

СПЕЦВЫПУСК



ВЕСТНИК

ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

ВЛАДИМИР ВЕРНИГОР:
КАК ОБЕСПЕЧИТЬ БЕЗОПАСНОСТЬ
ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ
НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

**КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО
ПО ГЕОДИНАМИЧЕСКОМУ
РАЙОНИРОВАНИЮ**

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ
ГОРНТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ:**
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

РЕГИОНАЛЬНОЕ СОВЕЩАНИЕ В КРАСНОЯРСКЕ:
КАК УСОВЕРШЕНСТВОВАТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И
ЭКСПЕРТИЗУ ОБЪЕКТОВ УГОЛЬНОЙ И ГОРНОРУДНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ПРИКАЗ РУДОКОПНЫХ ДЕЛ

Ученые, изучающие историю человеческой цивилизации, считают, что горное дело стало одним из самых первых видов производственной деятельности, который освоили люди. В последовавшие тысячелетия внешний облик горнодобывающей отрасли сильно изменился, но она по-прежнему остается важнейшей составляющей современной цивилизации. Для России этот факт имеет особое значение.

История горной отрасли в России начинается с Приказа рудокопных дел, созданного Указом Петра I от 4 сентября 1700 года. За триста с лишним лет, прошедших с этого момента, в нашей стране создан мощный горнопромышленный комплекс. В современной России добываются практически все известные полезные ископаемые, созданы новые города и горнопромышленные регионы в Европейской части России, на Урале и Сибири, на Дальнем Востоке и Крайнем Севере. Статистика наглядно доказывает, что наша страна входит в число тех шести государств, которые производят две трети мирового объема продукции твердых видов минерального сырья. Фактически от работы горнодобывающей отрасли в этих шести странах зависит все на нашей планете – от производства простейших предметов до разработок уникальных приборов, технологий или методик, ведь в основе всей этой деятельности лежит использование материалов, добываемых горняками. Развитие горного дела в стране запускает и другие отрасли: металлургическую, машиностроительную, энергетическую, химическую, строительную и многие другие, не говоря уже о том, что именно оно дало импульс освоению многих горнодобывающих регионов Российской Федерации и развитию градостроительства в них.

Эффективная работа горняков особенно важна для нас, ведь это вопрос не только развития России, но и безопасности государства, и самого его существования. Сегодня деятельность горнодобывающей отрасли в России, как и во всем мире, сталкивается с серьезными проблемами, связанными с увеличением глубины ведения горных работ, ухудшением горно-геологических и горнотехнических условий и, как следствие, с увеличением затрат на эксплуатацию,

обеспечение безопасности ведения горных работ, принятие мер по защите экологии... В условиях, в которых работает горная отрасль сегодня, необходимо внедрять новую технику и передовые технологии, выполнять научно-исследовательские и проектные работы, постоянно совершенствовать законодательную и нормативную базу. Вопросы проектирования объектов горнодобывающей и горно-перерабатывающей промышленности и проведения их государственной экспертизы становятся особенно значимы – настолько, что горняки и эксперты находят время для их всестороннего совместного обсуждения и решения. Так, например, такая дискуссия была проведена на недавнем региональном совещании экспертов Главгосэкспертизы России и представителей отрасли и регуляторов, которое прошло в Красноярске и было посвящено актуальным проблемам государственной экспертизы проектной документации на строительство и реконструкцию объектов горнодобывающей и горно-перерабатывающей промышленности.

Огонь жжет только тех, кто его трогает, но тем, кто умеет им пользоваться, говорит Плутарх, он дает и свет, и тепло, и помощь при всякой работе. Если экстраполировать его мысль далее, можно заметить, что и проблемы опасны только для тех, кто воспринимает их именно как проблемы, а не как вызовы, способствующие дальнейшему продвижению вперед. Те вызовы, с которыми сегодня сталкивается приказ рудокопных дел, те вопросы, которые подняли горняки и эксперты, настолько существенны для дальнейшего развития отрасли, оказывают настолько фундаментальное – как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе, – влияние и на саму отрасль, и на все благополучие страны, что они требуют расширения каналов коммуникаций и, как следствие, привлечения новых аудиторий к совместной работе. Именно поэтому мы решили посвятить настоящий специальный выпуск «Вестника государственной экспертизы» итогам обсуждения выявленных задач и путей их решения и продолжить эту дискуссию на следующем заседании Совета государственной экспертизы.

