1,T}, \quad r=\overline{1,R}, \quad f=\overline{1,F}, \tag{2}$$

$$\sum_{f=1}^{F} x_{i,r,f,t} = x_{i,r,t}, \quad i=\overline{1,I}, \quad r=\overline{1,R}, \quad t=\overline{1,T}, \tag{3}$$

$$\sum_{t=1}^{T} x_{i,r,t} \le Z_{i,r}, \qquad i=\overline{1,I}, r=\overline{1,R}, \tag{4}$$

$$\sum_{i=1}^{I} x_{i,r,t}\cdot\alpha_{i,r,m} - Q_{t,r,f}\cdot\alpha_{m,r,f,t} = 0,\ t=\overline{1,T},\ m=\overline{1,M},\ r=\overline{1,R},\ f=\overline{1,F}, \tag{5}$$

$$\sum_{t=1}^{T} x_{i,r,t} \le q_{i,r\_max}, \quad i=\overline{1,I}, \quad r=\overline{1,R}, \tag{6}$$

$$\sum_{t=1}^{T} x_{i,r,t} \ge q_{i,r\_min}, \quad i=\overline{1,I}, \quad r=\overline{1,R}, \tag{7}$$

$$\sum_{i=1}^{I} x_{i,r,t} \le Q_{r,t\_max}, \qquad r=\overline{1,R},\ t=\overline{1,T}, \tag{8}$$

$$\sum_{i=1}^{I} x_{i,r,t} \ge Q_{r,t\_min}, \qquad r=\overline{1,R},\ t=\overline{1,T}, \tag{9}$$

$$\left.\begin{array}{l} \sum_{t=1}^{n} x_{i,r,t} + \lambda_{n,i} = Z_{i,r} \\ x_{j,r,n}\cdot\lambda_{n,i} = 0 \\ x_{i,r,n} + x_{j,r,n} \le R_{max\_i,j,n} \end{array}\right\} \quad n=\overline{1,T},\ i,j\in I,\ j\ne i, \tag{10}$$

$$\sum_{r=1}^{R}\sum_{t=1}^{T} Q_{t,r,f} = Q_f^{об} \quad f = \overline{1,F}, \tag{11}$$

$$\sum_{t=1}^{T}\sum_{i=1}^{I} x_{i,r,t} \cdot \alpha_{i,r,m} \le Q_{m,r}^{об}, \quad m = \overline{1,M}, r = \overline{1,R}, \tag{12}$$

$$\lambda_{n,I}, \; Q_{t,r,f}, x_{i,r,f,t}, x_{i,r,t}, \alpha_{m,r,f,t} \ge 0, \tag{13}$$

где:

R – число рудников (поставщиков сырья), с которых отгружается добытая руда;

F – число обогатительных фабрик, на которые отгружается добытая руда;

T – общее количество временных отрезков, на которые технологически и организационно целесообразно разбивать планируемый период;

M – общее количество полезных компонентов, извлекаемых в концентрат в качестве товарной продукции;

$Q_{t,r,f}$ – искомая масса руды, которую необходимо отгрузить в t-й отрезок времени с r-го рудника для переработки на f-ую ОФ, тыс. т.;

$\alpha_{m,r,f,t}$ – средневзвешенное содержание m-го полезного компонента в руде, поступающей для переработки в t-ый отрезок времени с r-го рудника на f-ю фабрику, % (г/т);

$f_{m,r,f}(\alpha_{m,r,f,t})$ – функция извлекаемой массы m-го полезного компонента в концентрат на f-ой фабрике из 1000 тонн руды r-го рудника в зависимости от его содержания в сырье, т;

C_m – стоимость одной тонны m-го полезного компонента в концентрате, тенге;

I – общее количество блоков (забоев) в каждом руднике, участвующих в формировании рационального потока;

$x_{i,r,f,t}$ – масса руды, отгружаемая с i-го блока (забоя) r-го рудника в t-й отрезок времени на f-ую ОФ, тыс. т;

$x_{i,r,t}$ – масса руды, добываемая в i-ом блоке (забое) r-го рудника в t-й отрезок времени, тыс. т;

$Z_{i,r}$ – суммарная масса руды, подготовленная к выемке в i-ом блоке (забое) r-го рудника в течение всего планового периода, тыс. т;

$\alpha_{i,r,m}$ – содержание m-го металла в руде i-го забоя r-го рудника, % (г/т);

q_{i,r,t_max} – максимально допустимая масса добываемой руды в i-м блоке (забое) r-го рудника в t-й отрезок времени, тыс. т.;

q_{i,r,t_min} – минимально необходимая масса добываемой руды в i-м блоке (забое) r-го рудника в t-й отрезок времени, тыс. т;

q_{i,r_max} – максимально допустимая масса добываемой руды в i-м блоке (забое) r-го рудника за весь планируемый период времени, тыс. т.;

q_{i,r_min} – минимально необходимая масса добываемой руды в i-м блоке (забое) r-го рудника за весь планируемый период времени, тыс. т;

Q_{r,t_max} – максимально допустимая по технологическим и организационным условиям масса отгружаемой руды с r-го рудника в t-й отрезок времени, тыс. т.;

Q_{r,t_min} – минимально необходимая по технологическим и организационным условиям масса отгружаемой руды с r-го рудника в t-й отрезок времени, тыс. т;

$\lambda_{n,i}$ – дополнительно вводимая в модель переменная, обеспечивающая путем выполнения условия дихотомии для переменных $x_{j,r,n}$ и $\lambda_{n,i}$ соблюдение технологической последовательности отработки тех или иных забоев в n-й отрезок времени;

j – индекс блока (забоя), который может быть отработан после окончания работ в предшествующем блоке (забое);

$R_{max\_i,j,n}$ – максимальная суммарная масса добываемой руды из последовательно отрабатываемых i, j-х блоков (забоев) в один и тот же n-й отрезок времени, тыс. т;

$Q_f^{об}$ – общая суммарная масса руды, перерабатываемой на f-ой ОФ за весь плановый период, тыс. т;

$Q^{об}_{m,r}$ - максимально допустимая плановая масса m-го полезного компонента в руде, отгружаемой с r-го рудника, т (кг).

При реализации приведенной математической модели с помощью функции цели (1) максимизируется общая ценность металлов, извлекаемых в концентрат на ОФ. С помощью ограничения (2) формируется поток руды от i-ых блоков (забоев) к f-ой ОФ в каждый зафиксированный t-ый отрезок времени. С помощью уравнений (3) определяется суммарная масса руды, отгружаемая в t-й отрезок времени с i-го блока (забоя) r-го рудника на все ОФ. Ограничение (4) исключает при решении данной задачи превышение суммарного объема находящихся запасов в i-ом забое (блоке). С помощью ограничения (5) определяется средневзвешенное содержание каждого m-го металла в руде, направляемой на переработку в t-ый отрезок времени с r-го рудника на f-ую ОФ. Ограничениями (6) - (7) задаются минимальный и максимальный объемы добычи руды в блоке (забое) за весь планируемый период. Ограничения (8) и (9) не допускают превышения максимально допустимого или занижения минимально необходимого объема добычи руды из каждого рудника. Уравнениями вида (10) обеспечивается условие технологической последовательности отработки блоков (забоев). С помощью ограничения (11) формируются объемы перерабатываемой руды на f-ой ОФ в каждый t-ый отрезок времени. Уравнением вида (12) соблюдается плановое содержание полезного компонента в добываемой руде.

В случае, когда на фабрике перерабатывается однокомпонентная руда или необходимо получить максимальный объем концентрата, постановка задачи несколько упрощается. А именно, необходимо распределить работы по добыче и отгрузке руды во времени таким образом, чтобы извлекаемая в концентрат масса полезного компонента (или получаемая масса концентрата) была бы максимальной при соблюдении всех технологических условий.

Тогда функция цели (1) запишется в следующем виде:

$$\sum_{r=1}^{R}\sum_{f=1}^{F}\sum_{t=1}^{T}(Q_{t,r,f}\cdot f_{r,f}(\alpha_{r,f,t}))\to \max, \qquad (14)$$

где:

$f_{r,f}$ $(\alpha_{r,f,t})$ – функция извлекаемой массы полезного компонента в концентрат (или получаемой массы концентрата) на f-ой фабрике из 1000 тонн руды r-го рудника в зависимости от его содержания в сырье, т.

Рационально составленный календарный план на основе приведенной математической модели (1) - (13) будет способствовать реализации во времени посортовой поставки и переработки руд на ОФ, увеличению извлечения металлов в концентрат и их общей ценности. Реализация любого другого плана ухудшает экономические показатели работы горно-обогатительного комплекса.

Величину дополнительно извлекаемых товарных продуктов во многом определяет характер зависимостей, отображающих влияние содержаний металлов на их извлекаемую массу в концентрат, а также колебания содержаний полезных компонентов в исходном сырье.

Из-за нелинейностей в функции цели (1) и ограничениях (5), (10), а также отсутствия в настоящее время эффективных универсальных методов успешного решения такого рода задач, реализация их представляет немалую трудность. Эффективность разрабатываемых приемов для их решения в большей степени будет зависеть от конкретных технологических условий, для которых они будут использоваться.

Разработанный метод решения приведенной задачи для функции цели (14) успешно был реализован в производственных условиях при формировании недельно-суточных планов-графиков добычи и переработки сырья на ОФ АО «ССГПО».

Рациональная увязка работы добывающих и обогатительных предприятий горно-обогатительных комплексов предполагает комплексный подход в управлении добычей и переработкой минерального сырья.

Комплекс мероприятий по решению данной проблемы включает в себя несколько последовательно реализуемых задач:

- решение задачи технологического баланса, обеспечивающей правильную увязку между собой поступающих на ОФ с различных рудников рудных масс и получаемых из них продуктов переработки, а также находящихся в тех и других разнообразных полезных компонентов;
- решение задачи диагностики разделительных процессов позволяющих устанавливать закономерности, отображающие особенности протекания разделительных процессов при переработке по единой технологии различных типов руд, и тем самым определять их технологические обогатительные характеристики;
- решение задачи формирования оптимального календарного плана ведения добычных и отгрузочных работ.

Рационально составленный календарный план в зависимости от вида технологических обогатительных характеристик отрабатываемых руд способствует реализации во времени посортовой либо смешанной их поставки и переработки на ОФ горно-обогатительного комплекса, увеличению показателей извлечения металлов в концентрат.

Использование данного метода в практике планирования горных работ дает возможность находить такой график добычи и отгрузки руды, реализация которого способствует повышению извлекаемой в концентрат ценности товарных продуктов (или извлекаемой в концентрат массы полезного компонента) на 1-3%.

ӘОЖ 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 тау-кен институты;
Алматы қ., Қазақстан, [3] «ҚРМШКҚӨЖҰО»РМК РК, Алматы қ.)

ТАУ-КЕН ӨНДІРУ ЖӘНЕ ҚАЙТА ӨҢДЕУ КЕШЕНІНІҢ ӨНДІРУ ЖӘНЕ ӨҢДЕУ КӘСІПОРЫНДАРЫНЫҢ ЖҰМЫСТЫ ТИІМДІ ҮЙЛЕСТІРУ

Тау-кен өндіру және қайта өңдеу кешенінің өндіру және өңдеу кәсіпорындарының жұмысты тиімді үйлестіру минералдық шикізатты өндіру және қайта өңдеу басқару кешенді тәсілдемені талап етеді. Бұл мәселені шешу үшін шаралар жинағы бірнеше дәйекті жүзеге асырылып міндеттері қамтиды.

Түінді сөздер: Күнтізбелік жоспар, кен өндіру, байыту фабрикасы, тиімділік.

UDC 622: 658.562; 622.014.2

Summary

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

RATIONAL INTEGRATION OF MINING AND PROCESSING ENTERPRISES OPERATION AT MINING-AND-PROCESSING COMPLEXES

Rational integration of mining and processing enterprises operation at mining-and-processing complexes involves an integrated approach to the management of mineral raw materials mining and processing. The complex of measures on this problem solving involves several consistently implemented tasks.

Keywords: Planned schedule, ore mining, preparation plant, effectiveness.

УДК 38.761.1+267.257.31

Сартбаев М. К., Жалгасулы Н.
(Институт горного дела им. Д.А. Кунаева, г. Алматы)

ИЗВЛЕЧЕНИЕ МЕТАЛЛОВ, ПРОИЗВОДСТВО ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА И ВЯЖУЩЕГО ИЗ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ РУД

Аннотация

В статье показано, что при добавлении в шихту аглопорита хлорида можно переводить в газовую фазу до 63,3 % вольфрама, до 83,4% висмута, а введение до 30% содыNa$_2$C0$_3$в шихту позволяет переводить в газовую фазу только 32% вольфрама. При обработке раствором соляной кислоты (концентрация 40 г/л) отходов обогащения полиметаллической руды Текелийского месторождения (соотношение Т:Ж=4:1) свинец отгоняется на 95%, цинк -на 71% и медь на 25%.

Ключевые слова*:вольфрам, висмут, шихта, свинец, цинк, медь.*
Түйінді сөздер*: вольфрам, висмут, шихта, қорғасын, қалайы, мыс.*
Keywords: *tungsten, bismuth, charge, lead, zinc, copper.*

При агломерации вскрышных вольфрамсодержащих пород (ВВП) с добавками 30% речного песка, несмотря на то, что максимальная температура процесса возрастает в среднем на 100°С, отгонка вольфрама и висмута снизилась соответственно до 25,4 и 75,2%. Это, очевидно, связано с разубоживанием шихты. В случае использования хвостов обогащения полиметаллических руд (ХОПР) Текелийского месторождения при обработке шихты соляной кислотой концентрацией 40 г/л при соотношении Т:Ж =4:1 свинец отгоняется на 95%, цинк - на 71% и медь на - 25%.

Взаимодействие оксида меди с хлористым натрием состоит из ряда реакций:

$$2Cu0=Cu+1/20_2$$
$$2NaCl +1/20 = Na_20+ C1_2(2C1)$$
$$C1_2 (2C1) + CuO = 2CuC1 +1/20_2$$

Скорость диссоциации оксида меди в исследуемом процессе не является самой медленной, так как при 1300°С за 30 мин эта реакция протекает полностью. Максимальная температура в слое составляет 1160°С, что благоприятно действует на отгонку цветных металлов. Как видно из данных таблицы, по сравнению с ВВП месторождения Коктенколь максимальная температура в слое 1320°С достигается для шихты, состоящей из хвостов обогащения редкометальных руд (ХОРР) Кундыбайского месторождения.

Исследована хлоридовозгонка редких и цветных металлов (W, Bi, PЬ, Zn, Cu) с добавками хлористых солей ($CaC1_2$, $NaC1_2$, КС1, $MgC1_2$), соляной кислоты HCl и фтористых солей (CaF_2, NaF, MgF_2) из расчета в количестве 8-12% хлористых и фтористых солей и карбонатной соды (Na_2CO_3) в количестве 28-32% от массы шихты в процессе обжига аглопорита. В качестве хлоринатора использованы водные растворы $CaC1_2$, Na_2C1**и** HCl из расчета в количестве 5- **8%** ионов хлора.

Как видно из данных таблицы, при агломерации с добавкой хлорида кальция удается отогнать вольфрам на 33%, висмут - на 83,4%. Медь как из ВВП Коктенколя, так и из ХОРР месторождения Текели практически не отгоняется. При использовании хлорида аммония результаты по отгонке металлов несколько ниже: вольфрам отгоняется на 29%, висмут - на 65%, медь - на 6% (в этих условиях медь практически не отгоняется).

Как показали исследования хлоридовозгонки цветных и редких металлов, оптимальными режимами обжига шихт, содержащих 90% ВВП, ХОРР и 10% угля при

влажности 21-23%, являются следующие: t_1 в слое - 940-1320°С; *(t_2* отходящих газов - 460-840°С; А*Р* разряжения 300-320 мм вод.ст.

Аглопоритовый щебень, полученный из ВВП и ХОРР 5 месторождений и 6 составов шихт, по величине насыпной плотности удовлетворяет маркам «500», «600», «700», «800» для фракций соответственно 40-20; 20-10; 10-5 мм, обладает низким водопоглощением (11,4-15)% и пористостью (16,5-22)%, выдерживая более 15 циклов попеременного замораживания и оттаивания. Объемная масса составляет 1300-1460 кг/м^3, потери в массе при испытаниях на силикатный распад составляют 1,0-4,65%. Прочность аглопоритового щебня трех фракций, полученных из шихт с использованием ХОРР месторождений Верхняя Кайракты и Джезказган, входит в нормативные пределы для щебня высшей категории качества.

Технологическая схема производства аглопорита из ВВП и ХОРР с попутным извлечением тяжелых цветных и редких металлов показана на рисунке 1.

Проведены экспериментальные исследования с добавкой соды (Na_2C0_3) в шихту с целью обжига и выщелачивания вольфрама натрия из аглопорита без ухудшения и разрушения технологических свойств аглопоритового щебня.

Без добавки ХОРР месторождения Верхняя Кайракты процесс агломерации ухудшается вследствие большого содержания карбонатов кальция, глинистых и пылеватых частиц, которые снижают температуру обжига и ухудшают свойства аглопорита. Дальнейшие исследования проводились с добавками хвостов обогащения руды месторождения Верхняя Кайракты, которыми восполняется нехватка в руде песковой фракции.

Оптимизация процесса спекания проводилась на укрупненной лабораторной агломерационной установке (рисунок 2) с использованием математического планирования, эксперимента по схеме гипер-греко-латинского квадрата и исследования влияния на процессы агломерации четырех факторов: *А* - крупность углерода, мм (на уровнях $a_г$ a_2 a_3); *В* - количество добавки, % (хвосты обогащения руды месторождения Верхняя Кайракты) на уровнях $в_г в_у$ $в_3$\ *С* - величина разряжения, мм вод.ст. (на уровнях $c_,$, $c_?$ c_3); *И* - количество углерода, % (на уровнях $d_1 d_2 d^3$).

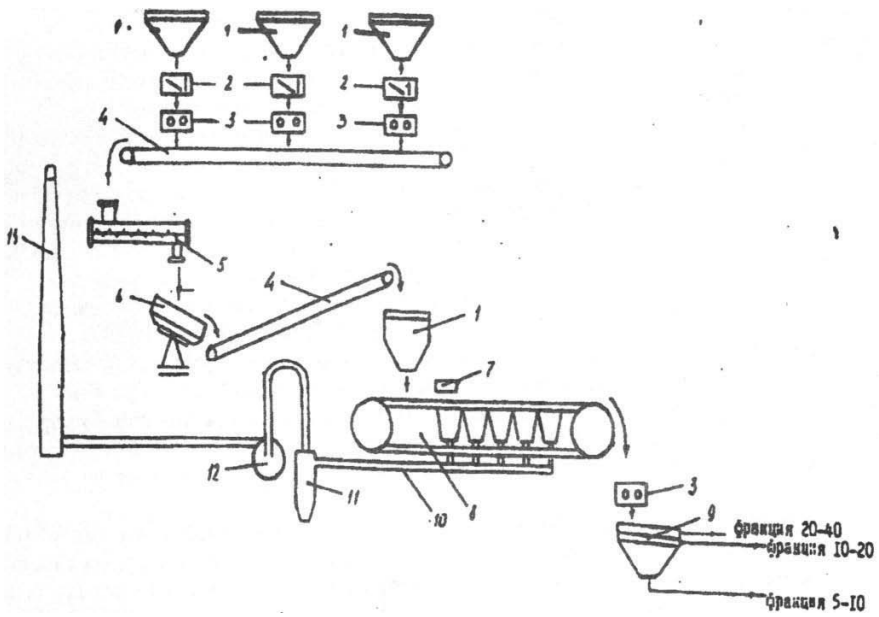


Рисунок 1- Схема цепи аппаратов производства аглопоритового щебня из хвостов горнорудной промышленности: *1* - бункер; *2* - щековая дробилка; *3* - молотковая дробилка; *4* - ленточный транспортер; *5* - смеситель; *6* - тарельчатый гранулятор; 7 - зажигательный горн; *8* - агломерационная машина, *9* - вибрационный грохот; *10* -коллектор; *11* - циклон; *12* -эксгаустер; *13* – дымовая труба

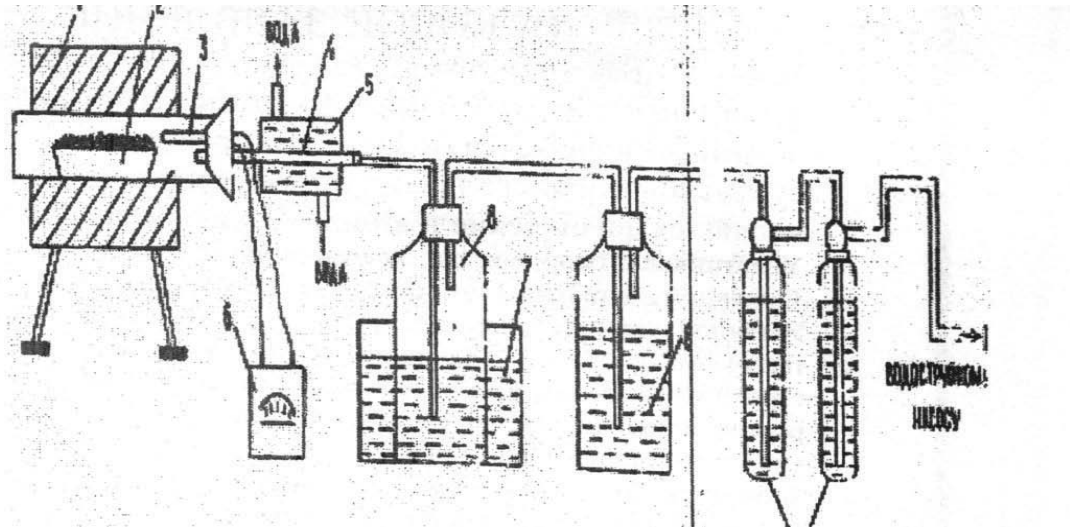


Рисунок 2 - Лабораторная установка для возгонки и улавливания возгонов цветных металлов: *1* - трубчатая электрическая печь; *2* - лодочка; *3* - термопара; *4* - фарфоровая трубка; 5 - холодильник; *6* - гальванометр; 7 - холодильник;*8* - уловительная бутыль; *9* – склянка Дрекселя

Одним из наиболее удачных способов решения задачи оптимизации процессов двумя или более количеством откликов является использование предложенной Каррингтоном в качестве обобщенного критерия оптимизации так называемой функции желательности D. Для построения обобщенной функции желательности *D* предлагается преобразовать измерения откликов в безразмерную шкалу желательности d. Таким образом, частная функция желательности имеет вид:

$d_1 = \exp[-\exp(-4{,}107+0{,}0113y)]$

$d_2 = \exp[-\exp(-2{,}876 + 0{,}159y_2)]$

Обобщенная функция желательности имеет вид:

$D = \exp\{-1/3\,[\exp(4{,}107+0{,}0113y_1) + \exp(-2{,}876+0{,}159y_2)]\}$

Наибольшее значение обобщенной функции желательности получено в седьмом опыте, при использовании шихты следующего состава: ВВП Коктенколя - 70%, ХОРР месторождения Верхняя Кайракты - 30%, уголь -10% (сверх 100%); соли NaC1+KC1 - 18%. Извлечение трехокиси вольфрама в возгонке составляет 63,3%. Прочность аглопорита на сжатие составляет по фракциям: 10-20 мм - 1,45 МПа и 5 - 10 мм - 2,33 МПа.

Рассматривалось влияние на выход вольфрама в газовую фазу *(y)* восьми факторов, из которых два количественных - хлористые и фтористые соли на четырех уровнях, а один - качественный - соляная кислота на двух уровнях. Значимость этих факторов проверялась по критерию Стьюдента. Факторы x_2 (количество углерода), x_3 (разряжение), x_4 (крупность гранулы), x_5 (%, содержание руды в шихте) не влияют на выход вольфрама в газовую фазу.

При агломерации ВВП Коктенкольского месторождения и ХОРР Верхне-Кайрактинского месторождения с добавками различных хлористых и фтористых солей и выщелачиванием аглопорита содой (Na_2CO_3) извлечение трехокиси вольфрама в процессе отгонки и выщелачивания составляет: при добавке хлористых отходов Усть-Каменогорскоготитано-магниевого комбината - 33%; при добавке смесей солей хлористого калия и фтористого калия - 51,8%, при выщелачивании аглопорита с содой (Na_2CO_3)- 32%.

Аглопоритовый щебень по насыпной плотности соответствует маркам «700» и «800» для фракций: 20-10 мм и 10-5 мм. Аглопоритовый щебень имеет низкое водопоглощение - 12,5% и пористость - 20,7%, выдерживает более 15 циклов по проверке морозостойкости. Объемная масса аглопорита составляет 1460 кг/м^3, потери в массе на силикатный распад - 0,2%.

Высокие физико-механические свойства полученного аглопорита определяются значительной степенью муллитизации стеклофазы, что подтверждается электронно-микроскопическими снимками участков, состоящих в основном из муллитизированнойстеклофазы в аглопорите. Исследованный участок состоит в основном из муллитизированного стекла, в котором игловидные кристаллы муллита пронизывают стеклофазу и образования кольцевой формы.

При температуре 1200°С интенсивное выгорание углерода благоприятствует восстановлению Pe^{3+} в Pe^{2+}, изоморфно замещающему $A1^{3+}$ в решетке каолинита, и раннему возникновению жидкой фазы, способствующей протеканию реакций образования (герцинита) муллита. С увеличением содержания стеклофазы и интенсификацией процесса муллитообразования, а также с вхождением ионов железа в структуру муллита укрепляется его кристаллическая решетка и повышаются эксплуатационные свойства аглопорита. Попутно происходит извлечение трехокиси вольфрама в газовую фазу, которое составляет при добавке смесей солей хлористого натрия и хлористого калия 63,3% и привыщелачивании аглопорита содой (Na_2CO_3) - 32%. Последний пригоден для изготовления теплоизоляционных и легких бетонов.

Исследовалась также хлоридовозгонка цветных металлов свинца и цинка.

Проведенными экспериментами доказано что продолжительность обжига и количество вводимых в шихту хлористых солей оказывают воздействие на возгонку как свинца, так и цинка. В то же время зерновой состав шихты и температура обжига значительно влияют на возгонку свинца, а количество угля — на степень возгонки цинка.

Анализ воздействия приведенных факторов свидетельствует, что выбранные факторы влияют на параметры оптимизации неравнозначно.

Повышение количества угля ($x_,$) снижает степень возгонки цинка и не влияет на степень возгонки свинца. Причиной снижения степени возгонки цинка, очевидно, является возрастание вероятности образования трудно хлорируемого феррита цинка. При большем расходе хлористых солей (x_6) они, быстро гидратируясь в процессе обжига, увеличивают влажность газов, которая, в свою очередь, приводит к гидролизу части образовавшихся хлоридов по реакции:

$$РЬ^{2+}+2С1' \rightarrow РЬС1_2$$
$$MeC1_2 + H_20 = MeO + 2HC1$$

Повышение температуры предварительной термообработки шихты перед обжигом (x_2) до 500°С исключает гидратацию образовавшихся хлоридов металлов и поэтому возрастает степень возгонки свинца и, особенно, цинка. Повышение степени возгонки свинца с уменьшением крупности зерен шихты ($x_з$) объясняется снижением диффузионного сопротивления фильтрации образовавшихся внутри зерен шихты хлоридов свинца на поверхности шихты с дальнейшей его возгонкой.

Адсорбция хлора на поверхности шихты, образование хлоридов металлов и его десорбция через толщу шихты выражаются зависимостью

$\theta = mr^2RT/6D(P\text{-}P_1)$,

где m - время возгонки хлоридов металлов; r - радиус зерен шихты; R - газовая постоянная; T - температура процесса; D - коэффициент диффузии; P–P_1 - равновесные давления газов.

Согласно этому уравнению, возгонка хлоридов металлов по времени определяется размерами зерен образца и фактическим давлением газообразного хлора в газовой фазе. Следовательно, для быстрого

Оптимальными условиями процесса возгонки свинца и цинка являются следующие параметры: количество угля 5% от массы шихты, предварительная термообработка 10 мин при 500°С, зерновой состав шихты 2-5 мм, хлоринатор - смесь хлоридов кальция и натрия. Степень возгонки цветных металлов в процессе спекания составляла для свинца - 5,6%, цинка - 57,1 %. Возгоны характеризуются высоким содержанием свинца и цинка, что

позволяет считать их концентратом цветных металлов (Рисунок 2). Из хвостов обогащения полиметаллических руд Текелийской обогатительной фабрики получен аглопоритовый щебень с насыпной плотностью марки «700» и прочностью фракций: 10-20 мм - 2,54 МПа и 5-10 мм - 2,69 МПа. Свинец, содержащийся в виде хлорида и сульфата, может перерабатываться восстановительной плавкой оксихлорида свинца.

Из уравнения также видно, что при постоянном давлении хлора в газовой фазе значимость измельчения зерен шихты резко уменьшается с повышением температуры вследствие увеличения коэффициента диффузии и давления пара хлоридов металлов.

Анализ результатов факторного эксперимента свидетельствует о том, что лучшим хлоринатором для возгонки свинца является хлорид кальция, для цинка –смесь хлоридов кальция и натрия.

Оптимальными условиями процесса возгонки свинца и цинка являются следующие параметры: количество угля 5% от массы шихты, предварительная термообработка 10 мин при 500°С, зерновой состав шихты 2-5 мм, хлоринатор - смесь хлоридов кальция и натрия. Степень возгонки цветных металлов в процессе спекания составляла для свинца - 5,6%, цинка - 57,1 %. Возгоны характеризуются высоким содержанием свинца и цинка, что позволяет считать их концентратом цветных металлов (Рисунок 2). Из хвостов обогащения полиметаллических руд Теке-лийской обогатительной фабрики получен аглопоритовый щебень с насыпной плотностью марки «700» и прочностью фракций: 10-20 мм - 2,54 МПа и 5-10 мм - 2,69 МПа. Свинец, содержащийся в виде хлорида и сульфата, может перерабатываться восстановительной плавкой оксихлорида свинца.

Из раствора предварительно извлекаются редкие металлы цементацией свинцом, а затем путем введения извести осаждается оксихлорид свинца состава PbClOH. Осадок оксихлорида подвергается восстановительной плавке с гелем и известью при 840-870°С, которая основывается на следующих реакциях:

$$2РЬClH+CaO \rightarrow 2РЬ0+CaC1_2+H_20$$
$$2РЬ+C\ 2РЬ+C0_3$$
$$\text{или } 2PbClOH+CaO+C \rightarrow 2РЬ+CaC1_2+H_20+C0_2$$

Извлечение свинца в черновой металл составляет 92-97%. При производстве аглопорита из ХОПР Текелийской обогатительной фабрики с добавками смесей солей хлоридов кальция и натрия в соотношении 1:1 можно осуществить попутное извлечение хлоридов цветных металлов - свинца и цинка - в концентрат.

Максимальная высота гранул на паллете агломашины составляла 250 мм. В зоне зажигания максимальная температура была равна 1100°С, что благоприятно воздействовало на спекание аглопорита и возгонку хлоридов цветных и редких металлов в процессе обжига (трехокиси вольфрама на 34,8%, висмута на 71,4%, меди на 45,4%) и на охлаждение спекшегося продукта. В готовом аглопорите наблюдается образование стеклофазы и кристаллических образований аморфизованного глинистого вещества, кварца и кристаллических новообразований со множеством открытых пор, что способствует прочному сцеплению цементного камня с заполнителем

Аглопоритовый щебень, полученный в промышленных условиях по ГОСТу 11991-76, по насыпной плотности соответствует маркам фракций: 40-20 мм «500»; 20-10 мм «500» и 10-5 мм «600» и обладает прочностью при сжатии фракций: 40-20 мм 0,51-0,54 МПа; 20-10 мм 0,70— 0,74 МПа; 10-5 мм 1,2-1,4 МПа. Он соответствует также нормативным пределам высшей категории качества и представляет практический интерес для предприятий стройиндустрии.

Возможности изменения химии поверхности твердых тел в процессах механохимической активации в достаточно широких пределах проявляются в хвостах обогащения полиметаллических и редкометальных руд (ХОПРР) и отходах промышленности

(ОП) [1]. Одним из результатов механохимических воздействий является возможность внедрения находящихся на поверхности катионов в структуру кристаллов исходного сырья.

Для получения порошков с активными свойствами из ХОПРР необходимо добиваться чистоты поверхности частиц порошка, а также уменьшить шероховатость. Это достигается, если внешние касательные напряжения S_r окажутся больше внутримолекулярных касательных напряжений $S_в$ для поверхности натяжения пленки.

Установлено, что для слоистых силикатов ХОПРР, обладающих значительной емкостью обмена, диспергирование может привести к практически полной потере поверхностными катионами ионообменной способности вследствие их углубления в алюмосиликагную матрицу решетки. Наряду с обменными катионами, важнейшими обменными центрами на поверхности силикатов являются гидроксильные группы кислотного(=5i-OH) и основного (=A1-OH) характера.

При механохимической активации на дезинтеграторной установке ДУ-92 происходит значительное увеличение количества активных центров этого типа (до 2000мкмоль/г для монтморрилонита и 1300 мкмоль/г для каолинита), возникающих в результате разрыва химических связей за счет образования новой поверхности, а также при дефектообразовании на базальных плоскостях частиц минералов, в местах возникновения трещин, дислокации.

Для успешной активации измельчительный агрегат должен воздействовать на частицы, прежде всего, истиранием, а уж затем раздавливанием (ударом); обеспечивать максимальное число контактов агрегат; с частицами и наведение в них микродефектов. Это позволяет утверждать о преимуществе дезинтеграторной установки ДУ-92 и способа активации перед другими измельчающими устройствами.

Впервые разработана малоотходная технология производство прогрессивного строительного материала - ячеистого газобетона из [2] ХОПР с использованием механохимической активации, защищенная авторским свидетельством на изобретение (рисунок 3).

При применении дезинтеграторной технологии для пригототовленного ячеистого газобетона достигается тонкое измельчение всех компонентов смеси, резко повышается гидравлическая активность материалами с минеральными добавками, при этом достигается высокая сгомогенизации исходной шихты.

Исследования показывают, что гидратационная активность полученного из опытной смеси цементного камня из ХОПРР и ОП дезинтеграторной обработки значительно увеличивается. При этом ускоряется образование и последующее разложение метастабильных гидратных соединений и их переход в термодинамически устойчивые в данных условиях фазы. Образцы отличаются повышенными физико- механическими свойствами: пределом прочности при сжатии в состоянии 14,8-15,6 МПа и объемной массой 940-970 кг/м^3.Минералогический анализ показал, что при механохимической активации образуется: силикатов кальция - 84%; стекла с показ; преломления N = 1,608-16%. Впервые разработано технологическое производство вяжущего, защищенное авторским свидетельством на изобретения [3].

Представляет интерес также разработанное малоотходное техническое производство вяжущего плотного бетона из ХОПРР и ОП с использованием механохимической активации, защищенное авторским свидетельством на изобретение (рисунок 4).

Целью разработанной технологии является повышение прочности вяжущего. Используют известь активностью 74%, хвосты обогащения, отходы промышленного производства, ХОПРР - порошкообразный материал с дисперсностью, соответствующей 10% остатку на сите 4900%/см^2, и электротермофосфорного производства.

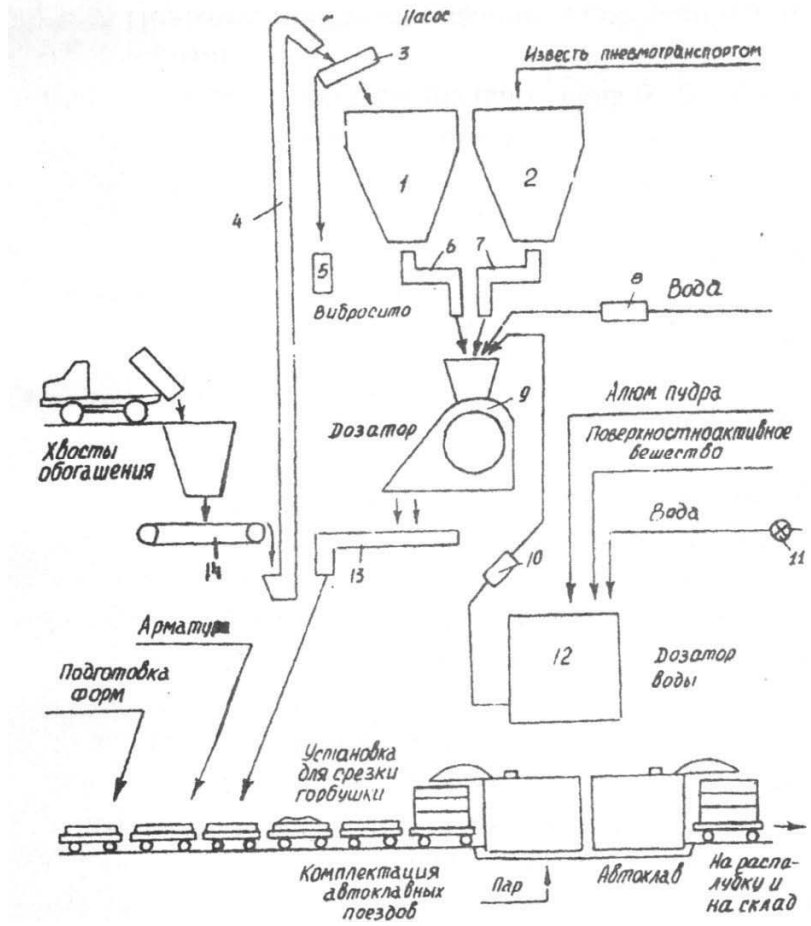


Рисунок 3 - Технологическая схема производства ячеистого газобетона из отходов обогащения руд: *1* ~ бункер для хвостов обогащения; *2* - бункер для извести; *3* - вибросито; *4* - элеватор; *5* - отходы; *6* - дозатор хвостов обогащения; 7- дозатор извести; *8* - дозатор воды; *9* - дезинтегратор; *10*- дозатор алюминиевой суспензии; 11 - водомер; *12* - смеситель; *13* - разливочное устройство; *14* — питатель

После окончания механохимического перемешивания вяжущую смесь выгружают из дезинтегратора в формы и уплотняют на вибростоле. Сформованные и отпрессованные образцы изделий с полученным вяжущим подвергают гидротермальной обработке в автоклаве при избыточном давлении 10 кгс/см по режиму 2+10+3 ч. Полученные образцы имеют следующие характеристики; предел прочности при виброуплотнении 70,0-72,0 МПфа, при прессовании 124,0-131,0 МПа, объемная масса 1690-1900 кг/м^3. Хвосты обогащения оказывают существенное катализирующее воздействие на гидротермальное твердение гидросиликатов кальция из-за наличия в них остаточных химических реагентов (активированное жидкое стекло и жирнокислотные собиратели) и дают резкое повышение прочности рекомендуемого вяжущего.

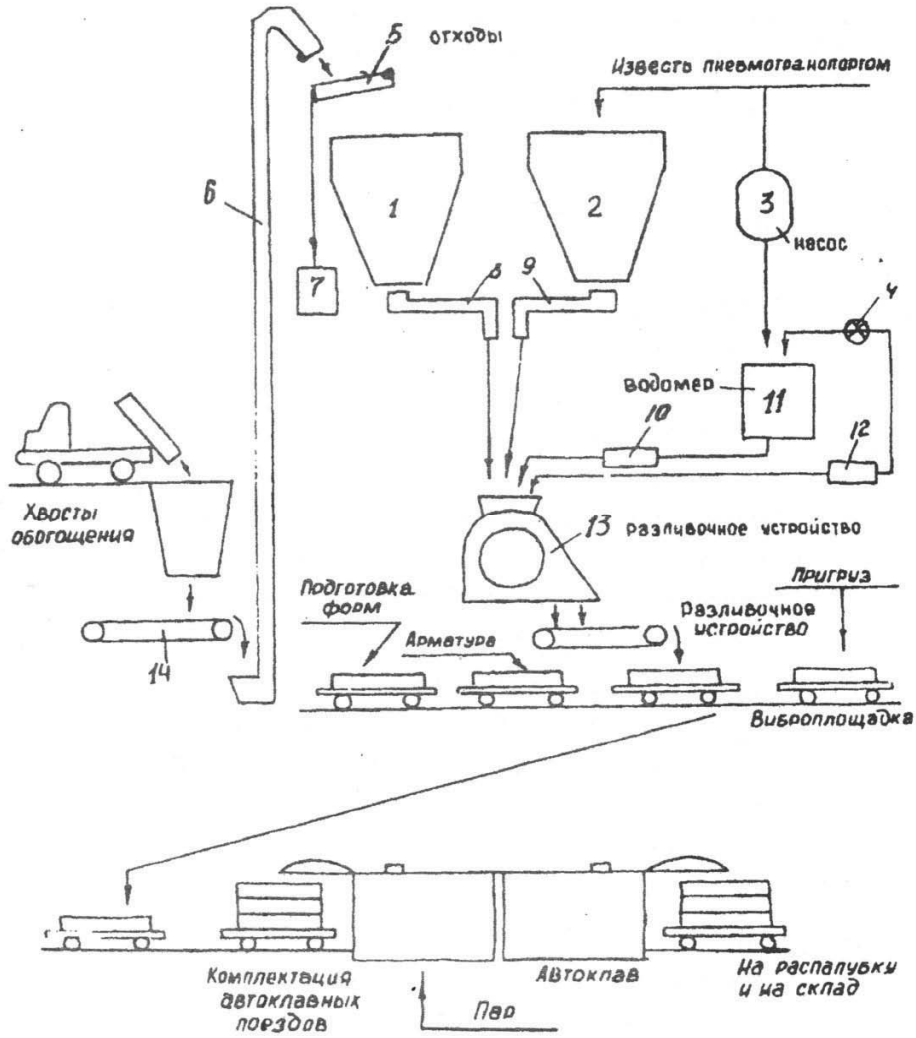


Рисунок 4 - Технологическая схема производства плотных изделий автоклавного твердения из отходов обогащения руд: *1* - бункер для песка; 2 - бункер для извести; *3* ~ камерный насос; *4* - водомер; 5 - вибросито; *6* - элеватор; 7 - отходы; *8,9* - дозаторы; *10* - дозатор суспензии; *11* - суспензатор; *12* - дозатор воды*13* - дезинтегратор; *14* - питатель

Как показали рентгеноструктурные исследования, основным минералом вяжущего материала является аллит. Образование этого минерала ускоряет процессы гидратации и взаимодействия аморфного кремнезема с гидролизным оксидом кальция. Изучением молекулярного строения гидросиликатов, образовавшихся при совместной гидратации вяжущего на основе ХОПРР и шлаков электротермофосфорного производства, установлено, что они имеют повышенную степень полимеризации. Это приводит к резкому возрастанию прочности вяжущего материала и, естественно, самого бетона. На основе предлагаемого вяжущего плотного бетона можно изготавливать различные строительные детали: сборные детали для силосов, кормушки, опорные столбы, плиты для дорог, плиты для укрепления откосов каналов и водоемов, оградительные столбы, пустотелые панели перекрытия, плиты для покрытия домов и панели для неотапливаемых зданий.