Председатель Редакционного совета
«Вестника государственной экспертизы»
Игорь Манылов

ЖУРНАЛ «ВЕСТНИК ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ»,
СПЕЦВЫПУСК

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-67577 от 31.10.2016

ISSN: 2658-588X

Учредитель – ФАУ «Главгосэкспертиза России», 101000,
г. Москва, Фуркасовский переулок, дом 6

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Игорь Манылов – начальник ФАУ «Главгосэкспертиза России», председатель Редакционного совета

Юлия Березкина – начальник Ханты-Мансийского филиала ФАУ «Главгосэкспертиза России»

Владимир Вернигор – заместитель начальника ФАУ «Главгосэкспертиза России»

Сергей Волков – ректор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Государственный университет по землеустройству»

Олег Грищенко – начальник ОГАУ «Госэкспертиза Челябинской области»

Анна Ковалева – руководитель Пресс-службы ФАУ «Главгосэкспертиза России», ответственный секретарь Редакционного совета

Александр Красавин – начальник Управления промышленной, ядерной, радиационной, пожарной безопасности и ГОЧС ФАУ «Главгосэкспертиза России»

Миннегэл Попова – советник начальника ФАУ «Главгосэкспертиза России»

РЕДАКЦИЯ

Главный редактор

Анна Ковалева (a.kovaleva@gge.ru)

Заместители главного редактора:

Елена Комарова (e.komarova@gge.ru)

Анастасия Буянова (a.buyanova@gge.ru)

Ответственный секретарь

Елена Аверина (e.averina@gge.ru)

НАД НОМЕРОМ РАБОТАЛИ:

Татьяна Горбачева, Наталья Еремина, Ирина Роговая

ИСПОЛЬЗОВАЛИСЬ ФОТОМАТЕРИАЛЫ:

Shutterstock / Vostok Photo

Фото на обложке: Shutterstock / Vostok Photo

Адрес редакции: 101000, г. Москва, Фуркасовский пер., д. 6

Отпечатано ООО «Астер Плюс»

614064, г. Пермь, ул. Усольская, д. 15, офис 200

Тираж – 300 экз.

Подписано в печать 16.08.2019



**ГЛАВГОСЭКСПЕРТИЗА
РОССИИ**

Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

Редакция оставляет за собой право на сокращение материала и его литературную правку.

Статьи и фотоматериалы следует направлять по электронной почте на адрес редакции: pressa@gge.ru.

ПОДПИСАТЬСЯ НА ЖУРНАЛ «ВЕСТНИК ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ»:

→ Через подписной каталог «Роспечать». Наш подписной индекс: 81037.

→ Используя сервис объединенного каталога «Пресса России», который позволяет оформить подписку онлайн. Оплата подписки производится через филиалы Сбербанка РФ (для физических лиц), по безналичному расчету (для юридических лиц), банковской картой.

Доставка журнала осуществляется ФГУП «Почта России» бандеролью по всей территории России. По Москве и Московской области также доступна курьерская доставка.

ПЕРЕПЕЧАТКА МАТЕРИАЛОВ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ «ВЕСТНИК ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ», ДОПУСКАЕТСЯ ТОЛЬКО С ПИСЬМЕННОГО СОГЛАСИЯ РЕДАКЦИИ.

СОДЕРЖАНИЕ

Промышленная безопасность – приоритетное направление в развитии объектов горнодобывающей отрасли. Итоги регионального совещания по вопросам государственной экспертизы проектной документации объектов угольной и горнорудной промышленности в Красноярске..... 6

**НАТАЛЬЯ ЛЯХОВА
ГЕННАДИЙ ЕГОРОВ
АЛЕКСАНДР ЧАЩИН
О нормативно-правовой документации по проектированию горнодобывающих предприятий на территории России..... 10**

**ВЛАДИМИР ВЕРНИГОР
Актуальные задачи в области промышленной безопасности на объектах ведения горных работ..... 14**

**АНДРЕЙ ТРОФИМОВ
АЛЕКСАНДР РУМЯНЦЕВ
Снижение геотехнических рисков на основе комплексных геомеханических исследований..... 26**

**ВИКТОР СОБОЛЕВ
Особенности проектирования технологических объектов подземных горных работ и повышение уровня безопасности производственных объектов..... 38**

**АНТОН ПАВЛОВИЧ
СЕРГЕЙ ЦИРЕЛЬ
Проблемы инженерно-геологического и геомеханического обеспечения устойчивости бортов карьеров и отвалов..... 42**