Литература

1 Сартбаев М.К., Джусипбеков У.Ж. Разработка технологии получения ячеистого бетона и вяжущего из хвостов обогащения полиметалических руд и отходов промышленности Казахстана// Химический журнал Казахстана.- Алматы, 2004, №1 (2).- С. 139-143.

2 Сартбаев М.К., Загайнов В.Г. А.С. W^0 1571038 SV. Сырьевая смесь для изготовления ячеистого бетона. Опубл.15.06.90.

3 Сартбаев М.К. А.С. № 1715743 SV. Вяжущее. Опубл. № 30.12.92.

Regerences

1 Sartbaev M.K., Dzhusipbekov U.Zh. Razrabotka tehnologii poluchenija jacheistogo betona i vjazhushhego iz hvostov obogashhenija polimetalicheskih rud i othodov promyshlennosti Kazahstana// Himicheskij zhurnal Kazahstana.- Almaty, 2004, №1 (2).- S. 139-143.

2 Sartbaev M.K., Zagajnov V.G. A.S. W0 1571038 SV. Syr'evaja smes' dlja izgotovlenija jacheistogo betona. Opubl.15.06.90.

3 Sartbaev M.K. A.S. № 1715743 SV. Vjazhushhee. Opubl. № 30.12.92.

ӘОЖ 38.761.1+267.257.31

Резюме

М.К. Сартбаев, Н. Жалғасұлы
(Д.А. Қонаев атындағы кен істері институты, Алматы қ.)

БАЙЫТУДАН ҚАЛҒАН КЕН ҚАЛДЫҚТАРЫНАН МЕТАЛДАР ЖӘНЕ ҰЯЛЫ БЕТОН МЕН БАЙЛАНЫСТЫРҒЫШ АЛУ

Мақалада кеуек бетон және тұтқырлықты заттарды полиметалл рудаларын байыту үйінділерін және басқа өндіріс қалдықтарынан алу технологиясының физико-химиялық негіздері қарастырылған. Ұсынылған технологияда байыту үйінділерін механохимиялық активтендіру және шикі заттардың гомогендеу дәрежесін арттырады. Ұялы және тұтқырлы заттарды гидротермиялық әдістермен алудың тиімді жағдайы табылады.

Түйінді сөздер: вольфрам, висмут, шихта, қорғасын, қалайы, мыс

UDC 38.761.1+267.257.31

Summary

Sartbayev M.K., Zhalgasuly N.
(Mining Institute after D.A. Kunayev, Almaty)

EXTRACTION OF METALS, PRODUCTION OF CELLULAR CONCRETE AND THE ENRICHMENT OF ORES KNITTING FROM TAILS

In the given paper there have been described physical-chemical bases of the technology of obtaining of cellular concrete and a binder from the wastes of non-ferrous metallurgy. In the technology there has been used mechanic-technical activation of the enrichment tails, which makes it possible to increase a homogenization degree of initial sludge.

Optimal conditions of a hydrothermal method of obtaining of a binder and cellular concrete have been found.

Keywords: tungsten, bismuth, charge, lead, zinc, copper

УДК 669.053.2.001

Шаяхметова Р.А. [1], Нурхожаев Е.С. [2], Степаненко А.С. [1],
Байгенженов О. С. [1], Осипов П.А. [1], Жуматаев Б.А. [3]
([1] РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья»,
г. Алматы; [2] АО «Костанайские минералы», г. Житикара;
[3] ТОО «Горные технологии», г. Житикара, Казахстан)

ПОЛУЧЕНИЕ ХЛОРИДА МАГНИЯ И КАРНАЛЛИТА ИЗ ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТОВЫХ ОТХОДОВ

Аннотация

В статье изложены результаты исследований технологии получения хлорида магния и карналлита в укрупненном масштабе в условиях АО «Костанайские минералы». Результаты рекомендуются для организации опытного производства.

Ключевые слова: *Хлорид магния, карналлит, хризотил-асбестовые отходы, выщелачивание, синтез, кристаллизация.*

Түйінді сөздер*: Магний хлориді, карналлит, хризотил-асбест қалдықтары, шаймалау, синтез, кристаллдандыру.*

Keywords*: Magnesium chloride, carnallite, chrysotile asbestos waste, leaching, synthesis, crystallization*

Производство асбестового волокна из хризотиласбестовых руд приводит к образованию значительного количества отходов. При обогащении руды образуется более 90 % хвостов, которые направляются в отвал. Это снижает эффективность использования сырья, так как при этом магний и другие ценные компоненты безвозвратно теряются.

Проблема комплексного использования хризотил-асбестовых руд назрела давно, постоянно обостряется, использование отходов, содержащих до 42,2 % MgO и около 40 % SiO_2 представляет большой интерес как один из источников сырья для получения хлористого магния и карналлита - $KCl•MgCl_2•2H_2O$.

Хлористый магний ($MgCl_2*6H_2O$) - бишофит, уникальный продукт, так как сфера применения его настолько разнообразна и многогранна, что в наше время делает этот продукт достаточно популярным. Прямыми потребителями его могут стать производители стройматериалов, нефтегазодобывающие предприятия. Бишофит является наилучшим сырьем для получения таких важнейших продуктов для промышленности как карналлит, оксид магния и металлический магний. Рынок для этих продуктов огромен и чем больше их будет производиться, тем больше будет возникать потребностей, а предел насыщения пока еще трудно предсказать.

Казахстан входит в число стран, производящих титан магнийтермическим способом, испытывает острый дефицит в карналлите и вынужден использовать импортные поставки карналлита ввиду отсутствия собственного производства. При производстве металлического магния «УК ТМК» используют карналлит российского, израильского и китайского производств. Природный карналлит в Казахстане встречается только в виде отдельных линз на месторождении Сатымола, которое не освоено и не представляет промышленного интереса, и поэтому единственный путь получения карналлита в Казахстане – его синтез. Обеспечение промышленности Казахстана магнием может быть решено при использовании отходов асбестового производства в качестве исходного сырья.

Сокращение рынков сбыта для асбеста приводит к уменьшению объёмов производства и снижению рентабельности асбестовых предприятии. Следовательно, создание производства из отходов асбестового производства дополнительной

магнийсодержащей продукции позволит диверсифицировать продукционный ряд предприятия, увеличить объём производства и его экспортные возможности.

Методика проведения экспериментов

Солянокислотное выщелачивание проводили в условиях АО «Костанайские минералы» на установках, моделирующих промышленные агрегаты. В качестве реактора использовали пропиленовую 50 литровую емкость, которую помещали в металлическую, а пространство между стенок заполняли водой для создания условий нагрева. Снизу металлическую емкость нагревали газом для достижения температуры пульпы 80-85 0С, перемешивание пульпы осуществляли мешалкой. Крышка реактора была снабжена обратным холодильником, что позволяло исключить выделение паров. Для выщелачивания использовали соляную кислоту марки х.ч.

Фильтрацию пульп проводили на фарфоровом нутчфильтре через лавсановую фильтроткань. Разряжение в системе – 1,0 кг/см^2 создавали вакуумным водокольцевым насосом ВВН1-0,75. Фильтрация пульпы происходила одновременно с подачей пульпы на фильтровальную поверхность. Продуктивный раствор направляли на гидролитическую очистку. Гидролитическую очистку продуктивных растворов от примесей железа, никеля и хрома проводили при pH 7,5-8,5, температуре процесса 65-70^{0}С. Кек после промывки с остаточным содержанием HCl менее 0,1%, содержащий в основном аморфный кремнезем, отправляется на дальнейшую переработку или захоронение. Промывные воды, начиная со второй серии опытов, использовали на переделе выщелачивания для приготовления раствора соляной кислоты. Очищенный, бесцветный продуктивный раствор использовался для кристаллизации чистого хлорида магния и получения карналлита с применением хлорида калия.

Для получения карналлита $KCl{\cdot}MgCl_2{\cdot}2H_2O$ с требуемым соотношением ($KCl/MgCl_2$ = 0,78) в очищенный раствор хлористого магния водили раствор хлористого калия. Синтез карналлита проводили в эмалированном реакторе при температуре кипения растворов - 105-115оС с последующей кристаллизацией синтезированного карналлита охлаждением растворов до комнатной температуры. Упаривание проводили в эмалированной емкости при постоянном перемешивании. Кристаллы карналлита отделяли, сушили при 105 и обезвоживали при 160 в течение 1 часа. Маточники после корректировки по составу направлялись на синтез карналлита.

Результаты проведенных исследований

При обогащении хризотил - асбестовых руд получается три продукта:

- целевой продукт - асбестовое волокно (рисунок 1);

-недробленая часть – щебень, который используется в качестве строительного материала;

-асбестовые отходы - мелкие частицы, крупность которых составляет менее ≈ 2 мм, (рисунок 2).

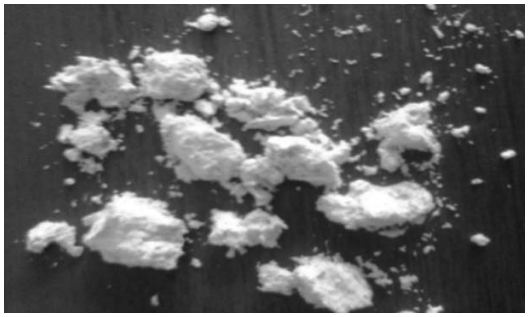


Рисунок 1 - Целевой продукт асбестовое волокно

Рисунок 2 - Асбестовые отходы (крупность частиц - менее 2 мм)

В качестве исходного сырья взяты отходы хризотил-асбестового производства АО «Кустанайские минералы» - хвосты обогащения Житикаринского асбестового комбината фракции -0,25 мм, поскольку сырье в большей степени раскрыто для извлечения магния.

По результатам предварительных лабораторных исследований установлено, что по содержанию магния различные фракции практически не отличаются друг от друга и для последующей переработки пригодны материалы любой крупности (таблица 1).

Таблица 1 - Химический состав продукта по фракциям

Размер фракции, мм	MgO	SiO_2	Al_2O_3	CaO	Fe_3O_4	NiO
-1+0,5	39,0	36,39	0,79	0,46	3,39	0,22
-0,5+0,25	39,95	36,64	0,72	0,49	4,87	0,25
-0,25	39,1	36,1	0,75	0,44	5,7	0,25

По данным рентгенофазового анализа минеральную основу отходов составляет серпентин – $3MgO{\cdot}2SiO_2{\cdot}2H_2O$. Из прочих компонентов, присутствующих в исходных пробах до 6% брусит - $Mg(OH)_2$, 5% форстерит Mg_2SiO_4, до 5-6 % оксиды железа в форме гематита и магнетита. Кремнезем находится в кристаллическом и аморфном состоянии.

Выщелачивание проводили при оптимальных условиях, подобранных по результатам предварительных лабораторных исследований: расход соляной кислоты в количестве 85 % по стехиометрии из расчета на все примеси; температура 80-85 ^oC; отношение Т:Ж при выщелачивании 1:3; продолжительность – 180 мин.

После выщелачивания, отстаивания пульпы и декантации осветленного раствора скорость фильтрации пульпы была удовлетворительная 1-1,5 $м^3/м^2ч$. Состав полученного продуктивного раствора приведен в таблице 2.

Таблица 2 - Химический состав продуктивного раствора

Серия опыта	Содержание в продуктивном растворе, г/л			Извлечение магния в раствор, %
	Mg	$HCl_{ост}$	$Fe_{общ}$	
1	288,8	30,7	10,4	91
2	296,0	28,5	10,9	93
3	292,8	30,8	9,8	92
4	293,6	32,0	10,1	92

Использование промывных растворов увеличивает концентрацию хлорида магния в продуктивных растворах (2-4 серии опытов) и извлечение магния на1-2%. Кек полученный после фильтрации и промывки имел усредненный состав, масс.%: 77,5 SiO_2, 4,1 MgO, сумма оксидов железа, хрома, марганца менее 1, 0,1 $HCl_{ост}$, остальное влага. Основные возможные области применения кремнийсодержащего кека: сорбент для удаления нефтепродуктов с поверхности водоёмов; производство строительных материалов, жидкого стекла, в производство резины, лаков и пластмасс.

В продуктивных растворах, полученных в процессе выщелачивания хризотил-асбестовых отходов, содержится до 11 г/л $Fe_{общ}$, в том числе до 8 г/л Fe^{2+}. Растворы, направляемые на получение карналлита должны содержать железа не более 0,05 г/л. В связи с этим, технологическая схема получения карналлита предусматривает очистку растворов от железа до требуемых содержаний.

Для достижения глубокой степени очистки от железа в продуктивных растворах проводили окисление Fe^{2+} до Fe^{3+}. В качестве окислителя использовали перекись водорода. В

промышленности окисление Fe^{2+} до Fe^{3+} можно проводить анодным хлоргазом или перхлоратами кальция или натрия.

Процесс окисления двухвалентного железа перекисью водорода описывается реакцией:

$$FeCl_2 + 2\ HCl + H_2O_2 = 2\ FeCl_3 + 2\ H_2O$$

Температура процесса не оказывает практического влияния на глубину окисления железа.

Создание необходимого pH для гидролитического осаждения железа и примесей возможно различными реагентами. Чтобы не вводить в раствор посторонних примесей принято для понижения кислотности раствора использовать оксид магния (MgO). Для полного удаления примесей раствор нужно нейтрализовать до pH 7,5-8,5 при температуре 65-70^{0}C. Расход MgO составил 7% от исходной руды. Для увеличения скорости фильтрации в пульпу гидролитической очистки вводили 0,1% раствор ПАВ из расчета 50 г/т.

Визуально раствор становился бесцветным с коричнево-бурым осадком гидроксидов железа. Реакция полного удаления примесей заканчивается в интервале pH 8,5, в пульпу вводили ПАВ, выстаивали 8-10 часов для образования осадка, раствор декантировали, пульпу фильтровали.

После нейтрализации раствора и отстаивания 10-12 час скорость фильтрации пульпы была удовлетворительная 1-1,5 м^3/ м^{2}ч.

Гидратный кек после промывки и сушки имел усредненный состав, масс.%: 18,54 Fe, 0,62 Ni, 0,39 Cr, 4,7 SiO_2, 1,2 Al_2O_3, остальное влага, его можно рассматривать как железоникельсодержащий продукт для металлургической промышленности.

Очищенный от примесей продуктивный раствор с содержанием хлорида магния 300-310 г/л, 0,02 -0,05 $Fe_{об}$ использовался для кристаллизации чистого хлорида магния и получения карналлита.

Полученный хлорид магния содержал 97% $MgCl_2\ 6H_2O$, нерастворимого остатка 0,2%, хлористого кальция 0,5%.

Синтез карналлита $KCl{\cdot}MgCl_2{\cdot}6H_2O$ проводили смешением очищенных растворов хлористого магния и хлористого калия при соотношении $KCl/MgCl_2$ = 0,5 и температуре - 105-115°C с последующим охлаждением растворов до комнатной температуры и выделением кристаллов синтезированного карналлита. Кристаллы карналлита сушили при 105 ^{o}C и обезвоживали при 160 ^{o}C в течение 1 часа.

Химический и фазовый состав полученного карналлита приведен соответственно в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Химический состав карналлита

Наименование показателей	Показатели
Внешний вид	Кристаллический продукт, белый с сероватым оттенком
Массовая доля хлористого магния, %	37%
Массовая доля ионов SO_4^{2-} ,% менее	0,05
Массовая доля Fe,%	0,024
Массовая доля MgO,%	2,87

Таблица 4 - Результаты полуколичественного рентгенофазового анализа

Образец карналлита	Название фазы	Формула	Концентрация, %
Заводской	Carnallite Potassium Chloride	$KMgCl_3(H2O)_6$ KCl	92,6 7,4
Лабораторный	Carnallite	$KMgCl_3(H2O)_6$	100

Из представленных данных видно, что в заводских условиях в синтезированном карналлите присутствует до 7,4 фазы KCl, что свидетельствует о необходимости соблюдения более точных условий синтеза, карналлит синтезированный в лабораторных условиях имеет в своем составе 100% фазы $KMgCl_3(H_2O)_6$. По составу полученный карналлит соответствует требованиям ГОСТ 16109-70.

Выводы

Показана возможность переработки в заводских условиях хризотил-асбестовых отходов по солянокислотной технологии с получением хлорида магния и карналлита. Результаты рекомендуются для организации опытного производства.

ӘОЖ 669.053.2.001

Резюме

Шаяхметова Р.А. [1], Нурхожаев Е.С. [2], Степаненко А.С. [1],
Байгенженов О. С. [1], Осипов П.А. [1], Жуматаев Б.А. [3]

([1] «Қазақстан Республикасының минералдық шикізатты кешенді қайта өңдеу жөніндегі ұлттық орталығы» РМК, Алматы қаласы; [2] «Қостанай минералдары», Жітіқара қаласы; [3] ЖШС «Тау-кен технологиялары», Жітіқара қаласы, Қазақстан)

ХРИЗОТИЛ АСБЕСТ ӨНДІРІСІНІҢ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН МАГНИЙ ХЛОРИДІН ЖӘНЕ КАРНАЛЛИТ АЛУ

Мақалада «Қостанай минералдары» АҚ іріленген масштабында жүргізілген магний хлориді мен карналлит алу технологиясын зерттеу жұмысының нәтижелері баяндалған. Алынған нәтижелер бойынша технология өндіріс ұйымдастыруға ұсынылады.

Түйінді сөздер: Магний хлориді, карналлит, хризотил-асбест қалдықтары, шаймалау, синтез, кристаллдандыру.

UDC 669.053.2.001

Summary

Shayakhmetova R.A. [1], Nurhozhaev E.S. [2], Stepanenko A.S. [1],
Baigenzhenov O.S.[1], Osipov P. A., Zhumataev B.A. [3]

([1] RSE «National Center on complex processing of mineral raw materials of the Republic of Kazakhstan», Almaty; [2] JSC «Kostanai Minerals», Zhitikara;
[3] LLP «Mining Technologies», Zhitikara, Kazakhstan)

OBTAINING OF MAGNESIUM CHLORIDE AND CARNALLITE FROM CHRYSOTILE ASBESTOS WASTES

The article presents the results of research technology of magnesium chloride and carnallite in an enlarged scale in terms of "Kostanay minerals". Results are recommended for the organization of pilot production.

Keywords: Magnesium chloride, carnallite, chrysotile asbestos waste, leaching, synthesis, crystallization

УДК669.053.2.001

Хомяков А. П., Табылганова А. Н., Нурхожаев Е. С.,
Беделова Ж. Д., Дагубаева А. Т.
([1] РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья»,
г. Алматы; [2] АО «Костанайские минералы», г. Житикара, Казахстан)

ПОЛУЧЕНИЕ СУЛЬФАТА МАГНИЯ ИЗ ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТОВЫХ ОТХОДОВ

Аннотация

В статье изложены результаты исследований закономерности процесса выщелачивания сульфата магния изтонкодисперсных отходов хризотил-асбестового производства. Установлены условия выщелачивания исходных продуктов, очистки растворов и кристаллизации сульфата магния. Технология проверена в укрупненном масштабе и рекомендуется к внедрению.