МАРИНА РЫЛЬНИКОВА ОЛЕГ ЗОТЕЕВ ЕКАТЕРИНА ЕСИНА Инновационные аспекты проекта Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов».....	50	АЛЕКСАНДР НИКОЛЬСКИЙ СЕРГЕЙ НЕВЕРОВ МАКСИМ ТИШКОВ АЛЕКСАНДР НЕВЕРОВ Ликвидация водного объекта в карьере и возобновление эксплуатации на месторождении трубки «Мир» после аварии.....	74
ВИКТОР ЕФИМОВ ТАТЬЯНА КОРЧАГИНА ПАВЕЛ ДУХНОВ РОМАН ЛУКИН ЛЮДМИЛА ВЕПРОНЦЕВА Актуальные вопросы проведения государственной экспертизы проектной документации объектов угольной промышленности.....	55	ЮРИЙ ДМИТРАК Подготовка кадров по направлению «Горное дело» для проектных и экспертных организаций.....	80
СЕРГЕЙ АЛИН Разработка технологических решений объектов ведения горных работ: формирование исходно-разрешительной документации.....	58	ВАСИЛИЙ ПОДРЕЗ Совершенствование проектной документации: соответствие технологических решений по переработке исходного сырья и размещению отходов.....	86
АНТОН ПОПОВ АРКАДИЙ ШАБАРОВ Комплексный прогноз опасных явлений на основе геодинамического районирования и искусственных нейронных сетей. Руководство по геодинамическому районированию.....	62	ЛЮБОВЬ ПЕХОВА Выбор технологических схем обогащения полезных ископаемых на стадии разработки технологических решений.....	90
ЮРИЙ СИЛЬЧЕНКО Вопросы строительства вертикальных стволов на объектах ведения горных работ.....	68	ДМИТРИЙ АРТЕМЕНКО Применение программных комплексов 3D-моделирования как инструмент повышения эффективности при проектировании и эксплуатации горнодобывающих предприятий.....	94
		Решение регионального совещания по вопросам проведения государственной экспертизы проектной документации объектов угольной и горнорудной промышленности. Проблемы и основные направления совершенствования	98

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ – ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В РАЗВИТИИ ОБЪЕКТОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

18 апреля 2019 года в Красноярске прошло региональное совещание по вопросам государственной экспертизы проектной документации объектов угольной и горнорудной промышленности.

«Промышленная безопасность – приоритетное направление в развитии любого предприятия горнодобывающей отрасли. Ее обеспечение – одна из наиболее важных задач и для института строительной экспертизы, уполномоченного обеспечивать техническую безопасность объектов капитального строительства и эффективность расходования инвестиций, направляемых в капитальное строительство», – заявил Игорь Манылов, открывая совещание. – «Все проекты угольной и горнорудной промышленности индивидуальны, в пределах одного и того же месторождения можно наблюдать изменчивость по мощности и качеству полезных ископаемых, тектоническим особенностям, залеганию пород. Как правило, для одного объекта ведения горных работ проектируется горный комплекс (подземный или открытый) и несколько технологических площадок с производственными зданиями и сооружениями, системами инженерной инфраструктуры. Это требует привлечения высококвалифицированных специалистов, разбирающихся в проектировании и требованиях к подготовке проектно-сметной документации и способных охватить весь спектр возникающих задач. С учетом этих особенностей ключевое значение для реализации проектов горнодобывающего сегмента получает эффективное и грамотно выстроенное взаимодействие между заказчиками, проектировщиками и экспертами на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства, в том числе на стадиях инвестиционного планирования и проектирования».

Такая коллегиальная работа заказчиков строительства, проектировщиков, экспертов, представителей научного и бизнес-сообществ способствует формированию условий для определения наиболее значимых задач, поиска путей их решения и постоянного сотрудничества.

Участники совещания обсудили основные аспекты подготовки проектной документации, проведения государственной экспертизы проектов объектов горнодобывающей и горно-перерабатывающей промышленности и обеспечения промышленной безопасности на объектах ведения горных работ. Заместитель начальника Главгосэкспертизы России Владимир Вернигор обратил внимание слушателей на специфику работы в сложных горно-геологических и горнотехнических условиях.

Обеспечение безопасности ведения горных работ в условиях напряженного состояния массива горных пород – еще одно важное направление, которое заказчикам строительства и проектировщикам следует учитывать при подготовке проектной документации. «Особенно серьезное отношение к геомеханике требуется при отработке запасов месторождений полезных ископаемых на глубоких горизонтах в условиях повышенного напряженно-деформированного состояния горного массива и природной газоносности, склонности к горным ударам и внезапным выбросам угля, породы и газа, а также под воздействием других опасных факторов», – подчеркнул Владимир Вернигор.

Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности предусмотрена многофункциональная система безопасности, обеспечивающая в том числе мониторинг и предупреждение условий возникновения опасности геодинамического и техногенного характера. При отработке угольных пластов, склонных к газодинамическим явлениям, необходимо создавать безопасные условия для работы современной высокопроизводительной горной техники, которые не будут ограничивать ее технические возможности. Это возможно при условии широкого применения комплекса региональных мероприятий с исключением локальных



мер по прогнозу и предупреждению газодинамических явлений, выполняемых из очистных и проходческих забоев с риском для жизни. Но приведение горного массива в безопасное состояние с применением региональных (дистанционных) способов до сих пор не реализовано, несмотря на то, что многие шахты отрабатывают свиты угольных пластов, и в этих условиях существуют широкие возможности для снижения концентрации напряжений и предварительной дегазации через скважины, пробуренные из горных выработок смежных пластов.

Владимир Вернигор добавил, что сложившаяся практика показывает возможность успешного использования для предварительной дегазации угольного массива уже применяемых способов управления состоянием массива, предназначенных для борьбы с горными ударами. «Действующей нормативно-технической документацией предусмотрен механизм внедрения новых технологий по предупреждению газодинамического явления, поэтому данный опыт может оказать методическую помощь научным и проектным организациям, угольным компаниям при отработке угольных пластов, склонных к опасным газодинамическим явлениям», – уверен спикер.

Второй аспект безопасного ведения горных работ связан с отработкой глубоких карьеров, когда проектом предусматривается отработка запасов месторождений на больших глубинах открытым способом до глубин 900–1000 м, нередко в условиях высоких напряжений массива горных пород. В действующих нормативных документах отсутствуют методики расчетов параметров бортов карьеров в условиях высоких горизонтальных напряжений массива горных пород, заметил спикер, поэтому возникает проблема обеспечения устойчивости горных выработок и создания безопасных условий ведения горных работ. В настоящее время уже готовится проект правил обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов, в которых предлагается предусмотреть обязательное научное сопровождение горных работ в условиях высоких напряжений массива на глубоких горизонтах, проведение комплекса научных исследований и апробации методик расчета в рамках опытно-промышленных работ.

До разработки и утверждения новых методик расчетов углов уступов и бортов карьера в условиях высоких напряжений предлагается обеспечивать устойчивость бортов карьеров с применением искусственного укрепления



Издание для тех, кто работает в строительной отрасли, заинтересован в ее развитии, считает необходимым повышать свой профессиональный уровень и нуждается в консультациях экспертов Главгосэкспертизы России и лучших теоретиков и практиков, работающих в сфере строительства, а также правоведов, представителей законодателя, регулятора и смежных отраслей.

ПОДПИСНОЙ
ИНДЕКС:
81037



уступов и разгрузкой прибортового массива, используя технологии дистанционного управления напряженно-деформированным состоянием массива горных пород.

Главный специалист Управления промышленной, ядерной, радиационной, пожарной безопасности и ГОЧС Главгосэкспертизы России Юрий Сильченко обратил внимание слушателей на то, что разрабатываемая сегодня проектная документация все чаще предусматривает отработку запасов на глубоких горизонтах и необходимость вертикальных горных выработок глубиной более 1500 м, что не учтено в действующих сводах правил. «Мы предлагаем обсудить возможность внесения изменений в свод правил "Подземные горные выработки" СП 91.13330.2012, чтобы исключить необходимость разработки специальных технических условий», – сообщил Юрий Сильченко.

Эти и другие важные для угольной и горнорудной промышленности вопросы совместно с представителями Главгосэкспертизы обсудили представители государственных органов власти, научных, проектных, изыскательских, специализированных и строительных организаций, а также недропользователи. В ходе открытых дискуссий выступили сотрудники Санкт-Петербургского горного университета, ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт», ФГБУН Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н. В. Мельникова Российской академии наук, ООО «Сибирский институт геотехнических исследований», Центра физико-механических исследований ООО «Институт Гипроникель», ООО «Инжиниринговая компания ЦентрПроект» и других организаций.

Их выступления были посвящены особенностям разработки технологических решений объектов ведения от-

крытых горных работ, аспектам выбора технологических схем обогащения полезных ископаемых на стадии разработки технологических решений, проектированию объектов подземных горных работ в целях повышения уровня промышленной безопасности опасных производственных объектов. Кроме того, были рассмотрены проблемы инженерно-геологического и геомеханического обеспечения устойчивости бортов карьеров и отвалов, геомеханическое обоснование параметров подземных технологий в сложных горно-геологических условиях больших глубин. На площадке круглого стола, который прошел в тот же день, были затронуты изменения в регулировании государственной экспертизы и BIM-моделирование объектов угольной и горнорудной промышленности, иные актуальные задачи, решение которых будет способствовать эффективному развитию не только системы экспертизы, но и горнодобывающего комплекса.