Ключевые слова: *выщелачивание, серная кислота, хризотил-асбестовые отходы, фильтрация, кек.*

Түйінді сөздер: *шаймалау, күкірт қышқылы, хризотил-асбест қалдықтары, сүзу, кек.*

Keywords*: leaching, sulfuric acid, chrysotile asbestos waste, filtration, cake*

В СССР и мировой практике основное количество магния получали электролизом из хлоридного расплава $MgCl_2 \cdot KCl$. Проектом переработки хризотил-асбестовых отходов на российских предприятиях предполагалось солянокислотное выщелачивание[1].

По этой технологии получают карналлит ($MgCl_2 \bullet KCl \bullet 6H_2O$), затем после его переработки переводят в бишофит($MgCl_2 \bullet 6H_2O$) и после его обезвоживания электролизом расплава хлорида магния получают металлический магний.

Солянокислотный способ вскрытия магнийсодержащего сырья требует дорогостоящего кислотозащитного оборудования, проведения ряда дополнительных операций по улавливанию образующегося на стадии термического разложения хлористого водорода для предотвращения загрязнения окружающей среды, не решены вопросы с фильтрацией пульп выщелачивания. Все эти недостатки снижают значимость и эффективность технологии переработки магнийсодержащего сырья солянокислотным способом.

В АО «Костанайские минералы» при производстве асбестового волокна в товарную продукцию извлекается 7-9% минерального сырья, остальная порода складируется в отвал в виде щебня и при самом производстве образуется 150-200тыс.тонн в год тонкодисперсных отходов, которые являются потенциональным источником канцерогенной опасности [2].

Настоящее исследование является вариантом решения проблемы утилизации техногенных отходов АО «Костанайские минералы» − сернокислотный способ выщелачивания магния из магниевого сырья с получением сульфата, оксида и металлического магния вакуумтермическим восстановлением.

Использование серной кислоты в технологии переработки серпентина позволяет упростить технологию получения товарной магниевой продукции и создать нормальную экологическую обстановку работы на установке [3-6].

Наши разработки предполагают сернокислотное вскрытие основной минеральной составляющей хризотил-асбестовых отходов серпентенита – $3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot H_2O$. Образующийся продуктивный раствор, содержащий 350-420 г/л сульфата магния подвергают очистке, в основном от примесей железа,никеля и хрома, кристаллизации сульфата магния, а его прокалкой в восстановительной среде которого при температурах

850-900^{0}С получают техническую окись магния и оборотные сернистые газы, которые регенерируют в серную кислоту и возвращают на 75-80% в голову процесса на выщелачивание. Технический оксид магния является сырьем для производства огнеупорных изделий и вакуум-термического получения металлического магния. В качестве восстановителя мы предполагаем, использовать отсев дробления ферросиликоалюминия – побочного продукта ферросплавного производства.

Исходные материалы и реактивы

В качестве объекта исследования взяты тонкодиспесные отходы хризотил-асбестового производства системы пылеулавливания АО«Костанайские минералы» состава, масс.%: MgO – 36,0-42,0; SiO_2 – 37,0-41,0; CaO – 1,1-1,6; Fe_2O_3 – 1,9-5,4; FeO –1,0-2,7; Al_2O_3 – 0,8-1,4; NiO – 0,1-0,25. В заметном количестве (до 0,32 %) присутствуют никель, хром, марганец и ряд других металлов.Минеральная основа – серпентин– $3MgO{\cdot}2SiO_2{\cdot}2H_2O$.

Для выщелачивания использовалась 98% техническая серная кислота.

Методика проведения экспериментов

Сернокислотное выщелачивание проводили на установках, моделирующих промышленные агрегаты. В качестве реактора использовали полиэтиленовые бочки объемом 75литров, перемешивание осуществляли приводом флотомашины с мощностью двигателя 0,36 кВт с клиноременной передачей на ось вращения мешалки. При вливании в пульпу технической серной кислоты происходит сильный разогрев ванны за счет экзотермических реакций вплоть до локального вскипания, поэтому операцию подачи кислоты необходимо вести дозировано в воронку от вращения мешалки.

Предварительно 10 кг тонкодисперсного хризотил-асбеста смешивали в реакторе с 34,5л водопроводной воды и получали пульпу. Затем при перемешивании, осторожно, маленькой струей начали заливать концентрированную техническую серную кислоту (1,818г/см^3), время вливания кислоты – 6 минут. В результате экзотермических реакций температура пульпы поднялась до 80^{0}С. Все параметры загрузки представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Параметры загрузки для сернокислотного выщелачивания- хризотил-асбестовых отходов

Загружено						
Асбест, кг	H_2SO_4, техн.			Ж:Т	t,^{0}С	Продолжительность выщелачивания, мин
	г/л	H_2SO_4,мл	H_2O,мл			
10,0	250	5500	34500	4:1	22	180

При проведении экспериментов каждые 15 минут осуществляли контроль температуры погружным спиртовым термометром; каждые 30 минут мерным стаканчиком 50 мл отбирали промежуточные пробы пульпы для определения pH среды и плотности раствора ареометром. Плотность раствора позволяла судить о концентрации сульфата магния в растворе и степень его извлечения.

Результаты экспериментов и обсуждение

Пульпу для сернокислотного выщелачивания хризотил-асбестовых отходов готовили с использованием водопроводной воды (опыт 1, 2 и 5 таблица 2), смеси водопроводной воды и промывных растворов (опыт 3 таблица 2) и только промывной водой (опыт 4 таблица 2). Использование промывных растворов увеличивает концентрацию сульфата магния в продуктивных фильтратах, таким образом, мы уменьшаем затраты на упаривание и кристаллизацию сульфата магния.

Так же проводили исследования влияния температуры процесса на скорость извлечения магния в раствор (таблица 3). Опыты проводили в интервале температур 85-50^{0}С,

причем первые 30-40 минут температура ванны составляла 85-70^{0}С и после 180 минут опускалась до 50-55^{0}С, что позволяло вести фильтрацию пульпы без признаков кристаллизации сульфата магния на фильтре. Другая серия опытов проводилась в бочке-реакторе помещенной в теплоизоляционный кожух из асбестового волокна толщиной ~70мм, что позволило первые 120 минут выщелачивания проводить при температуре 95-80^{0}С.

Одним из важнейших показателей технологического процесса является скорость фильтрации пульпы. При солянокислотном выщелачивании тонкодисперсную фракцию из-за перехода в продуктивный раствор кремнезема отфильтровать очень сложно, на вскрытие берется только песковая фракция +1,0мм. Преимуществом нашей технологии является возможность утилизации тонкодисперсной фракции, даже из коллектора рукавных фильтров. Время фильтрации пульпы на нутч-фильтре диаметром 400мм при слое влажного кека 20-25 мм составило не более 30 минут. В качестве фильтр-ткани использовали лавсан артикула 86033 производства фирмы «Фильтротекс» Россия с вздухопроницаемостью 15 дм^3/м^2 сек при разряжении 105 ПА.Аналогичная фильтроткань – «Лавсан» артикул 56207 выпускается в г.Костанае.

В промышленном варианте целесообразно использовать барабанный вакуум-фильтр, позволяющий совместить операции фильтрации и промывку осадка в одном агрегате. В наших условиях промывка осадка толщиной 20-25мм непосредственно на нутч-фильтре оказалась малопроизводительной из-за высокого удельного сопротивления и тонкодисперсности кека, поэтому промывку осуществляли путем репульпации при соотношении кек:вода одно-, трех- и десятикратное с последующей фильтрацией. Установлено, что оптимальное количество промывной воды составляет 28-30% от массы загружаемых на выщелачивание отходов, а получаемый объем промводы полностью подается в голову процесса. При этом содержание сульфата магния в продуктивном растворе с 280-290г/л увеличивается до 320-340г/л, а потери магния с кеком снижаются до 5-7%. Частичная отмывка кека будет происходить и в шлакохранилище, откуда оборотная вода с сульфатом магния забирается на начальное формирование пульпы в реакторе (Ж:Т≈2÷2,5).

Продолжительность выщелачивания в интервале температур 90-80^{0}С составляет 105-145 минут, при этом плотность продуктивного раствора равномерно возрастает, затем с понижением температуры пульпы происходит кристаллизация сульфата магния на волокнах кека, а его содержание в продуктивном растворе снижается с 360-370 до 320-325г/л. Таким образом, снижение температуры ванны и увеличение продолжительности выщелачивания до 180 минут вызывает необходимость интенсифицировать процесс промывки кекас увеличением объема промывной воды.

– Опытно-промышленные эксперименты полностью подтвердили технологические параметры процесса, а именно:

– процесс выщелачивания протекает в кинетическом режиме;

– интенсивность перемешивания пульпы в интервале 700÷300 об/мин мешалки не оказывает существенного влияния на скорость выщелачивания магния;

– при интенсивности перемешивания более 400 об/мин происходит излишняя диспергация твердой фазы, что значительно ухудшает последующую фильтрацию;

– промывка кека горячей водой в количестве 17-18 литров оказалась недостаточной, с отвальным кеком терялось до 10% магния в виде сульфата; оптимальное количество промывной воды 30-35л на 10 кг отходов;

– полученные промывные воды от фильтрации кеков выщелачивания и гидролитической очистки были использованы как оборотный раствор в процессе выщелачивания, что позволило увеличить концентрацию сульфата магния в продуктивном растворе с 280-300 г/л до 350 г/л значительно снизить расходы на переделах упаривания и кристаллизации.

Таблица 2 - Результаты полупромышленных испытаний
по наработке продуктивных растворов сульфата магния

№-опыта	Загружено:					Получено:			Содержание в растворах, г/ $дм^3$				Содержание в сухом кеке, масс.%		
	Отходы, кг	Вода, $дм^3$	Пром. вода, $дм^3$	H_2SO_4, $дм^3$	Вода на промывку кека, $дм^3$	Продуктивный раствор, $дм^3$	Промыв-ной раствор, $дм^3$	Кеквыщелач., кг влаж/сух	Mg/ $MgSO_4$	Fe	Ni	Cr	Mg	Fe	Ni
1	10,0	34,5	-	5,5	14,6	26,0	17,0	14,6/8,7	58,06/287,4	5,0	0,343	0,117	7,97	3,16	0,026
2	10,0	34,5	-	5,5	14,6	26,0	17,0	14,6/8,7	58,06/287,4	5,0	0,343	0,117	7,97	3,16	0,026
3	10,0	17,5	17,5	5,5	16,0	25,7	17,3	13,2/7,4	74,58/369,2	5,26	0,468	0,162	5,64	4,7	0,021
4	10,0	-	34,5	5,5	20,0	27,0	20,3	12,48/7,3	73,3/362,8	4,9	0,477	0,159	3,6	3,5	0,025
5	8,46	29,24	-	4,6	25,0	22,2	25,1	10,6/5,9	71,7/355,0	5,1	0,458	0,165	3,45	3,61	0,022

Таблица 3 - Технологические показатели сернокислотного выщелачивания

Загружено:					Получено:					
Продукт	Ед. изм.	Кол-во продукта	Содержание магния в продукте	Кол-во магния, кг	Продукт	Ед. изм	Кол-во продукта	Содержание $Mg/MgSO_4$ в продукте, г/дм^3	Кол-во магния, кг	Извле-чение, %
Сернокислотное выщелачивание с оборотом промывных вод и теплоизоляцией реактора t=95-80^{0}C										
Отходы асбеста	Кг	10,0	23,81%	2,381	Продуктивный раствор	дм^3	27,0	75,2/372,0	2,032	75,5
Пром вода pH 2,75	дм^3	17,0	18,26г/дм^3	0,31	Промывной раствор	дм^3	22,3	18,3/90,6	0,408	15,17
Вода на промывку кека	дм^3	20,0			Кеквл/сух	кг	11,9/7,0	3,2%	0,226	9,33
Серная кислота	дм^3	5,5	98	-						
Водопроводная вода	дм^3	17,5	-	-						
Сернокислотное выщелачивание в реакторе без теплоизоляции t=85-70^{0}C										
Отходы асбеста	Кг	10,0	23,81	2,381	Продуктивный раствор	дм^3	29,0	58,6/290	1,702	71,5
Серная кислота	дм^3	5,5	-	-	Промывной раствор	дм^3	24,5	16,7/82,7	0,409	17,2
Водопроводная вода	дм^3	34,5	-	-	Кеквл/сух	кг	12,5/7,2	3,9%	0,283	11,9
Вода на промывку кека	дм^3	25,0	-	-						

Выводы

Анализ результатов балансовых экспериментов по сернокислотному выщелачиванию тонкодисперсных отходов хризотил-асбестового производства позволяет сделать следующие выводы:

- процесс протекает в экзотермическом режиме, т.е. с выделением тепла, что позволяет реализовать процесс в интервале температур 90-85^{0}С при продолжительности 90-120 минут;
- оптимальная концентрация сульфата магния в продуктивном растворе находится в пределах 330-350г/л, что позволяет завершить фильтрацию в интервале температур 65-50^{0}С без кристаллизации солей в системах фильтровальных агрегатов;
- объем воды на промывку кека составляет 200-250% от массы отходов, при этом в режиме репульпации практически нацело отмывается из кека сульфатная составляющая и остаточная концентрация магния не превышает 3,0 мас.%;
- использование промывных растворов вместо воды в голове процесса позволило увеличить содержание сульфата магния в продуктивном растворе до 340-365 г/л при сквозном извлечении 87-90%;
- снижение температуры выщелачивания до интервала 80-50^{0}С приводит к уменьшению извлечения магния в продуктивный раствор до 70-75% и увеличению продолжительности выщелачивания до 120-150 минут, при этом содержание сульфата магния в растворе составляет до 300-320г/л.

Литература

1 Пат. 2285666 РФ Способ химической переработки магний-силикатсодержащего сырья / Григорович М.М., Кузин Д.Е.; опубл. 20.10.2006, Бюл.29.

2 Щелкогонов А.А., Гулякин А.И. и др. Магний из отходов производства асбеста // Металлургия легких и тугоплавких металлов. 2008.-№4. – С.177-181.

3 Пат. 2159739 РФ Способ получения оксида магния из серпентизированногоультрабазита / Александров Ю.Ю., Олейников Ю.В.; опубл.27.11.2000.

4 Пат. 2128626 РФ Способ получения оксида магния / МазаловВ.М., Дворник В.П. и др.; опубл.10.04.1999.

5 Пат. 2209780 РФ Способ получения чистого оксида магния / Александров Ю.Ю., Парамонов Г.П. и др.; опубл. 20.09.2002.

6 Пат. 2038301 РФ Способ получения оксида магния / Велинский В.В., Гусев Г.М.; опубл. 27.06.1995.

References

1 Pat. 2285666 RF Sposob himicheskoj pererabotki magnij-silikatsoderzhashhego syr'ja / Grigorovich M.M., Kuzin D.E.; opubl. 20.10.2006, Bjul.29.

2 Shhelkogonov A.A., Guljakin A.I. i dr. Magnij iz othodov proizvodstva asbesta // Metallurgija legkih i tugoplavkih metallov. 2008.-№4. – S.177-181.

3 Pat. 2159739 RF Sposob poluchenija oksida magnija iz serpentizirovannogoul'trabazita / Aleksandrov Ju.Ju., Olejnikov Ju.V.; opubl.27.11.2000.

4 Pat. 2128626 RF Sposob poluchenija oksida magnija / MazalovV.M., Dvornik V.P. i dr.; opubl.10.04.1999.

5 Pat. 2209780 RF Sposob poluchenija chistogo oksida magnija / Aleksandrov Ju.Ju., Paramonov G.P. i dr.; opubl. 20.09.2002.

6 Pat. 2038301 RF Sposob poluchenija oksida magnija / Velinskij V.V., Gusev G.M.; opubl. 27.06.1995.

ӘОЖ 669.053.2.001

Резюме

Хомяков А. П.[1], Табылганова А. Н.[1], Нұрхожаев Е. С.[2],
Беделова Ж. Д.[1], Дагубаева А. Т.[1]
([1]«Қазақстан Республикасының минералдық шикізатты кешенді қайта өңдеу жөніндегі ұлттық орталығы» РМК, Алматы қаласы;[2] «Қостанай минералдары», Жітіқара қаласы, Қазақстан)

ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН МАГНИЙ СУЛЬФАТЫН АЛУ

Мақалада хризотил-асбест өндірісінің жұқабөлшекті қалдықтарынан магний сульфатын сілтілеу (шаймалау) процессінің заңдылықтарының зерттеу нәтижелері келтірілген. Бастапқы өнімдерді сілтілеудің шарттары, ерітіндіні тазарту және магний сульфатының кристалдануы анықталды. Технология үлкен масштабта тексеруден өтті, енгізуге ұсынуға болады.

Түйінді сөздер: шаймалау, күкірт қышқылы, хризотил-асбест қалдықтары, сүзу, кек.

UDC 669.053.2.001

Summary

Khomyakov A.P.[1], Tabylganova A.N.[1], Nurgozhayev E.S.[2],
Bedelova Zh.D[1]., Dagubaeva A.T.[1]
([1] RSE «National Center on complex processing of mineral raw materials of the Republic of Kazakhstan», Almaty; [2] JSC «Kostanai Minerals», Zhitikara, Kazakhstan)

PREPARATION OF MAGNESIUM SULFATE FROM THE WASTE OF CHRYSOTILE ASBESTOS

The article demonstrates the research results of the regular process of magnesium sulfate lixiviation of fine chrysotile-and-asbestos production. The conditions of the followinf are established: lixiviation of the original products; solution rectification; magnesium sulfate crystallization. The technology is tasted at the wide professional field and is recommended for inculcation.

Keywords: leaching, sulfuric acid, chrysotile asbestos waste, filtration, cake

УДК 622.274.411.3

Нурлыбаев Р.О.
(Институт горного дела им. Д.А. Кунаева, г. Алматы)

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ И БЕЗОПАСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ КРУТОПАДАЮЩИХ МАЛОМОЩНЫХ РУДНЫХ ТЕЛ ДЛЯ ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ ЖИЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Аннотация

В статье на основе анализа и обобщения имеющегося опыта отработки крутопадающих жильных месторождений предлагается наиболее перспективный способ отработки крутозалегающих маломощных рудных тел, основанный на применении комплексно-механизированной технологии, обеспечивающей эффективную и безопасную добычу руды из глубоких горизонтов жильных месторождений. Указаны технико-технологические преимущества разработанного способа перед применяемыми на практике схемами отработок маломощных, тонких крутопадающих жил.

Ключевые слова: *крутопадающие маломощные рудные тела (жилы); блок; полублок; подготовка; вентиляционный штрек; откаточный штрек; восстающая выработка; отработка запасов; очистная выемка; отбойка руды; выработанное пространство; породы; закладка; твердеющая смесь; передвижной механизированный комплекс.*

Түйінді сөздер: *тікқұлайтын қалыңдығы шамалы (аз) кендері (желілері); блок; жартылай блок; даярлау; тасымалдық қуақаз; желдетіс қуақаз; өрлеме казба; қорды қазымдау; тазартып алу; кенді қопару; қазымкеңістігі (кені алынған кеңістік); жыныстар; толтырым (толтырмалау); қатайғыш қоспасы; механикаландырылған жылжымалы кешен.*

Keywords: *steep-falling deposits of weak ores; block; semi-block; preparation; drift; rise; extraction of field resources; stoped excavation; ore-breaking; goaf; rock; backfilling; hardening mixtures; transported mechanized complex.*

Целью исследования ставилось улучшение технико-экономических показателей извлечения полезного ископаемого за счет снижения затрат и повышения качества выемки руды, а также обеспечение безопасности ведения горных работ при помощи механизированного передвижного комплекса, оснащаемого дополнительной рабочей площадкой.