По итогам обсуждения участники совещания подготовили резолюцию с предложениями о внесении изменений в Земельный и Градостроительный кодексы Российской Федерации, в Закон Российской Федерации «О недрах», Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности и действующие методики.

Также в резолюции было отмечено, что в целях повышения безопасности ведения горных работ при отработке месторождений, склонных к горным ударам, внезапным выбросам угля (породы) и газа и при выявлении категории «опасно», необходимо предусматривать преимущественное применение дистанционных технологий приведения горного массива в безопасное состояние вместо локальных, применяемых непосредственно из забоев в присутствии людей.

ПОДПИСАТЬСЯ НА ЖУРНАЛ «ВЕСТНИК ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ»:

- Через подписной каталог «Роспечать». Наш подписной индекс: 81037;
- С помощью каталога группы компаний «Урал-Пресс»;
- Используя сервис объединенного каталога «Пресса России», который позволяет оформить подписку онлайн. Оплата подписки производится через филиалы Сбербанка РФ (для физических лиц), по безналичному расчету (для юридических лиц), банковской картой. Доставка журнала осуществляется ФГУП «Почта России» бандеролью по всей территории России. По Москве и Московской области также доступна курьерская доставка.

Детальную информацию о подписке можно получить на сайте Главгосэкспертизы России www.gge.ru в подразделе «Вестник государственной экспертизы» раздела «Пресс-центр».



**Наталья
Егоровна
ЛЯХОВА**

СПЕЦИАЛИСТ I РАЗРЯДА ОТДЕЛА
ГЕОЛОГИИ И ЛИЦЕНЗИРОВАНИЯ ПО
КРАСНОЯРСКОМУ КРАЮ ДЕПАРТАМЕНТА
ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ
ПО ЦЕНТРАЛЬНО-СИБИРСКОМУ ОКРУГУ



**Геннадий
Григорьевич
ЕГОРОВ**

ЗАМЕСТИТЕЛЬ
РУКОВОДИТЕЛЯ
КРАСНОЯРСКОГО ФИЛИАЛА
ФБУ «ТФГИ ПО СИБИРСКОМУ
ФЕДЕРАЛЬНОМУ ОКРУГУ»



**Александр
Александрович
ЧАЩИН**

ВЕДУЩИЙ ИНЖЕНЕР
ФБУ «ТФГИ
ПО СИБИРСКОМУ
ФЕДЕРАЛЬНОМУ
ОКРУГУ»

О НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

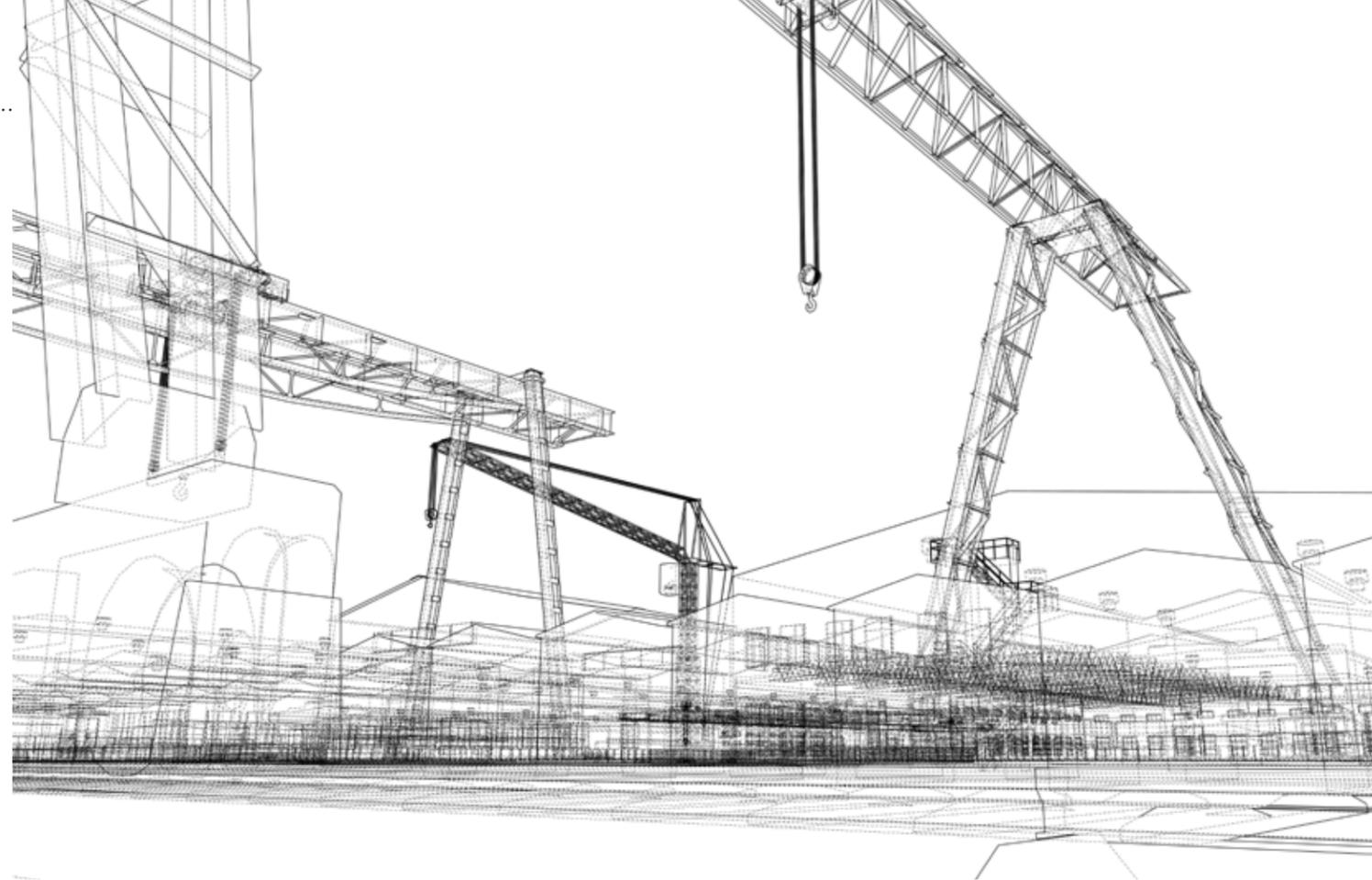
В настоящее время все проектные организации РФ вынуждены пользоваться нормативно-проектной документацией, разработанной в прошлом веке, которая в полной мере не соответствует современным техническим средствам, применяемым при разработке проектной документации (наличие ЭВМ, программного обеспечения, новых средств коммуникации, печати).

При проектировании современных горнодобывающих предприятий отраслей черной, цветной металлургии, предприятий по отработке россыпных месторождений, месторождений общераспространенных полезных ископаемых, угольных и сланцевых разрезов и т. д. для отработки открытым и подземным способом активно используются Нормы технологического проектирования (ВНТП 13-2-93, ВНТП 35-86, ВНТП 13-1-86/МЧМ СССР, ОНТП 18-85, ВНТП 2-92 и др.), разработанные в 1980–1990 годах.

Графическая часть проектной документации по проектированию горнодобывающих предприятий регламен-

тируется действующими ГОСТ 2.850-75 – ГОСТ 2.857-75 «Горная графическая документация», которые устанавливают виды и комплектность горно-графических документов (маркшейдерско-геологических и эксплуатационно-технологических) всех отраслей горнодобывающей промышленности, ведущих разработку месторождений твердых полезных ископаемых. Этому документу 44 года.

Морально устарели пункты 7.1.7, 7.1.8, 7.1.9 ГОСТ 2.851-75, в соответствии с которыми горно-геологическая документация выполнялась на чертежной бумаге и жестких планшетах, кальке и множилась на синьковальном аппарате.



В современных условиях чертежные работы тушью, анилиновыми красителями, акварельными красками уже не производятся (Приложение 2 ГОСТ 2.853-75 Воспроизведение цветов).

Также ГОСТ требует пересмотра и переработки набора условных обозначений ввиду их недостаточности. Например, в ГОСТ 2.854-75 отсутствует условное обозначение границ лицензионного участка, земель лесного фонда и т. д., а также условные обозначения с четким разграничением на фактические и проектные выработки.

ГОСТ 2.857-75 представляет собой таблицы с цветовой раскраской, условными и буквенными обозначениями элементов, минералов, пород, руд и т. д., условные обозначения которых разными исполнителями используются или воспроизводятся современными техническими средствами в произвольном виде.

Особенно это проявляется, когда в электронном виде графическое приложение из одного масштаба переводят в другой. При этом надписи, буквенные обозначения, условные знаки, толщина линий и прочая информация либо увеличиваются, либо уменьшаются и в итоге графическое приложение в распечатанном виде не соответствует требованиям действующих ГОСТ 2.850-75 – ГОСТ 2.857-75 «Горная графическая документация».

По факту нередко отмечается отсутствие выдержанного стиля при разработке и оформлении комплекта горно-геологической графики к проектной документации по конкретному объекту. Например, для плана поверхности может быть использован набор условных обозначений, отличающийся от набора условных обозначений для

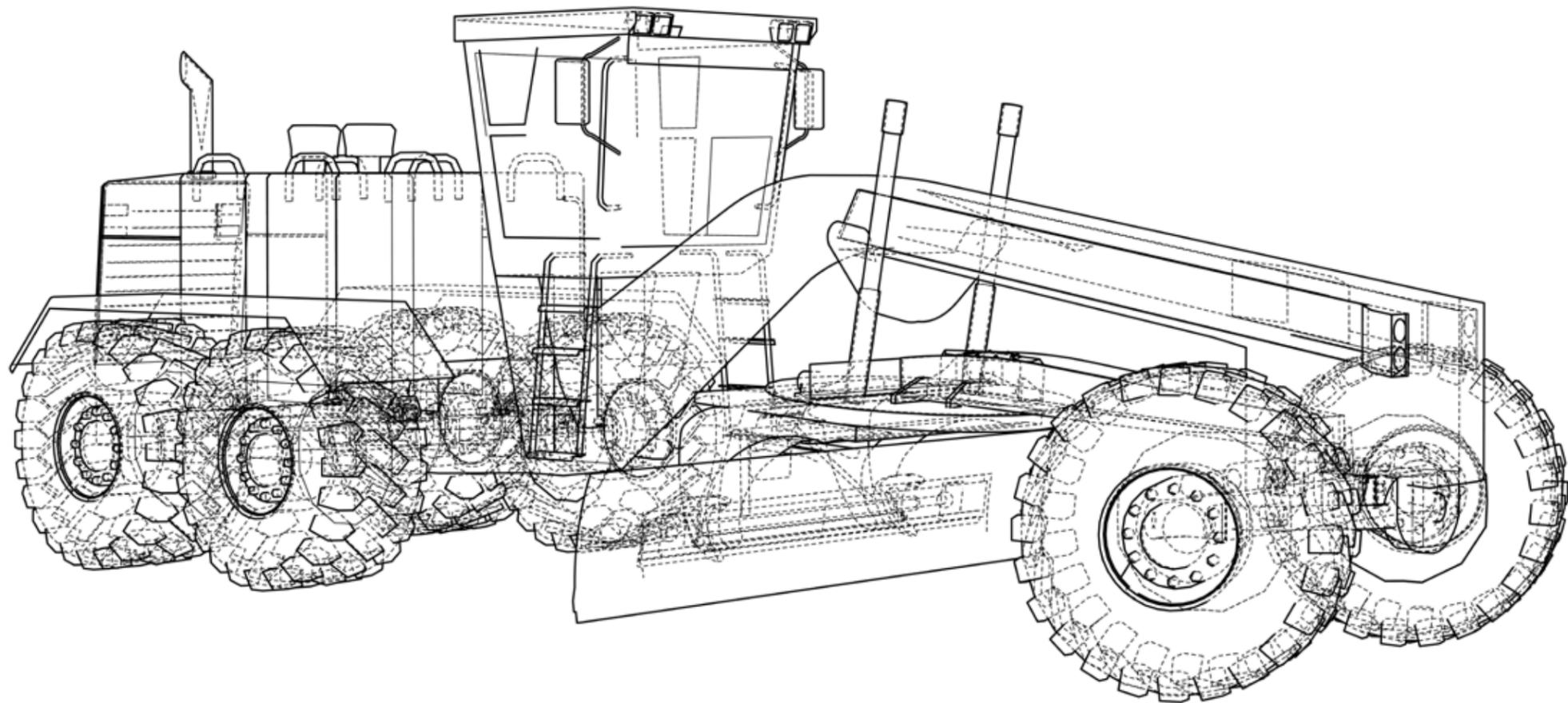
разрезов, погоризонтных планов или проекций, и все это усугубляется использованием различных типов и размеров шрифтов для надписей, не соответствующих требованиям ГОСТ 2.850-75 – ГОСТ 2.857-75. Также различается графическая документация в рамках одного объекта, разработанная и оформленная разными исполнителями и отделами (геологическим, горным, генпланом и т. д.).