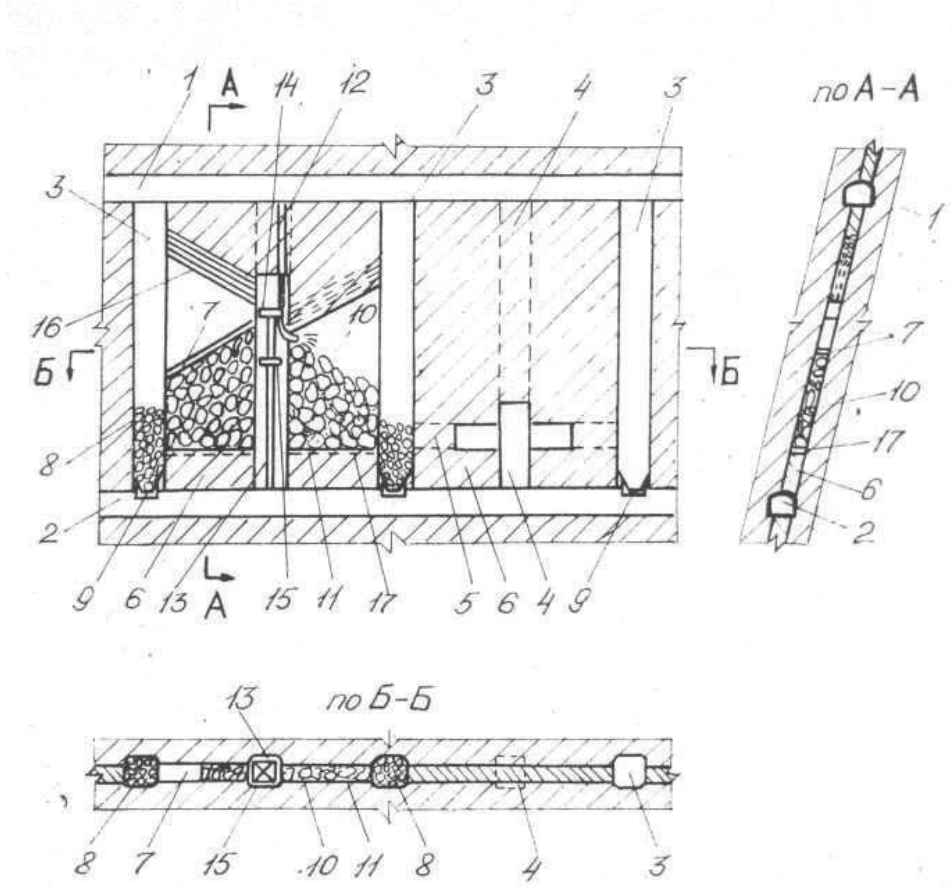
Все это потребовало проведение исследований по усовершенствованию схем отработок и в целом созданию систем и технологии разработки жильных месторождений с комплексной механизацией основных технологических процессов очистной выемки, что позволило сформулировать основные технические требования к новому горному оборудованию и наметить принципиальные технические решения, соответствующие реальным условиям разработки крутопадающих жил в Казахстане.

С учетом имеющегося положительного опыта создания и промышленного применения проходческих полков для проведения вертикальных и наклонных горных выработок разработана новая технология отработки тонких жил с использованием монорельсовых агрегатов.

На рисунке изображен общий вид принципиальной схемы отработки запасов блока в проекции на вертикальную плоскость с вертикальным (по А-А) и горизонтальным (по Б-Б) разрезами (сечениями). Технология отработки крутопадающих маломощных рудных тел, согласно приведенному рисунку осуществляется следующим образом.

Подготовка блока к очистной выемке включает проведение этажных вентиляционного 1 и откаточного 2 штреков, а также фланговых восстающих выработок 3. При этом

расстояние между последними, т.е. длина блока по простиранию рудного тела обусловлена рядом горно-геологических и горнотехнических факторов. Прежде всего, этот параметр принимают в зависимости от мощности жилы и ее выдержанности в пределах выемочного участка. Чем больше и выдержаннее мощность жилы, тем больше расстояние между восстающими и наоборот, что при прочих равных условиях (параметры буровзрывных работ) обусловливает качество выемки руды и уровень ее разубоживания. Поэтому длину блока принимают такой, при какой длине отбойных шпуров происходит минимальное разубоживание руды для конкретной мощности с учетом разделения блока на две части (полублока). Исходя из этого, ширина каждого полублока соответствует длине шпуров.



1 и 2 – соответственно вентиляционный и откаточный штреки;
3 – фланговые восстающие выработки; 4 – короткий восстающий;
5 – слой жилы; 6 – надштрековый целик; 7 – настил металлический;
8 – отбитая руда; 9 – выпускные люки; 10 – породы; 11 – закладочная твердеющая смесь; 12 – скважина для подачи смеси; 13 – монорельс;
14 и 15 – рабочие полки; 16 – комплект наклонных шпуров;
17 – тонкий слой жилы

Рисунок – Принципиальная схема отработки крутопадающих маломощных рудных тел

Затем после проведения между штреками 1 и 2 восстающих выработок 3, ограничивающих блок по простиранию, в центре последнего обычным способом проходят короткий восстающий 4, из которого в обе стороны вынимают первый слой 5 жилы надштрековым целиком 6. Слой отбивают как из центрального, так и из фланговых восстающих. При этом одну из слева или справа от восстающей выработки половин слоя вынимают с некоторым опережением по отношению к другой, придав очистному забою в

каждом полублоке наклонную форму, противоположную углу наклона создаваемой поверхности 7 из закладки для направления и доставки отбиваемой руды 8 под действием силы собственного веса во фланговые восстающие, сооруженные внизу выпускными люками 9.

После выемки одного или двух слоев руды и образования при этом достаточной высоты выработанного пространства его закладывают породами 10 от проходческих работ, размещая их под требуемым уклоном в сторону фланговых восстающих 3 для скатывания отбиваемой руды. Затем заложенное между породами 10 пространство заполняют твердеющей закладочной смесью 11, которую подают из вентиляционного штрека 1 через заранее пробуренную в пределах контура центрального восстающего скважину 12. При этом, чтобы отбиваемая руда легче скатывалась и не ждать полного твердения закладочной смеси, на поверхность закладки настилают тонкий прочный металлический лист 7, который используют многократно.

Выемку последующих слоев выполняют с передвижного механизированного комплекса, для чего в восстающей выработке 4 монтируют монорельс 13, на котором на разном уровне, согласно схеме расположения очистных забоев, устанавливают два автономно передвигающихся рабочих полка (площадки) 14 и 15. С них аналогично выемке предыдущего слоя или слоев осуществляют селективную выемку жилы обособленно в полублоках с обуриванием, заряжанием и взрыванием комплекта наклонных шпуров 16. При этом отбитую руду 8 по наклонной поверхности закладки 7 направляют и доставляют во фланговые восстающие 3 и по мере отработки полублоков и накопления отбитой руды в этих восстающих выработках производят ее частичный выпуск и заполнение выработанного пространства вслед за продвижением линии очистного забоя в каждом из полублоков.

По окончании отработки запасов блока или на стадии их отработки после набора закладочной твердеющей смесью необходимой прочности производят извлечение жилы, т.е. надштрекового целика 6. Для этого в последнем на контакте с закладкой 11 оставляют тонкий слой жилы 17, который предотвращает разрушение и примешивание материала закладки с вынимаемой рудной жилой и этим самым исключается возможность дополнительного ее разубоживания. При этом жилу преимущественно отбивают из откаточного штрека короткими шпурами или с помощью ударно-скалывающего механизма как из штрека, так и из восстающего.

Таким образом, отбойка руды из наращиваемой в центре блока восстающей выработки позволяет вести селективную выемку жилы сразу в обе стороны одновременно. При этом создаются условия обособленной отработки запасов блока в полублоках, образуемых по мере проходки и наращивания центральной восстающей выработки, что в целом повышает интенсивность отработки запасов блока с наименьшим уровнем разубоживания и потерь руды, особенно ценного полезного ископаемого при минимальных затратах на его извлечение. В частности, это достигается за счет увеличения фронта очистных работ, выполняемых одновременно на двух уровнях, благодаря установлению на передвижном комплексе дополнительной рабочей площадки, отстающей от основной площадки или от передового опережающего забоя на такое расстояние, при котором технологические операции по выемке руды в полублоках можно выполнять параллельно и независимо друг от друга, т.е. обособленно. В результате такой технологической схемы выемки руды при оптимальных ее параметрах обеспечивается эффективная и безопасная отработка запасов блока.

Закладка и заполнение выработанного пространства вслед за продвижением линии очистных забоев в полублоках создают безопасные условия ведения горных работ. При этом за счет того, что породы от проходки, наращиваемой по мере отработки запасов блока центральной восстающей выработки, оставляются и размещаются в очистном пространстве, значительно снижается объем заполняемой щели и подаваемой твердеющей закладочной смеси. В результате размещения пород в выработанном пространстве и подачи в него

твердеющей смеси надежно поддерживаются вмещающие боковые породы налегающей толщи, особенно висячего бока обнажаемых пород, что повышает безопасность работ.

Создание на поверхности закладки определенной наклонности обеспечивает необходимые условия для направления и доставки отбитой рудной жилы во фланговые восстающие выработки, что позволяет в них отдельно складировать на время отработки блока отбиваемую руду без разубоживания или с минимальным его уровнем. При этом укладка на поверхность заложенных пород тонкого прочного многократно используемого металлического листа, не дожидаясь полного схватывания твердеющей смеси, ускоряет цикл очистных работ и обеспечивает лучшее скатывание руды, и тем самым сокращает время выполнения одной из основных трудоемких технологических операций, как доставка и в целом всего цикла выемки руды из очистного блока.

При складировании отбитой руды во фланговых восстающих выработках одновременно обеспечивается поддерживание вмещающих пород висячего бока этих восстающих и снижается вторичное разубоживание руды при ее выпуске, вызываемое взрывами во время отбойки, и особенно когда не используют магазинирования руды. Кроме того, при магазинировании отбитой жильной массы в восстающей выработке она, по сравнению с обычным традиционным блоковым магазинированием соприкасается, куда значительно меньшей обнаженной площадью боковых пород, что также способствует наименьшему разубоживанию руды при ее выпуске.

Благодаря тому, что способом предусмотрено извлечение жилы из надштрекового целика исключаются потери полезного ископаемого, что важно, особенно при отработке запасов залежей цветных, редких и драгоценных металлов.

Данный способ характеризуется минимальным объемом нарезных и горно-подготовительных работ, например, фланговые восстающие выработки отрабатываемого блока в последующем используются для отработки очередных примыкаемых слева и (или) справа блоков без изменения их прежнего прямого назначения.

Разработанная и предлагаемая в настоящей статье комплексно-механизированная технология для отработки тонких крутопадающих жил наряду с механизацией основных технологических процессов, например отбойка руды (разрушение и отделение жилы), предусматривает механизированное ведение работ и на вспомогательных операциях: возведение набрызгбетонной и установка штанговой крепей или комбинированной крепи (их сочетание) при проходке восстающих в неустойчивых вмещающих боковых породах, что в целом может расширить область и масштабы ее применения на практике со значительным технико-экономическим эффектом.

ӘОЖ 622.274.411.3

Резюме

Нурлыбаев Р.О.
(Д.А.Кунаев атындағы кен істері институты, Алматы қ.)

ТЕРЕҢ ДЕҢГЕЙЖИЕКТЕГІ ЖЕЛІКЕН ОРЫНДАРЫНДАҒЫ ТІККҰЛАҒАН ҚАЛЫҢДЫҒЫ ШАМАЛЫ КЕНДЕРІН ТИІМДІ ЖӘНЕ ҚАУІПСІЗ ҚАЗЫП АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ

Мақалада тікқұлаған желікен орындарын қазып алу тәжірбиесін талдау және сараптау арқасында, тікқұлайтын қалыңдығы шамалы (аз) кендерін қазып алу келешегі (болашағы) бар тәсілі ұсынылған, бұнда кешенді механикаландырылған технологиясының қолданылуы, терең жатқан деңгейжиектеріндегі желікен орындарының кендерін тиімді және қауіпсіз қазып алуын қамтамасыз етеді. Іс жүзінде қолданылып жүрген қалыңдығы аз, жұқа тікқұлайтын желілерін қазып алу сұлбаларының алдында, осы жасалған тәсілдің технико-технологиялық артықшылықтары көрсетілген.

Түйінді сөздер: тікқұлайтын қалыңдығы шамалы (аз) кендері (желілері); блок; жартылай блок; даярлау; тасымалдық қуақаз; желдетіс қуақаз; өрлеме казба; қорды қазымдау; тазартып алу; кенді қопару; қазымкеңістігі (кені алынған кеңістік); жыныстар; толтырым (толтырмалау); қатайғыш қоспасы; механикаландырылған жылжымалы кешен.

UDC 622.274.411.3

Summary

Nurlybayev R.O.
(Mining Institute after D.A.Kunayev, Almaty)

THE ELABORATION OF EFFECTIVE AND SAFE METHOD FOR EXTRACTION OF STEEP-FALLING DEPOSITS OF WEAK ORES FOR DEEP HORIZONS OF LODES

In terms of analysis and existing experience from extraction of steep-falling deposits of weak ores the following article brings forward the most prospective method of development for steeply pitching unstable ore bodies based on application of complex –mechanized technology, which provides effective and safe mining. The article specifies technical and technological advantages of the offered method over the used extraction system of thin steep-falling deposits of weak ores.

Keywords: steep-falling deposits of weak ores; block; semi-block; preparation; drift; rise; extraction of field resources; stoped excavation; ore-breaking; goaf; rock; backfilling; hardening mixtures; transported mechanized complex.

УДК622.273.3

Бекбергенов Д.К.[1], Толысбаев А.К.[2]
([1]ИГД им. Д.А. Кунаева, г. Алматы, Республика Казахстан
[2]ТОО «Корпорация Казахмыс», Караганда, Республика Казахстан)

ЗАРУБЕЖНАЯ ПРАКТИКА И ПОДЗЕМНАЯ РАЗРАБОТКА ЖЕЗКАЗГАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАМЕРНО-СТОЛБОВОЙ СИСТЕМОЙ

Аннотация

В настоящей статье дан обзор по зарубежной практике и подземной разработке Жезказганского месторождения с применением камерно-столбовой системы. Также представлены основные технико-экономические показатели по данным отечественных и зарубежных подземных рудников и отмечены недостатки, проблемы по данной технологии.

Ключевые слова: *камерно-столбовая система, междукамерный целик, Жезказганское месторождение, зарубежные рудники, технико-экономические показатели.*

Түйінді сөздер: *кен үңгірлі діңгекті қазу жүйесі, кен үңгір аралық кентірек, Жезқазған кен орыны, шетелдік кеніштер, техника-экономикалық көрсеткіштер.*

Keywords. *rib-and-pillar, interchamber pillar, Zhezkazgan deposit, foreign mines, technical and economic indicators.*

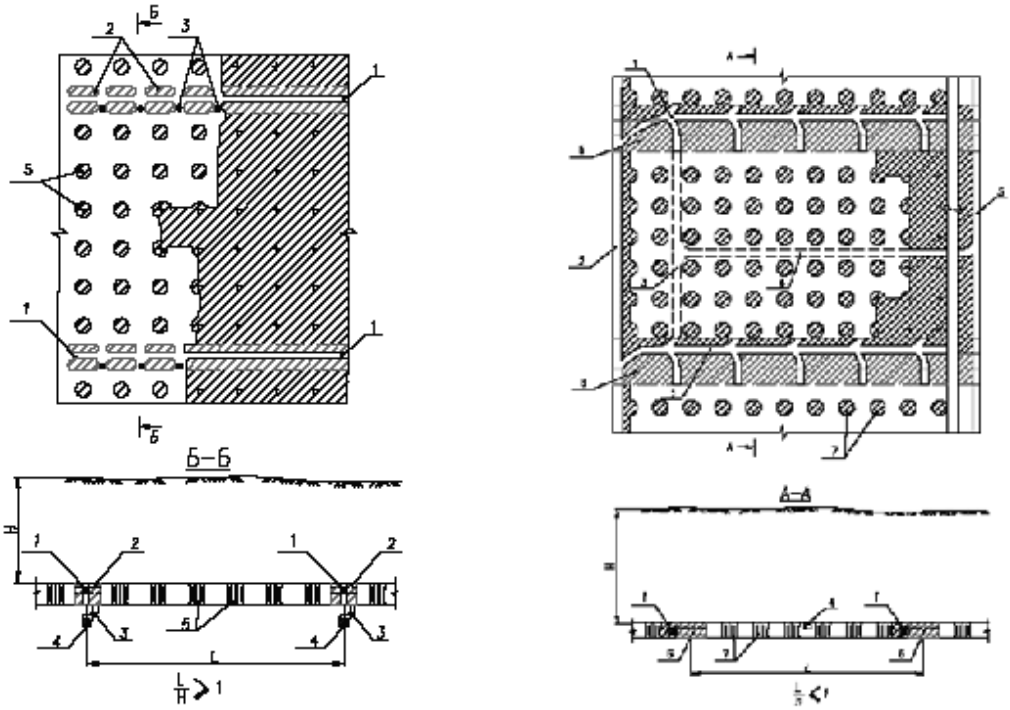
К настоящему 80-ти-летнему периоду эксплуатации на Жезказганском месторождении добыто более 1 млрд. т. промышленных запасов медной руды, и на сегодня, месторождение фактически вступило в фазу доработки. Анализ горно-геологических и горнотехнических условий доработки месторождения, особенно на наклонных залежах указывает на необходимость серьезной корректировки применяемой в настоящее время основной технологии камерно-столбовой системы при подземной добыче руды. В связи с этим возникала потребность в осмыслении современного подхода к эффективной доработке залежей крепких руд, представляющих наклонные рудные тела.

Система разработки с естественным поддержанием очистного пространства находит широкое применение при отработке Жезказганского месторождения крепких руд, залегающих в устойчивых породах. При всех вариантах системы разработки выемка руды в панелях или блоках ведется камерами, разделенными опорными междукамерными (МКЦ), панельными целиками (ПЦ) и барьерными целиками (БЦ). Для наглядности на рисунке 1 показана технологическая схема камерно-столбовой системы по Проекту "Гипроцветмет" 40÷50-х и 60-х годов, соответственно: а) - схема камерно-столбовой системы разработки со скреперной доставкой руды и б) - схема камерно-столбовой системы разработки с применением самоходного оборудования. При этом целики рассчитываются, исходя из поддержания полного или частичного веса пород налегающей толщи на полный срок отработки месторождения, а при необходимости и в последующем периоде ответственности за поддержание устойчивого состояния земной поверхности.

В соответствии с конкретной конструкцией применяются следующие варианты камерно-столбовой системы разработки: с отработкой очистной камеры сплошным забоем; с выемкой руды уступами, оформляемыми с верхней или нижней подсечками рудной залежи; с использованием специальных горных выработок для бурения взрывных скважин; с использованием в почве камеры выработок для выпуска и доставки отбитой руды.

Для обеспечения устойчивости горных выработок при системе с естественным поддержанием очистного пространства широко применяется штанговое крепление кровли, стенок и бортов очистных и подготовительных выработок, а также укрепление горных пород в местах проявления тектонических трещин длинными анкерами и набрызг-бетонными покрытиями.

Недостатком системы разработки с естественным поддержанием очистного пространства являются высокие потери в опорных целиках, достигающие 35-40%.



а) **б)**

Рисунок 1 - Схема камерно-столбовой системы разработки: а): 1 - панельный штрек, 2 - панельные целики, 3 - рудоспуски, 4 - откаточный штрек, 5 - междукамерные целики; б) 1 - панельные штрека с заездами, 2 - доставочный штрек, 3 - вентиляционный-разрезной штрек, 4 - вентиляционный штрек, 5 - сборный вентиляционный штрек, 6 - барьерный целик, 7 - междукамерные целики

Наглядно на рисунке 3 видно (заимствовано из [1]), что из запланированного объема добычи на 2013 год отработка Жезказганского месторождения по сравнению с другими технологиями камерно-столбовая системая разработки составляет 84,6%.

Рисунок 3 – Соотношение применяемых систем разработки

В результате эксплуатации Жезказганского месторождения камерно-столбовой системой разработки была подтверждена ее высокая эффективность, подтверждаемая экономическими показателями добычи руды, сопоставимыми с открытым способом разработки. Так, производительность рабочих забоев достигла уровня 3000 т/сутки, себестоимость добычи руды – 12 долларов/т, показатель разубоживания руды – 5-7%. Вместе с тем, уровень извлечения руды неуклонно снижался с 0,80 до 0,65 при переходе очистных работ на глубины 300-450 м.

Опыт ведущих горнодобывающих стран с мировой практикой показывает, что одним из широко используемых систем разработки являются камерно-столбовая система и его варианты, и нашли широкое применение при разработке Миргалимсайского, Риддер-Сокольного, Богословского рудоуправления, на рудниках Нерчинского комбината, Кривого Рога, Урала, Курской магнитной аномалии, на Североуральском бокситовом руднике ОК «Русал» (РФ), на руднике «Маяк» Норильского ГМК (РФ), на руднике Бадран в Якутии (РФ) и Дашкесанского пологопадающего и наклонных залежах рудных месторождений, соляных залежах Артемовска, Соликамска и Илецка, в гипсовых «Олекминский гипсовый рудник» и Камско-Устьинском руднике, и на зарубежных рудниках: Лайсвал (Швеция), Лотарингии (Франция) [2] , Оутокумпу (Финляндия), Отжихаса (Намибия) [3], Тара (Ирландия) [4], а также и в США, Канады, Африки, Замбии, Конго и других [5].

Практика отработки наклонных залежей Жезказганского месторождения камерно-столбовой системой со столбчатыми МКЦ и ленточными МКЦ ориентированных по простиранию (по направлению выемки камер) свидетельствует об их крайней неустойчивости при углах падения залежей больше 20° [6]. Поэтому оптимальным технологическим решением с точки зрения управления горным давлением является отработка наклонных залежей с оставлением ленточных целиков по падению залежей. В связи с этим, для эффективной разработки наклонных залежей с углом падения 25-45°, рекомендуется классический вариант со взрывоставкой (вариант камерно-столбовой системы разработки) успешно примененный на руднике Миргалимсай (рисунок 2) комбината «Ачполиметалл» [7].

При этом междукамерные сплошные ленточные целики приняты шириной 4-8 м. Из ниш, в нижней части панели нарезают по руде у лежачего бока наклонные буродоставочные восстающие с помощью модернизированного самоходного полка КПН-1. Для бурения вееров скважин используются буровые установки БСМ (буровой станок Миргалимсайский) на салазках. Диаметр скважин – 56 мм. Для зачистки почвы камер используется бульдозер БДПУ с дистанционным управлением или скреперная установка 2ЛС-55.

С увеличением глубины отработки и с целью уменьшения потерь руды в целиках, особенно при выемке более богатых руд, применяют вариант камерно-столбовой системы разработки со взрывоставкой с последующей закладкой выработанных камер.

Применение данного варианта камерно-столбовой системы позволило сократить потери руды в 2-3 раза, обеспечить качественное управление горным давлением и создать безопасные условия труда. Стоимость твердеющей закладки при этом компенсируется ценностью дополнительно извлекаемой руды.

Основные технико-экономические показатели системы разработки по Миргалимсайскому и Богославскому рудникам приведены в таблице 1.

На железном руднике округа Витенгебирге (ФРГ), представленное пластом глинистого железняка мощностью 0,9-1,8 м и углом падения 24°, отрабатывается камерами по восстанию шириной 3,5-5,5 м, разделяемыми ленточными целиками шириной 2 м, которые затем просечками доводились до сечения столбчатых целиков 3×2 м. После выемки 4-х камер, целики в первых двух камерах подрабатывались до сечения 1×1 м, после чего они одновременно обрушались, что приводило к посадке непосредственной кровли камеры. Потери в оставленных под обрушением подработанных целиках составили 10%.

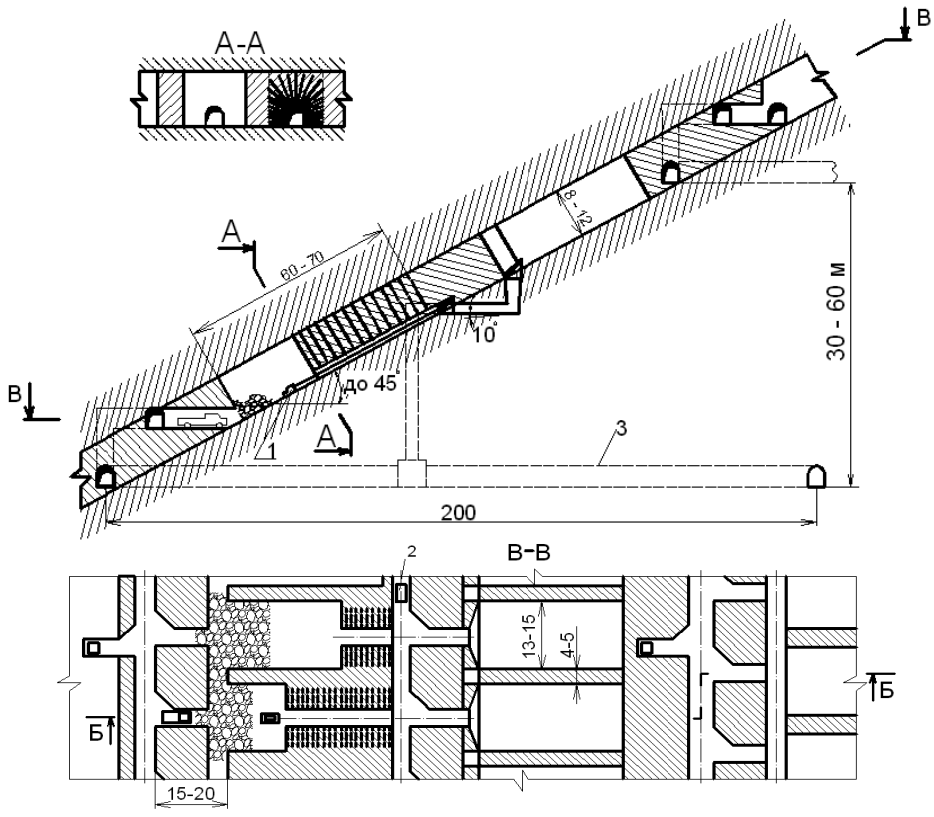


Рисунок 2 – Вариант камерно-столбовой системы со взрывоставкой руды при отработке наклонных залежей (25÷45°)

Таблица 1 - Основные технико-экономические показатели системы разработки по Миргалимсайскому и Богославскому рудникам

Показатели	Миргалимсайский рудник			Богославский рудник	
	Камерно-столбовая система разработки	КССР со взрывоставкой руды	КССР со взрывоставкой руды и закладкой	Камерно-столбовая система разработки	КССР со взрывоставкой руды
Угол падения, град	до 25°	25-45°	25-45°	5-20°	20-30°
Объем ПНР, м/1000 т	3 – 5	2 – 4	2 - 4	8-12	2-3
Потери, %	17 – 18	22 – 30	7 - 8	15-20	5-8
Разубожи-вание,%	9 – 12	10 – 18	6 - 8	10-13	5-7
Производительность, т/чел.смен: по системе по очистным работам	50 – 65 70 - 90	55 – 75 80 - 90	50 – 60 70 - 80	32-35 42-50	70 90-100
Коэффициент извлечения	0,85	0,76	0,93	0,83	0,93
Производительность блока, тыс. т/мес	20 - 40	до 100	до 100	5-10	15-20

Основные показатели камерно-столбовой системы разработки, применяемой на зарубежных рудниках сведены в таблицу 2.

На руднике Уайт-Пайн (США) камерно-столбовой системой отрабатывалась пластообразная залежь медистых песчаников мощностью 2-4 м2. Площадь месторождения

Таблица 2 - Показатели камерно-столбовой системы по данным зарубежных рудников

Показатели	Юго-Восточного Миссури	Района Ред Маунтин	Района Лотарингии	Лайсвал	Оуткумпу
Форма рудных тел	Пластообразная	Пластообразная	Пластообразная	Пластообразная	Линзообразная
Угол падения, град	0 – 20	7 – 10	0 – 2	0 – 5	10 – 60
Мощность залежи, м	2 – 60	3 – 5	1,6 – 4,8	20 – 25	1,5 - 40
Вмещающие породы	Известняки	-	Известняки	Песчаники	Кварциты
Полезные ископаемые	Свинец	Железо	Железо	Свинец	Медь
Крепость по шкале проф. М.М. Протодьяконова вмещающих пород и руд	 8 8	 8-10 8-10	 - -	 12-14 12-14	 - -
Размеры выемочного участка или камеры: длина, м ширина, м высота, м	 - 12-15 6-30	 - 6-6 3-6	 80-100 4,8 2,4-5,0	 60 15 20	 65 6,5-8 8-12
Способ подготовки	Рудный	Рудный	Рудный	Рудный	Полевой
Форма очистного забоя	Почвоуступная	Безуступная	Безуступная	Почвоуступная	Почвоуступная
Метод отбойки	Шпуровой	Шпуровой	Шпуровой	Шпуровой и скв.	Шпуровой и скв.
Способы поддержания	Опорные целики	Опорные целики (штанговая крепь)	Опорные целики (штанговая крепь)	Опорные целики (штанговая крепь)	Временные ленточные целики (штанговая крепь)
Формы и размеры целиков, м	Четырехугольная 6х18	Ленточная	Ленточная 12-19,5	Круглая 7,0	Ленточная 7,5
Производительность труда: бурильщика, т/смену забойного рабочего, т/смену подземного рабочего, т/смену	 30-65 15-18 -	 - - 20,7	 - 24,3 11,5	 - - 15	 132 14,1 5,5

составляет 23 км2. По своим характеристикам месторождение Уайт-Пайн является в некотором роде аналогом Жезказганского месторождения. Первоначально отработку рудной залежи вели камерами шириной 9 м с оставлением столбчатых целиков сечением 6×6 м.

С переходом на глубину разработки до 700 м размеры междукамерных целиков были увеличены до 6×21 м, что привело к резкому увеличению потерь руды до 30%. После проведения опытно-промышленных работ, на глубоких горизонтах месторождения перешли к варианту камерно-столбовой системы с выемкой руды узкими панелями, временным поддержанием призабойного пространства небольшими целиками и с обрушением кровли [8].

Аналогичная технология применяется при разработке пологих рудных тел мощностью 2-5 м, залегающих на глубине около 1 км, в условиях Легницко-Глогувского меднорудного месторождения в Польше. Польские подземные рудники компании KGHM (Рудна, Любин, Польковица-Серошовица), используя камерно-столбовую систему разработки с последующим извлечением междукамерных целиков с обрушением налегающих пород, добывают 6-11 млн. т медной руды в год.

Особенностью месторождения медистых песчаников является наличие мощной осадочной породной толщи налегающих пород, плавно опускающейся при подработке, что предопределило применение камерно-столбовой системы разработки с последующей выемкой целиков и обрушением кровли. Выемка руды ведется очистными камерами шириной 6 м с оставлением столбчатых междукамерных целиков размером 3×4 м и последующей их выемкой с шагом обрушения пород кровли 39 м. При отработке рудных тел мощностью от 0,4 до 2 м, высота камер по условиям работы ПДМ принимается равной 2 м. Объёмы попутной породы, размещаемой в отработанных камерах, достигли в 2002 году 6,1 млн. т.

Потери руды составляют 10-15%, разубоживание – 4-5%. Удельный объём ГПР 20-22 м3/1000 т руды. Производительность очистной панели при камерной выемке руды 3 тыс. т/сутки или 80-82 тыс. т/месяц. Производительность забойного рабочего 37 т/смену. Производительность панели на стадии выемки междукамерных целиков 500-600 т/сутки или 13-15 тыс. т руды в месяц [9].

Уже в начале 70-х годов прошлого столетия на Миргалимсайском руднике были начаты промышленные испытания камерно-столбовой системы с последующим извлечением междукамерных целиков и обрушением налегающих пород [10]. Снижение потерь руды при этой технологии достигалось уменьшением в отступающем порядке размеров целиков с 4×4 или 4×6 м до 2×2,5 или 3×3 м. На последней стадии отработки, уменьшенные столбчатые целики разбуривались и взрывались для инициирования обрушения налегающих пород.

При выемке оставленных междукамерных целиков, находящихся в неустойчивом выработанном пространстве, разбуривание целика и выпуск отбитой руды необходимо вести через полевую буро-доставочную выработку. Для реализации этой задачи необходимо, прежде всего, осуществить погашение выработанного пространства обрушением налегающих пород. Результаты повторной разработки рудной залежи существенно зависят от устойчивости формирующихся при выпуске отбитой руды обнажений сыпучего вмещающего породного массива.

Исходя из горной практики, проблемы извлечения целиков, остающихся после отработки обширных рудных залежей камерно-столбовой системой разработки, остаются актуальным и требуется необходимость его практического решения применительно к Жезказганскому месторождению.

Литература

1ТЭО "Генеральный план развития Жезказганского месторождения", том 6 "Предпроектные проработки и предложения по направлениям развития и порядку ведения подземных горных работ" (пояснительная записка). ТОО "Корпорация Казахмыс" Головной проектный институт, 2013. - 114 с.

2 Pajot J., and Mara H., The Larraine Iron Mines. Mine and Ouarfy Engineering, vol. 22. April. 1956, p. 126-135.

3 Гарантируя будущее Отжихасе //журнал « Горное дело и строительство», 2008 г. №1. – С. 9-11.

4 Времена перемен на Таре. Крупнейший Европы цинковый рудник восстановил рентабельность//Горное дело и строительство, №1, 2008. - С. 22-25.

5 Битимбаев М.Ж. Сокращение потерь руды при подземной разработке месторождений. Алматы, изд-во «Ғылым», 1994. – 216 с.

6 Методические рекомендации по подземной отработке запасов пологих и наклонных рудных залежей Жезказганского месторождения, в том числе в районах примыкающих к ослабленным и обрушенным участкам. Отчет по НИР. Алматы - Жезказган, 2010. – 122 с.

7 Цыгалов М.Н. Подземная разработка с высокой полнотой извлечения руд. М.: Недра, 1984. – 272 с.

8 Maciejasz Zdzislaw. Takuski Stanislaw. Bisherige geomechanische und technolgische Erfahrungen bei der Anwendung verschiedener Varianten des Kammerpfeilerbruchbaues und des Kammerpfeilerbaues mit Spulversatz im polnischen Kupfererzberg – «Neue Bergbautechn», 1976. 6. №2. 130-133.

9 Бронников Д.М., Замесов Н.Ф., Богданов Г.Н. Разработка руд на больших глубинах. М.: Недра, 1982. – 292 с.

10 Бобров А.И.. Опыт применения камерно-столбовой системы разработки на Миргалимсайском руднике //В сборнике статей АН СССР. Методы определения размеров опорных целиков и потолочин. Изд. АН СССР. М-1962.- С.170-173.

References

1 TJeO "General'nyj plan razvitija Zhezkazganskogo mestorozhdenija", tom 6 "Predproektnye prorabotki i predlozhenija po napravlenijam razvitija i porjadku vedenija podzemnyh gornyh rabot" (pojasnitel'naja zapiska). TOO "Korporacija Kazahmys" Golovnoj proektnyj institut, 2013. - 114 s.

2 Pajot J., and Mara H., The Larraine Iron Mines. Mine and Ouarfy Engineering, vol. 22. April. 1956, p. 126-135.

3 Garantiruja budushhee Otzhihase //zhurnal « Gornoe delo i stroitel'stvo», 2008 g. №1. – S. 9-11.

4 Vremena peremen na Tare. Krupnejshij Evropy cinkovyj rudnik vosstanovil rentabel'nost'//Gornoe delo i stroitel'stvo, №1, 2008. - S. 22-25.

5 Bitimbaev M.Zh. Sokrashhenie poter' rudy pri podzemnoj razrabotke mestorozhdenij. Almaty, izd-vo «Fylym», 1994. – 216 s.

6 Metodicheskie rekomendacii po podzemnoj otrabotke zapasov pologih i naklonnyh rudnyh zalezhej Zhezkazganskogo mestorozhdenija, v tom chisle v rajonah primykajushhih k oslablennym i obrushennym uchastkam. Otchet po NIR. Almaty - Zhezkazgan, 2010. – 122 s.

7 Cygalov M.N. Podzemnaja razrabotka s vysokoj polnotoj izvlechenija rud. M.: Nedra, 1984. – 272 s.

8 Maciejasz Zdzislaw. Takuski Stanislaw. Bisherige geomechanische und technolgische Erfahrungen bei der Anwendung verschiedener Varianten des Kammerpfeilerbruchbaues und des Kammerpfeilerbaues mit Spulversatz im polnischen Kupfererzberg – «Neue Bergbautechn», 1976. 6. №2. 130-133.

9 Bronnikov D.M., Zamesov N.F., Bogdanov G.N. Razrabotka rud na bol'shih glubinah. M.: Nedra, 1982. – 292 s.

10 Bobrov A.I.. Opyt primenenija kamerno-stolbovoj sistemy razrabotki na Mirgalimsajskom rudnike //V sbornike statej AN SSSR. Metody opredelenija razmerov opornyh celikov i potolochin. Izd. AN SSSR. M-1962.- S.170-173.

ӘОЖ 622.273.3

Резюме

Бекбергенов Д.К.[1], Толысбаев А.К.[2]
([1]Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Д.А.Қонаев атындағы кен істері институты,
[2]Қазақстан Республикасы, Қарағанды, ЖШС «Казахмыс Корпорациясы»)
ЖЕЗҚАЗҒАН КЕН ОРНЫН ШЕТЕЛДІК ЖӘНЕ ЖЕР АСТЫ КЕН ҮҢГІРЛІ ДІҢГЕКТІ ҚАЗУ ЖҮЙЕСІ

Бұл мақалада Жезқазған кен орнын шетелдік және жер асты кен үңгірлі діңгекті қазу жүйесіне шолу жасалған. Сондай-ақ, отандық және шетелдік кеніштердің негізгі техника-экономикалық көрсеткіштері және кемшіліктері белгіленіп ұсынылған.

Түйінді сөздер: кен үңгірлі діңгекті қазу жүйесі, кен үңгір аралық кентірек, Жезқазған кен орыны, шетелдік кеніштер, техника-экономикалық көрсеткіштер.

UDC 622.273.3

Summary

Bekbergenov D.K.[1], Tolysbaev A.K. [2]
([1]Republic of Kazakhstan, c.Almaty, Mining institute after D.A. Kunaev
[2]Republic of Kazakhstan, Karaganda, LTD «Corporation Kazakhmys»)

FOREIGN PRACTICE AND UNDERGROUND DEVELOPMENT OF ZHEZKAZGAN OF DEPOSIT BY RIB-AND-PILLAR

In the present article a review is given on foreign practice and underground development of Zhezkazgan of deposit with the use of rib-and-pillar. The main technical and economic indicators according to domestic and foreign underground mines are also presented and shortcomings, problems on this technology are noted.

Keywords. rib-and-pillar, interchamber pillar, Zhezkazgan deposit, foreign mines, technical and economic indicators.

ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА И ГОРНЫХ НАУК

УДК 622.1

Рысбеков К.Б.

ПОДГОТОВКА КАДРОВ В КАЗНИТУ ИМЕНИ К. И. САТПАЕВА ДЛЯ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Аннотация

В данной работе приведены сведения по подготовке кадров в КазНИТУ имени К.И. Сатпаева для горно-металлургического отрасли Республики Казахстан.

***Ключевые слова**: кадры, студенты, бакалавры, магистранты, кафедры, лаборатории, практика, трудоустройство и специалисты.*

***Түйінді сөздер:** кадр, студент, бакалавр, магистранттар, кафедралар, лабораториялар, тәжірибе, жұмсқа орналастыру және специалисттер.*

***Keywords:** staff, students, bachelors, masters, department, laboratory, practices, employment and specialists.*

Одному из ведущих и старейших научно-исследовательских институтов Казахстана в области горного дела, исполняется 70 лет. Сегодня Институт горного дела им. Д.А. Кунаева – один из крупнейших научно-исследовательских центров Казахстана и Центральной Азии, осуществляющий научно-техническое обеспечение горного производства.

Для повышения квалификации сотрудников и подготовки кадров с высшим и послевузовским образованием Институт горного дела им. Д.А. Кунаева поддерживает тесные творческие связи с НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева» в структуру которого входит Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова.

В настоящее время в составе института восемь выпускающих кафедр: «Маркшейдерское дело и геодезия» (заведующий кафедрой канд техн. наук О. Сарыбаев); «Открытые горные работы» (заведующий кафедрой академик НАН РК, д-р техн. наук, профессор Б.Р. Ракишев); «Подземная разработка полезных ископаемых» (заведующий кафедрой д-р. техн. наук, доцент Т. Кабетенов); «Горные и металлургические машины и оборудование» (заведующий кафедрой канд. техн. наук, профессор Б.И. Искаков); «Разрушение горных пород и шахтное строительство» (заведующий кафедрой д-р техн. наук, профессор А. Бегалинов); «Металлургия благородных металлов и обогащение полезных ископаемых» (заведующий кафедрой канд техн. наук, доцент М.Р. Шаутенов); «Металлургические процессы, теплотехника и технология специальных материалов» (заведующий кафедрой д-р техн. наук, профессор А.О. Байконурова); «Металлургия цветных металлов» (заведующий кафедрой д-р техн. наук, профессор Т.С. Даулетбаков).

Институт возглавляет выпускник горного факультета, кандидат технических наук, доцент Рысбеков Канай Бахытович.

Горно-метуллургический институт ведет подготовку по 7-и специальностям бакалавриата, по 8 магистерским и 4-м докторским программам. Подготовка бакалавров, магистрантов и докторантов включают данные направления по Горной и Металлургической инженерии

Подготовка бакалавров, магистрантов и докторов PhD в институте ведется на государственном и русском языках по следующим специальностям:

Специальности бакалавриата:

1. 5В070700 – Горное дело; 5В070900– Металлургия; 5В071100– Геодезия; 5В072400 – Технологические машины и оборудование; 5В073700 – Обогащение полезных ископаемых.

2. СПЕЦИАЛЬНОСТИ МАГИСТРАТУРЫ:

3. 6М070700- Горное дело; 6М070900– Металлургия; 6М071100– Геодезия;

4. 6М071800 – Управление проектами; 6М072400 – Технологические машины и оборудования; 6М074900 – Маркшейдерское дело; 6М074100 – Картография;

5. СПЕЦИАЛЬНОСТИ ДОКТОРАНТУРЫ PhD:

6. 6D070700– Горное дело; 6D070900– Металлургия; 6D071100– Геодезия.

В 2010 учебном году все специальности прошли международную аккредитацию АИОР (Россия), ABET (США) и ASIIN (Германия) на 5 лет.

В настоящее время в институте обучаются около 1500 студентов по дневной форме обучения по 7 специальностям, более 200 магистрантов и 33 докторанта.

Научно–педагогическую работу ведут профессора, доценты, старшие преподаватели и преподаватели (всего 144 чел.), в том числе 25 докторов и 54 кандидата наук и 6 докторов PhD. Среди ППС доктора наук: академики НАН РК Ракишев Б.Р., Адилов К.Н., Кожахметов С.М., профессора Бегалинов А.Б., Байгурин Ж., Байконурова А.О., Даулетбаков Т.С., Нурпеисова М.Б., Кабетенов Т., Цеховой А.Ф., Бейсебаев А.М., Калыбеков Т.К., Крупник Л.А., Юсупов Х.А., Цой С.В., Столповских И.Н., Луганов В.А., Тлеугабулов С.М., кандидаты технических наук, профессора Нысанбай Г., Искаков Б.И., Баязит Н.Х., Ильмухамедов Т.Г., Кошербаев К.Т., Джантуреев А. и др.

Институт тесно сотрудничает с более 20-ти компаниями, которые обеспечивают базой для практики, трудоустройства, совместных НИР, стажировки для ППС, консалтинговых услуг. Данные компании являются членами Индустриально-консультативного Комитета университета. Для качественной подготовки специалистов кафедры имеют учебно-лабораторную базу, оснащенную современными приборами, оборудованием, действующими макетами техники и технологии, используемых в учебном процессе. Институт имеет 33 учебные и научные лаборатории.

Основными стратегическими партнерами института с индустрией являются: ТОО «КазМинералз» «Васильковский ГОК»; «Соколовско-Сарбайское объединение»; ТОО «Казцинк»; «КазГеоКосмос» ; «Мунайгаз»; «Донской ГОК»;ТОО «Корпорация Казахмыс»; «Евроазиатская энергетическая корпорация»; НАК «Казатомпром»; АО «Казахвзрывпром»; «Майкаин-Золото»; АО «Мангистаумунайгаз». - СП «Карачаганак Петролиум Ltd»; СП «NOVA цинк»; Разрез «Восточный» - «Жайремский ГОК»; «Казахстан ГИС центр» при МО

РК; ТОО «Майкубен - Вест»; ТОО «Узеньмунайгаз»; ТОО «A.I.D.D» - (Алмазное бурение); ТОО «Тас-кум»; ТОО Казфосфат; ТОО «Жерек»; ТОО «Богатырь комир»; ТОО «Шалкия цинк Ltd»; ТОО Leica Геосистемс Казахстан»; ТОО «Геосервис - С»; ТОО «Интеррин»; ТОО «Геокен»; ТОО «Геокурс»; ТОО «Казгеокарт»; «АлматыМетроКурылыс», РУ-6 *и др.*

Для закрепления теоретических знаний практическими навыками по договору с промышленными предприятиями студенты проходят учебную, производственную и преддипломную практики**.** В структуре института имеется научно-производственный центр, *6 филиалов*: в Институте горного дела им. Д.А. Кунаева, на заводе «МассагетПлюс», КазГеокарт, АлматыМетрокурылыс, АВРЗ , «Leica» и *два учебных полигона*: Капчагайский геодезический полигон и «Учебный полигон института».

Одним из ключевых показателей, характеризующих исследовательский университет является его международный авторитет, «узнаваемость» в мировом образовательном пространстве. В этом направлении институт продолжает налаживать сотрудничество с вузами - партнерами и другими организациями зарубежных стран по совместным образовательным программам и научно-исследовательскими проектам.

Институт имеет устойчивые связи с Высшим техническим университетом прикладных наук (г. Бохум, Германия); Техническим университетом Горной Академии Фрайберга (г. Фрайберг, Германия); Техническим университетом Kalushta (Германия); Горной школой Колорадо (США); Московским государственным горным университетом; Санкт–Петербургским горным университетом; НИТУ Московским государственным технологическим институтом стали и сплавов; Уральским горным университетом; Хельсинским технологическим университетом; Дублинским университетом; ИПКОН РАН;

МИГАИК; Квислендским университетом (г. Брисбан. Австралия); Израильским Технологическим институтом ТЕХНИОН (г. Хайфа, Израиль); Магнитогорским государственным техническим университетом им. Г.И.Носова; Аккредитационными агентствами: АИОР,ASIIN,ABET.

Результатом тесных творческих международных связей является широкое участие профессорско-преподавательского состава института в Международных научных конференциях, симпозиумах, выезд за рубеж на стажировку.

Одним из важных приоритетов института является научно-исследовательская деятельность. Имеющаяся материально–техническая база позволяет решать актуальные задачи, стоящие перед горно-металлургической наукой и производством. Сотрудниками института выполняются научные работы на сумму более 300 млн. тенге. Сформировались новые научные направления, соответствующие реальным рыночным запросам горно-металлургического комплекса республики. Главными научными направлениями института стали: разработка новых способов управления геотехнологическими процессами горных работ, методы, технологии и механизация для горного производства. Разработаны технологические регламенты металлургических технологий, обеспечивающие комплексную и глубокую переработку минерального и техногенного сырья цветной и черной металлургии и получения современных материалов на основе металлов Казахстана.

Профессорско–преподавательский состав кафедр института активно занимается разработкой учебной, учебно–методической литературы, как на государственном, так и на русском языках. Учеными института за последние 2 года опубликовано 20 монографий, получены 22 актов внедерения, изданы 40 учебников и учебных пособий, более 300 научных статей и тезисов докладов на международных и республиканских конференциях, получено 30 инновационых патентов и опубликованы 50 статьи с ненулевым импакт-фактором.

Научные труды сотрудников института опубликованы в Канаде, США, Франции, Турции, Японии, Венгрии, Австралии, Канаде, КНР, Италии, Германии, Греции, России, Узбекистане, Киргизии, Украине и других государствах.

Студенты активно привлекаются на кафедрах к выполнению научно-исследовательских работ. Результаты исследований ежегодно докладываются на университетских и республиканских студенческих научно-технических конференциях и отмечаются наградами.

Подготовку научно–педагогических кадров высшей квалификации институт осуществляет через магистратуру и докторантуру. За последние три года подготовлено, 5 - PhD доктора и более 20 - магистрантов из числа сотрудников института.

Институт гордится своими выпускниками. Среди выпускников академики и члены-корреспонденты НАН РК, руководители производств, лауреаты Ленинской и Государственных премий, доктора наук. Среди них: писатель с мировым именем, книги которого переведены в десятках стран, И. Есенберлин; Герои Социалистического труда: В. А. Гребенюк, Г. О. Омаров, С. И. Покровский; академики НАН РК: О. А. Байконуров, Ш. А. Алтаев, Ш. А. Болгожин, Ж.С. Ержанов, Б.Р. Ракишев, Е.И. Рогов; члены-корреспонденты НАН РК: А.Ж.Машанов, Ж.М. Канлыбаева, А. М. Мустафина, П. Ч. Чулаков; лауреаты Ленинской премии А. Н. Джакупбаев и И.Ш. Коган; лауреаты Государственной премии СССР: Д. О. Ешпанов, В. Ш. Шарипов, В. Ф. Щербинин; крупные деятели промышленности: заместитель министра угольной промышленности - начальник объединения «Зарубежуголь» СССР А. Д. Ясько, первый секретарь Восточно-Казахстанского обкома партии А. В. Милкин; министры Республики Казахстан Б. Р. Ахметгалиев, А. Бегалинов, В. В. Костюченко, О. М. Мулькибаев; заместители министров, председатели республиканских комитетов и агентств: М. Ж. Битимбаев. Министр ЧС РК Божко Л.М.

Есть среди выпускников и знаменитые спортсмены, известные поэты, писатели и артисты, такие как чемпион мира, Заслуженный мастер спорта и заслуженный тренер СССР - З. Джаркешев, покоритель Эверста К. Валиев; поэт, лауреат Государственной премии Казахстана Иран – Гайып (И.А. Оразбаев).

В сфере развития воспитательной работы КазНИТУ ежегодно по Плану культурно-массовых мероприятий, в котором активно участвуют студенты и ППС института. Более 75% студентов принимают активное участие в реализации мероприятий в сфере молодежной

политики и патриотического воспитания, вовлечены в вопросы качества подготовки, управления и самоуправления. Создан студенческий Парламент**,** для развития личности студента КазНТУ как человека интеллигентного, творческого, инициативного, способного к саморазвитию, признающего гуманное отношение к человеку наивысшей ценностью, обладающего демократическим сознанием, отвечающего современным социально-экономическим требованиям к квалифицированному специалисту.

1. Налажены связи: студент-эдвайзер- кафедра, студент-эдвайзер-дирекция.
2. Особое внимание в институте уделяется реализации Концепции формирования здорового образа жизни и профилактики заболеваний в КазНИТУ им. К.И. Сатпаева на период до 2020 года. Основополагающим принципом этого направления деятельности является девиз «Здоровье нации – основа нашего успешного будущего».
3. Существуют различные спортивные секции, а также различные кружки художественной деятельности, где студенты ГМИ активно участвуют. По проведению различных спортивно-оздоровительных и творческих мероприятий студенты ГМИ занимают лидирующие места, а это, прежде всего, показатель массовости и постоянства в проведении воспитательной работы среди студенческой молодежи. Вовлеченность студентов ГМИ в секции Спортклуба КазНИТУ.

ӘОЖ 622.1

Резюме

Рысбеков Қ.Б.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ТАУ-КЕН МЕТАЛЛУРГИЯСЫ САЛАСЫНА АРНАЛҒАН КАДРЛАРДЫ Қ.И. СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗҰЗТУ-ДА ДАЙЫНДАУ

Төменде ҚР-ның Тау-кен металлургиясы саласына арналған кадрларды Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ-да дайындау мәліметтері келтірілген.

Түйінді сөздер: кадр, студент, бакалавр, магистранттар, кафедралар, лабораториялар, тәжірибе, жұмсқа орналастыру және специалисттер.

UDC 622.1

Summary

Rysbekov K.

TRAINING PERSONNEL IN KAZNRTU NAMED AFTER K.I. SATPAEV FOR THE MINING AND METALLURGICAL INDUSTRY OF KAZAKHSTAN

This paper presents information on training personnel in KazNRTU named after K.I. Satpaev for the mining and metallurgical industry of Kazakhstan.

Keywords: staff, students, bachelors, masters, department, laboratory, practices, employment and specialists.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Абдибеков Н.К.	К.т.н., НС лаб. УГП ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Абдугалиева Г.Ю.	Д.т.н., доцент, зав. лаб. СПОИГВ ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Абиров А.А.	К.т.н., зав. лаб. водоснабжения и водоотведения ТОО Казахстанский научно-технический центр развития ЖКХ», г. Астана
Адилханова Ж.А.	К.т.н., зав. лаб. АСУТП ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Азимхан Е.И.	К.т.н., СНС лаб. ОТТДПИ ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Айтжанова Д.А.	СНС, Институт экономики МОН РК
Акбаров Е.Е.	Директор ТОО «Жумыс-Стройсервис», г. Караганда
Алтаева А.А.	Магистр, инженер ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Альжанов Е.К.	ТОО «Корпорация Казахмыс» - ПО «Жезказганцветмет», г. Жезказган, РК
Ананин А.И.	К.т.н., зам директора по научной работе Филиал РГП ЦКПМС РК» «ВНИИцветмет» г. Усть-Каменогорск
Асаинов С.Т.	К.т.н., главный инженер ТОО Научно-инженерный центр «ГеоМарк», г. Караганда
Асанов В.А.	Д.т.н., проф., зав.лаб. ФГБУН Горный институт УрО РАН, г. Пермь, РФ
Аханов Т.М.	К.т.н., директор по проектированию ТОО «Корпорация Казахмыс»
Ахматнуров Д.Р.	Докторант каф. РМПИ КарГТУ, г. Караганда
Ахмедов Д.Ш.	Д.т.н., директор Института космической техники и технологий
Базарбекова А.М.	Магистр экономических наук, специалист представительства AXTER в Казахстане
Баитов Ж.К.	ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Байгенженов О.С.	Ph.D, СНС лаб. ред. мет. РГП «НЦ КПМС РК», г. Алматы
Баймуратов У.	Д.э.н., академик НАН РК, директор Института социальной экономики и финансов г. Алматы
Барях А.А.	Д.т.н., проф., директор ГИ УрО РАН, г. Пермь, РФ
Беделова Ж.Д.	Инженер лаб. технологии электрохимических процессов РГП «НЦ КПМС РК», г. Алматы
Бекбергенов Д.К.	К.т.н., зав. лаб. КОН ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Бельтюков Н.Л.	ГИ УрО РАН, г. Пермь, Россия
Бердинова Н.О.	Инженер лаб. ГД ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Бимагамбетов М.А.	К.т.н., проф. Академия гражданской авиации, г. Алматы
Бисенгалиев А.И.	К.т.н., старший инженер эколог ГолдерАссошиэйтс (Казахстан) г. Атырау, РК
Битимбаев М.Ж.	Д.т.н., проф., академик НИА РК, ГНС, Национальная инженерная академия РК, г. Алматы
Богдан С.И.	К.т.н., доцент, каф. Теор. и прикладной механики, Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь
Бояндинова А.А.	Д.т.н., ГНС, ученый секретарь ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы

Брагин П.А.	Эксперт ООО «Глобал Майнинг Эксплозив – Раша», г. Москва, РФ
Бутаков А.В.	К.т.н., заместитель Генерального директора ТОО «Горное бюро» ТОО «Горное бюро», г. Алматы
Вареха Ж.П.	К.т.н., зав. лаб. ТОО «Институт проблем комплексного освоения недр, г. Караганда
Волков А.П.	К.т.н., зав.лаб. ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Габайдуллин Р.И.	К.т.н., зам. директора по научной работе ТОО «Научно-инженерный центр «ГеоМарк», г. Караганда
Габдуллин Т.Г.	К.э.н., директор Центра отраслевого анализа АО «Казахстанский институт развития индустрии» г. Астана
Глебов А. В.	К.т.н., зам. директора по научным вопросам ФГБУН ИГД УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия
Гоосен Е.В.	К.э.н., доцент, ведущий инженер, Институт угля СО РАН
Госманов М.К.	Магистр, СНС, ТОО «Казахстанский научно-технический центр развития ЖКХ», г. Астана
Дагубаева А.Т.	Инженер лаб. технологии электрохимических процессов РГП «НЦ КПМС РК», г. Алматы
Данилов Б.Б.	Д.т.н., зав. лаб.подземной строительной геотехники и геотехнологий, Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, РФ
Демехов Ю.В.	К.т.н. Генеральный директор горнорудной компании НАК «Казатомпром», РК
Демина Т.В.	К.т.н., ст. преп. каф. Рудничной аэрологии и промышленной безопасности КарГТУ, г. Караганда, РК
Джангулова Г.К.	К.т.н., СНС лаб. ГД ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Джапаев С.К.	К.т.н. лаб. ГД ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Дрижд Н.А.	Д.т.н., проф. каф. РМПИ КарГТУ, г. Караганда
Евсеев А.В.	ГИ УрО РАН, г. Пермь, РФ
Едильбаев А.И.	Д.т.н., генеральный директор ТОО «Горное бюро», г. Алматы
Едыгенов Е.К.	Д.т.н., зав.отделом ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Еркешов А.Е.	Главный геотехник ТОО «Корпорация Казахмыс» - ПО «Жезказганцветмет», г.Жезказган, РК
Ефентьев Г.А.	МНС Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск, РФ
Жакселеков М.М.	Заместитель Председателя Правления АО «Шалкия-Цинк ЛТД»
Жалгасулы Н.	Д.т.н., проф. зав. отд. ЭИБГР ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Жаркенов Е.Б.	Магистр техники и технологий, СНС, ТОО «Казахстанский научно-технический центр развития ЖКХ», г. Астана
Жаркимбаев Б.М.	К.т.н., проф. КазНИТУ им. К.И.Сатпаева
Жуматаев Б.А.	Генеральный директор ТОО «Горные технологии», г. Житикара
Журавков М.А.	Д.ф.-м.н., проф., зав. каф. Теор. и прикладной механики, Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь
Замалиев Н.М.	Докторант каф. РМПИ КарГТУ, г. Караганда

Запорожец В.Ю.	Главный инженер проектов ОАО Гипроруда», г. Санкт-Петербург, РФ
Захаров А.М.	Магистрант каф. РМПИ КарГТУ, г. Караганда
Земсков А.Н.	Д.т.н., вице-президент «Группа предприятий «ЗУМК» по науке и технической политике, член Высшего горного совета России, г. Пермь, Россия
Ибылдаев М.Х.	К.т.н., доцент, Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати, г. Тараз, РК
Избасханов К.С.	Заместитель Председателя Правления АО «Тау-Кен-Самрук»
Искакова Д.Е.	Магистрант, Государственный университет имени Шакарима г. Семей, РК
Ищанов Т.К.	К.т.н., доцент КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы
Кабирова С.В.	ТОО «Жумыс-Стройсервис», г.Караганда
Калиев Б.Н.	Горный инженер, нач. проектного отдела ТОО «ГСК-Шахтпроект», г. Алматы
Калиева А.П.	К.т.н., доцент КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы
Каплунов Д.Р.	Д.т.н., чл.-корр. РАН, ИПКОН РАН г. Москва, РФ
Карабалин У.С.	Зам. министра энергетики Республики Казахстан
Клишин В.И.	Д.т.н., чл.-корр. РАН, директор Институт угля СО РАН
Кожевников А.А.	Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина
Кожогулов Б.К.	К.э.н., директор ПИЦ «Кен-Тоо», г. Бишкек, Кыргызстан
Кожогулов К. Ч.	Д.т.н., чл.-корр. НАН Кыргызской Республики, Институт геомеханики и освоения недр НАН КР г. Бишкек, Кыргызстан
Козлов В.А.	Д.т.н., профессор, академик НАН РК и РАН, АО КазНИТУ им. К. И. Сатпаева, г. Алматы
Комекова Н.М.	Магистр, PhD-докторант Казахстанско-Британского университета, инженер лаб. редких металлов, РГП «НЦ КПМС РК», г. Алматы
Коновалов О.Л.	СНС лаб. Информационных технологий и компьютерной графики, Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь
Кораблев Г.А.	К.т.н. ВНС, лаб. РДГП ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Корнилков С.В.	Д.т.н., проф., директор ИГД УрО РАН, г. Екатеринбург, РФ
Коробов И.В.	Инженер Филиал РГП «НЦ КПМС РК» «ВНИИцветмет», г. Усть-Каменогорск
Котяшов В.С.	ООО АВТ-УралСервис
Куанышбайулы С.	Начальник горного отдела, Головной проектный институт ТОО «Корпорация Казахмыс», г. Астана
Кубеев Р.У.	Инженер, заместитель директора по производству ТОО «BaryMining», г. Алматы
Куваков С.Ж.	Инженер ИГиОН НАН КР Институт геомеханики и освоения недр НАН КР, г. Бишкек, Кыргызстан
Кудряшов В.С.	Главный горняк, зам. начальника отдела по открытым горным работам ОАО Гипроруда», г. Санкт-Петербург, РФ
Левин Е.Л.	Главный специалист горнотранспортного отдела ОАО Гипроруда», г. Санкт-Петербург, РФ

Ли Э.М.	Зав. отделом обогащения минерального сырья и полупромышленных испытаний, Филиал РГП «НЦ КПМС РК» ГНПОПЭ «Казмеханобр», Алматы
Лис С.Н.	СНС ТОО «Институт проблем комплексного освоения недр», г. Караганда
Лисенков А.А.	Д.т.н., зав лаб., ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Магзумов Т.М.	ТОО «Корпорация «Казахмыс», Казахстан
Майстровский М.А.	Ведущий инженер лаб. УГП ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Макажанова Н. М.	К.т.н., ст.преподаватель КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы
Максимович Н.Г.	К.геол.- минер.н., доц., зам.дир. по НИР, Естественнонаучный институт Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь, Россия
Маусымбаева А.Д.	К.т.н., ст. предподаватель каф. Разработки месторождений полезных ископаемых, КарГТУ, г.Караганда
Мальшакова Н.И.	ТОО «Корпорация Казахмыс» - ПО «Жезказганцветмет», г. Жезказган, РК
Махамбетов Б.Т.	Начальник технико-экономического отдела, головной проектный институт ТОО «Корпорация Казахмыс», г. Астана
Меньшиков П. В.	ИГД УрО РАН
Метакса Г.П.	Д.т.н. ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Милетенко Н.А.	К.т.н., СНС ИПКОН РАН, г. Москва, РФ
Музгина В.С.	Д.т.н., менеджер по науке и развитию ТОО «Горное бюро», г. Алматы
Муллагалиев Ф.А	К.т.н., зам. дир. ТОО «Жумыс-Стройсервис», г. Караганда
Мусин А.А.	Магистр горного дела, НС ТОО «Институт проблем комплексного освоения недр», г. Караганда
Неборокова Н.Н.	Ведущий инженер ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Низаметдинов Н.Ф.	К.т.н., бренд-менеджер Геоматика и ГИС ТОО «Leica Geosystems Kazakhstan» г. Алматы
Никитенко С.М.	Д.э.н., доцент, ВНС Институт угля СО РАН,
Николаев Ю.И.	К.т.н., МНС Института горного дела СО РАН, г. Новосибирск, РФ
Ниязов Абдулхай А.	К.т.н., зам. дир. по научной работе, Филиал РГП «НЦ КПМС РК» ГНПОПЭ «Казмеханобр», г. Алматы
Ниязов Али А.	Директор рудника, экономист-менеджер ТОО «Марганец»
Ниязов А.В.	Член совета директоров Банк RBK
Нурлыбаев Р.О.	К.т.н., ВНС ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Нурхожаев Е.С.	Председатель правления АО «Костанайские минералы», г. Житикара
Огай Е.К.	Д.т.н., профессор
Онищин В.П.	Д.т.н., ЗАО «Горнопромышленная группа «ЭЗТАБ», г. Санкт-Петербург, РФ
Осипов П.А.	К.т.н., СНС лаб. ред. мет. РГП «НЦ КПМС РК», г. Алматы
Пак Л.Н	К.т.н., ВНС, зам дир. по научной работе Филиал

	РГП «НЦКПМС РК» «ВНИИцветмет», г. Усть-Каменогорск
Петрович С.И.	Д.т.н. г. Санкт-Петербург, РФ
Понятов Ю.А.	Зам. зав. лаб. космических информационных технологий
Портнов В.С.	Д.т.н., проф., нач. Послевузовского управления КарГТУ, г.Караганда
РадченкоД.Н.	К.т.н., доцент, СНС ИПКОН РАН г. Москва, РФ
Ракишев Б.Р.	Д.т.н., проф., академик НАН РК, зав. каф. КазНИТУ им. К. И. Сатпаева, г. Алматы
Ратов Б.Т.	Д.т.н., зав. каф. НАО КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы
Рахимбеков С.М.	Д.т.н., проф. каф. МДиГ КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы
Рыльникова М.В.	Д.т.н. ИПКОН РАН г. Москва, РФ
Рогов А.Е.	Д.т.н., проф., ГНС ОТТДПИ ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Рогов Е.И.	Д.т.н., проф., академик НАН РК, зав.лаб. ОТТДПИ ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Рысбеков К.Б.	К.т.н., директор Горно-металлургического института имени О.А. Байконурова КазНИТУ им. К. И. Сатпаева
Сабанов С.М.	PhD, главный консультант, зав. горным отделом, SRKConsulting (Kazakhstan) Ltd, г. Алматы
Сабиров Б.	НАО КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы
Сабирова Л.Б.	К.т.н. ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Салыков Е.К.	К.т.н., главный инженер, Головной проектный институт ТОО «Корпорация Казахмыс», г. Астана
Сартбаев М.К.	Д.т.н., проф., ГНС лаб. ФХСПМС ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Сердюков А.Л.	Главный инженер, первый зам. генерального директора ОАО «Гипроруда», г. Санкт-Петербург, РФ
Синицын В.А.	ИГД УрО РАН
Синцов С.Е.	ООО АВТ-УралСервис
Смашев Н.Ж.	Каспийский университет, г. Алматы
Смоляницкий Б.Н.	Д.т.н., зав. отделом горной и строительной геотехники, Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, РФ
Степаненко А.С.	К.т.н., СНС лаб. ред. мет. РГП «НЦ КПМС РК», г. Алматы
Столяров П.Н.	К.т.н., ведущий специалист ФГУП ЦНИИХМ, г. Москва, РФ
Стукалова Н.Г.	К.т.н., СНС РГП НЦ КПМС РК г. Алматы
Султанов Р.М.	Инженер, начальник производственно-технического отдела ТОО «Горное бюро», г. Алматы
Съедина С.А.	Магистр, инженер ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Табылганова А.Н.	К.т.н., СНС лаб. технологии электрохимических процессов РГП «НЦ КПМС РК», г. Алматы
Токсаров В.Н.	К.т.н., СНС ФГБУН Горный институт УрО РАН, г. Пермь, РФ
Толысбаев А.К.	Главный геомеханик ТОО «Корпорация Казахмыс»
Трубецкой К.Н.	Д.т.н., проф., академик РАН ИПКОН РАН г. Москва, РФ
Тулебаев К.К.	К.т.н., зав. лаб. УГП ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы

Ударцев А.А.	ГИ УрО РАН, г. Пермь, Россия
Файзуллин М.А.	К.т.н., ВНС ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Федосеев В.А.	ООО АВТ-УралСервис
Феодоритов М.И.	К.т.н., ведущий эксперт ООО «Глобал Майнинг Эксплозив – Раша», Москва, РФ
Хакимжанов Т.Е.	Д.т.н., проф. каф. «Охрана труда и окружающей среды» Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы
Хайрулина Е.А.	Естественнонаучный институт Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь, Россия
Хасен Б.П.	К.т.н., директор ТОО «Институт проблем комплексного освоения недр», г. Караганда
Хвесеня С.С.	Зав. лаб. Прикладной механики, Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь
Ходжаев Р.Р.	Д.т.н., директор ТОО «Научно-инженерный центр «ГеоМарк», г. Караганда
Хомяков А.П.	К.т.н., ВНС лаб. технологии электрохимических процессов РГП «НЦ КПМС РК», г. Алматы
Цеховой А.Ф.	Д.т.н., проф., През. ОО «Центрально-Азиатский горнопромышленный союз»
Чабдарова Ю.И.	Д.т.н., проф. ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Черманов С.Б.	Инженер лаб. УГП ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Шаймердинов С.А.	ТОО «Корпорация Казахмыс» - ПО «Жезказганцветмет», г. Жезказган, РК
Шалгымбаев С.Т.	К.х.н., доцент, директор, Филиал РГП «НЦ КПМС РК» ГНПОПЭ «Казмеханобр», г. Алматы
Шамганова Л.С.	Д.т.н., зав. отделом геомеханики, ИГД НЦ КПМС РК, г. Алматы
Шаяхметова Р.А.	К.т.н., ВНС лаб. ред. мет. РГП «НЦ КПМС РК», г. Алматы
Шеменев В.Г.	К.т.н., зав. лаб. ИГД УрО РАН, г. Екатеринбург, РФ
Школьник В.С.	Министр энергетики Республики Казахстан
Шмидт-Федотова И.М.	Докторант каф. РМПИ КарГТУ, г. Караганда
Югай В.Д.	К.т.н., директор по производству ТОО «Горное бюро», г. Алматы
Юсупова Г.М.	К.т.н., доцент КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы
Ягфарова Н.И.	Магистр, и.о. зав. сектором имитационного моделирования лаборатории космических информационных технологий
Якунин А.И.	Чл.-корр. МАИН, директор представительства AXTER в Казахстане, г. Алматы

СОДЕРЖАНИЕ

ПРИВЕТСТВИЯ

участникам конференции и сотрудникам
Института горного дела им. Д. А. Кунаева

Рау А.П. - Вице-министр по инвестициям и развитию Республики Казахстан ……. 3

Школьник В.С. - Министр энергетики Республики Казахстан …….. 4

Жарменов А. А. - Генеральный директор РГП «НЦ КПМС РК»,
академик НАН РК ……..…….. 5

Зейнуллин А.А. - Уполномоченное лицо НАО «КазНИТУ им. К.И. Сатпаева»,
д.т.н., проф. академик КазНАЕН ……..……..……. 6

Буктуков Н.С. - Директор ИГД им. Д.А. Кунаева,
член-корреспондент НАН РК ……..……... 7

Каюпов М.А. - Академик НАН РК ……..…….. 8

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Ракишев Б.Р. Развитие инновационных и высоких технологий - мощный
импульс для комплексного использования минерального сырья …… 9

Клишин В.И. Никитенко С.М. Гоосен Е.В. Комплексное освоение
недр на принципах государственно-частного партнерства ……..……... 17

Школьник В.С., Рогов Е.И., Карабалин У.С., Огай Е.К., Рогов А.Е.
Инновационный способ добычи нефти с заводнением пластов с кустовым
способом расположения добычных скважин в центре каждой ячейки …..……. 24

Корнилков С.В. Современные технологические перспективы и требования
к развитию минерально-сырьевой базы: комплексность, энергоэффективность ……... 31

Цеховой А.Ф. Роль гражданских инициатив в развитии
горно-металлургического комплекса Казахстана …….……..…. ……..…. 41

Кожогулов К. Ч. Обеспечение безопасности при комбинированной
разработке рудных месторождений Кыргызстана ……..…….. 45

Баймуратов У. Б. Индустриально-инновационное развитие Казахстана в контексте
формирования гармоничной «зеленой» экономики …… 50

Журавков М. А. Хвесеня С. С. Коновалов О. Л. Богдан С. И.
Информационная основа и технологии геомеханического моделирования …….…… 56

СЕКЦИОННЫЕ ДОКЛАДЫ

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Ананин А.И., Пак Л.Н., Коробов И.В. Управление состоянием массива при
отработке месторождения «Талдыбулак Левобережный» ……. 63

Азимхан К.А., Рогов Е.И., Рогов А.Е. Способ отработки эксплуатационных
блоков центробежным насосом ……. 68

Абиров А.А. Данилов Б.Б., Смоляницкий Б.Н., Жаркенов Е.Б., Госманов М.К.
Совершенствование технологии бурения скважин в горном
и строительном производстве ……... 75

Онищин В.П., Кожевников А.А., Сабиров Б., Ратов Б.Т. Анализ современных
конструкций породоразрушающего инструмента для бурения глубоких
скважин на нефть и газ ……..… 81

ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И УПРАВЛЕНИЕ ИМИ ПРИ ДОБЫЧЕ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Кожогулов К.Ч., Куваков С.Ж. Напряженное состояние подкарьерных целиков при комбинированной разработке месторождения «Макмал» ……..… 85

Асанов В.А., Барях А.А., Токсаров В.Н., Евсеев А.В. Методика геомеханической оценки длительной устойчивости междукамерных целиков …….. 91

Николаев Ю.И., Ефентьев Г.А. Обоснование нового направления в развитии анкерного крепления …….. 96

Шамганова Л. С., Тулебаев К. К., Абдибеков Н. К. Оценка устойчивого состояния бортов карьера и внутреннего отвала на Житикаринском месторождении ……. 102

Рахимбеков С.М., Ниязов А.В., Ниязов А.А. Адаптивное управление геомеханическими процессами ……... 109

Токсаров В.Н, Шамганова Л.С., Асанов В.А., Бельтюков Н.Л., Ударцев А.А. Оценка напряженного состояния целиков на руднике Жомарт ……. 114

Шамганова Л.С., Тулебаев К.К., Баитов Ж.К., Съедина С.А., Алтаева А.А. Геомеханическое обоснование отработки золоторудных месторождений открытым способом ……. 120

Шамганова Л.С., Тулебаев К.К., Магзумов Т.М., Волков А.П., Битимбаев М.Ж., Майстровский М.А., Джапаев С.К. Геомеханическое обоснование отработки пологих рудных залежей средней мощности месторождения Жаман-Айбат 124

Чабдарова Ю.И., Метакса Г.П. Мониторинг состояния горных пород при разработке Жезказганского месторождения (макроуровень рассмотрения) …….. 133

Шамганова Л.С., Тулебаев К.К., Джангулова Г.К., Черманов С.Б. Определение физико-механических свойств горных пород месторождения Коктасжал в лабораторных условиях 139

Портнов В.С., Демина Т.В., Маусымбаева А. Д. Борьба с пучением пород почвы в подготовительных выработках угольных шахт ……..…….. 144

Съедина С.А., Жаркимбаев Б.М. Выбор рейтинговой классификации для определения характеристик массива горных пород ...…….…….. 150

Еркешов А.Е., Альжанов Е.К., Мальшакова Н.И. Рекомендации по повышению эффективности схемы отработки и управления горным давлением на руднике «Жомарт» ……...…… 157

Еркешов А.Е., Альжанов Е.К., Шаймердинов С.А. Результаты опытной проверки отработки малых карьеров вблизи охраняемых объектов …….…….. 159

БУРОВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ И ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА

Феодоритов М.И., Шеменев В.Г, Брагин П.А., Корнилков С.В., Столяров П.Н. Особенности взаимодействия эмульсионных ВВ с сульфидными рудами ……..……..... 161

Синцов С.Е., Котяшов В.С., Федосеев В.А., Синицын В.А., Глебов А. В., Шеменев В.Г., Меньшиков П. В. Производственные мощности по изготовлению эмульсионных взрывчатых веществ на предприятии ……... 166

МЕХАНИЗАЦИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ, ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГОРНЫХ РАБОТ

Едыгенов Е.К. Электромагнитные силовые импульсные системы и их применение в горном деле …….…….. 172

Сердюков А.Л., Запорожец В.Ю., Кудряшов В.С., Левин Е.Л. Компьютерное проектирование и планирование горных работ в карьере с динамической оценкой потерь и засорения полезного ископаемого при добыче ……...……..…….. 180

Калиев Б.Н. Проектирование как основа внедрения новых технологий на предприятиях горно-металлургического комплекса …… 186

Низаметдинов Н.Ф. 3D визуализация данных в геодезии …….…… 190

Сабанов С.М. Применение рентабельного подхода пушбэк для планирования горных работ в карьере …… 193

Салыков Е.К., Куанышбайулы С., Махамбетов Б.Т. Перспективы вовлечения в отработку маломощных рудных залежей комбайновым способом …….…… 199

Ибылдаев М.Х. ,Смашев Н.Ж. Повышение надежности технических средств механизации горных работ …….…….. 205

Глебов А.В. К вопросу импортозамещения горно-транспортной техники …..…..… 211

Искакова Д.Е. SMEs place in Kazakhstan economy in frame of EAEU …… 219

Ищанов Т.К., ЮсуповаГ.М., Бимагамбетов М.А., Макажанова Н.М., Калиева А.П. Способ безремонтного поддержания штреков на глубоких шахтах ……..... 223

Адилханова Ж.А., Бояндинова А.А. Основные принципы моделирования и календарного планирования работы экскаваторно-автомобильно-конвейерного комплекса ……..…… 228

Габдуллин Т.Г. Методика экономического обоснования комплексного и рационального использования ценных компонентов сырья, подлежащих извлечению при его переработке ……..…….…. 233

Ахмедов Д.Ш., Понятов Ю.А., Ягфарова Н.И. Технология высокопроизводительных вычислений CUDA в моделировании месторождений твердых полезных ископаемых ……..……...……. 242

Кораблев Г.А., Неборокова Н.Н. Бурильная установка с электромагнитным перфоратором …….……..…. 247

ГЕОЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

Хакимжанов Т.Е., Абдугалиева Г.Ю. Оценка влияния диаметра опережающих скважин на дегазацию угольных пластов …….…….…… 251

Асаинов С.Т., Ходжаев Р.Р., Габайдуллин Р.И. Исследования внезапных прорывов почвы с повышенным газовыделением в очистных выработках на шахтах Карагандинского бассейна …….…… 256

Бутаков А.В. Обеспечение экологической безопасности освоения средних и мелких месторождений Казахстана ……..…….…… 262

Айтжанова Д. А., Жалгасулы Н. Обеспечение комплексного освоения природно-ресурсного потенциала минерально-сырьевого комплекса Казахстана с учетом экологических факторов …….……..…… 267

Бисенгалиев А.И. Разработка электронной базы данных для систематизации наблюдений и данных по мониторингу технических характеристик скважин ……...…… 276

Якунин А.И., Базарбекова А.М. Казахстанская инновационная технология складирования руды и породы ……..……...……... 281

Максимович Н.Г., Хайрулина Е.А. Геохимические барьеры и рациональное недропользование ……...….. 283

КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ, РАЦИОНАЛЬНОЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

Трубецкой К.Н., Милетенко Н.А. Влияние гидрогеологических и геомеханических процессов при освоении недр …….. 290

ЕдильбаевА.И., Югай В.Д.,Музгина В.С., Кубеев Р.У., Султанов Р.М. Освоение новых железорудных месторождений Казахстана: теоретические аспекты и практический опыт ……..……...…….. 294

Кожогулов Б.К. Экономический потенциал горнодобывающей промышленности Кыргызской Республики ……..……. 299

Дрижд Н.А., Муллагалиев Ф.А., Кабирова С.В., Акбаров Е.Е., Ахматнуров Д.Р. О реализации пилотного проекта по извлечению метана из неразгруженных угольных пластов ……..……...……. 306

Дрижд Н.А., Шмидт-Федотова И.М., Замалиев Н.М., Ахматнуров Д.Р., Захаров А.М. Современные способы дегазации в условиях интенсивной нарушенности высокогазоносных угольных пластов ……..……..…… 311

Замалиев Н.М., Дрижд Н.А., Ахматнуров Д.Р., Шмидт-Федотова И.М., Захаров А.М. Запасы метана ликвидированных шахт и их роль в экономике страны …..… 316

Дрижд Н.А., Шмидт-Федотова И.М., Замалиев Н.М., Ахматнуров, Д.Р., Захаров А.М. Перспективы освоения нетрадиционных ресурсов метана угольных пластов Карагандинского бассейна ……..……...…… 322

Аханов Т. М., Волков А.П. Совершенствование камерно-столбовой системы разработки наклонных рудных залежей ……..…… 329

Каплунов Д.Р., Рыльникова, М.В., Радченко Д.Н. Теоретические основы проектирования и апробация полного экологически сбалансированного цикла комплексного освоения рудных месторождений ……..…….. 334

Лисенков А.А., Шамганова Л.С., Бердинова Н.О. Анализ современного технологического потенциала освоения твердых минерально-сырьевых ресурсов Казахстана …… 337

Лисенков А.А. Горно-металлургические кластеры: мировой опыт и казахстанские инициативы ……..…… 342

Рогов Е.И., Рогов А.Е., Демехов Ю.В. Прогноз развития геотехнологий ….…….. 351

Школьник В.С., Рогов Е.И., Карабалин У.С., Огай Е.К., Рогов А.Е. Способ исключения техногенных катастроф при добыче нефти заводнением пластов с ячеистыми схемами ……..……...…… 357

Сабирова Л.Б. Теоретическое обоснование и сущность инновационного Способа восстановления пластовых вод, зараженных техногенезом ……..…… 363

Избасханов К.С, Жакселеков М.М.,Ниязов А.А., Шалгымбаев С.Т., Ли Э.М. К вопросу повышения полноты и комплексности использования минерального сырья на примере сложных по составу полиметаллических руд месторождения «Шалкия» ……...…… 371

Земсков А.Н. Перспективы мировой калийной промышленности на современном этапе …….. 386

Вареха Ж.П., Хасен Б.П., Лис С.Н., Мусин Р.А. Гашение ударных воздушных волн упругоподатливой, изолирующей перемычкой ……..……...…… 391

Вареха Ж.П., Лис С.Н. Определение границ зон дезинтеграции горных пород при подземных взрывах ……..……..…… 395

Козлов В.А., Комекова Н.М. Научная разработка и создание технологии комплексной переработки черных сланцев …….…….. 401

Петрович С.И., Файзулин М.А., Стукалова Н.Г. Рациональная увязка работы добывающих и обогатительных предприятий горно-обогатительных комплексов …..…… 408

Сартбаев М.К., Жалгасулы Н. Извлечение металлов, производство ячеистого бетона и вяжущего из хвостов обогащения руд …….……. 414

Шаяхметова Р.А., Нурхожаев Е.С. , Степаненко А.С., Байгенженов О. С., Осипов П.А., Жуматаев Б.А. Получение хлорида магния и карналлита из хризотил-асбестовых отходов ……. 422

Хомяков А.П., Табылганова А.Н.,Нурхожаев Е.С., Беделова Ж.Д., Дагубаева А.Т. Получение сульфата магния из хризотил-асбестовых отходов ……..…. 428

Нурлыбаев Р.О. Разработка эффективной и безопасной технологии отработки крутопадающих маломощных рудных тел для глубоких горизонтов жильных месторождений ……. 435

Бекбергенов Д.К., Толысбаев А.К. Зарубежная практика и подземная Разработка Жезказганского месторождения камерно-столбовой системой …….. 440

ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА И ГОРНЫХ НАУК

Рысбеков К.Б. Подготовка кадров в КазНИТУ имени К.И. Сатпаева для горно-металлургическй отрасли Республики Казахстан ……..….. 448

Сведения об авторах……...……. 453

Содержание……...…… 459

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОРНОГО
ПРОИЗВОДСТВА

Дизайн и верстка: Шматкова Е. Н.
Подписано в печать 2.09.2015 г.
Формат 60х84/8.
Гарнитура «Times New Roman».
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. П. л. 54
Тираж 200 экз.
Отпечатано с файлов заказчика
В типографии «Service Press».
Адрес: улица Макатаева, 129/1
Тел.: 8 (727) 279 71 34, 352 82 02