Зачастую компоновка условных обозначений в представляемой на согласование горно-геологической графике выполнена бессистемно. Значительный объем требуемой информации, в том числе и условные обозначения, при проектировании бывает упущен и не отражается на графике.

В большинстве случаев представляемая горно-графическая документация требует значительных доработок до согласования на ТКР.

С целью приведения горно-геологической графики в единый формат с учетом современных компьютерных технологий требуется разработать электронный вариант аналога ГОСТ 2.850-75 – ГОСТ 2.857-75 «Горная графическая документация» для составления горной графической документации и принять обязательным для всех организаций, занимающихся поисками, поисково-оценочными работами, разведкой, проектированием горнодобывающих предприятий и отработкой месторождений.

Для эффективной работы несколькими исполнителями возможно будут востребованы типовые электронные варианты оформленной горно-геологической графики к проектной документации: планы, разрезы, проекции с максимальным наполнением.



Текстовая часть проектной документации регламентируется Приказом МПР России от 25 июня 2010 года № 218 «Требования к структуре и оформлению проектной документации на разработку месторождений твердых полезных ископаемых, ликвидацию и консервацию горных выработок и первичную переработку минерального сырья».

Структура и оформление проектной документации на разработку месторождений полезных ископаемых, установленной Приказом МПР России от 25 июня 2010 года № 218, отличаются от структуры и оформления проектной документации, установленной Постановлением Правительства РФ от 16 февраля 2008 года № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».

Данное обстоятельство вынуждает недропользователя оформлять проектную документацию в двух вариантах – для Роснедр и для Главгосэкспертизы. Причем содержание пунктов 11.2–11.2.9 Приказа МПР России от 25 июня 2010 года № 218 вынуждает исполнителей проектной документации дублировать в полном объеме содержание томов проекта ОВОС, «Рекультивация нарушенных земель».

В соответствии с современными требованиями пункта 16 Постановления Правительства РФ от 3 марта 2010 года № 118 «Положение о подготовке, согласовании и утверждении технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых и иной проектной документации на выполнение работ, связанных с использованием участками недр, по видам полезных ископаемых и видам пользования недрами» на согласование ЦКР/ТКР недропользователь предоставляет проектную документацию в двух экземплярах на бумажном носителе и одном экземпляре в электронном виде.

В то же время Главгосэкспертиза принимает проектную документацию в электронном виде. В исключительных случаях – на бумажном носителе, если проектная документация представляет государственную или коммерческую тайну.

Необходимо разработать единые требования к структуре и оформлению проектной документации на разработку месторождений твердых полезных ископаемых, установленные Приказом МПР России от 25 июня 2010 года № 218, в соответствии с требованиями, установленными Постановлением Правительства

РФ от 16 февраля 2008 года № 87, касающимся конкретно проектов на разработку месторождений полезных ископаемых.

Наряду с отсутствием современных нормативных требований к проектной документации, также отсутствуют современные требования к квалификационному составу проектных организаций.

Многие проектные организации не имеют специалистов соответствующего профиля (маркшейдер, геолог, технолог), но имеют членство в СРО, которое дает право на проектирование объектов капитального строительства, но не объектов горнодобывающего профиля, к которым относятся карьеры по добыче полезных ископаемых, в том числе и общераспространенных.

В приказе Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 21 ноября 2018 года № 580 «О внесении изменений в федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых"», утвержденные приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и

атомному надзору от 11 декабря 2013 года № 599, пункт 3 устанавливает требования промышленной безопасности к деятельности организаций, осуществляющих проектирование, строительство, эксплуатацию объектов, на которых ведутся горные работы с целью добычи твердых полезных ископаемых (в том числе с целью добычи общераспространенных полезных ископаемых и разработки россыпных месторождений полезных ископаемых), работы по переработке полезных ископаемых.

Однако конкретные квалификационные требования к специалистам, осуществляющим проектирование, в том числе на разработку месторождений полезных ископаемых, в упомянутом документе отсутствуют.

Конкретные квалификационные требования к специалистам, осуществляющим проектирование, отсутствуют и в действующих нормативных документах, касающихся вопросов разработки месторождений, охраны недр и промышленной безопасности, которыми пользуются проектные организации, в том числе:

- «Правила охраны недр» (ПБ 07-601-03), утвержденные Постановлением Госгортехнадзора от 6 июня 2003 года № 71;

- «Правила охраны недр при переработке минерального сырья» (ПБ 07-600-03), утвержденные Постановлением Госгортехнадзора от 6 июня 2003 года № 70;

- «Типовые методические указания по нормированию потерь твердых полезных ископаемых при добыче», утвержденные Госгортехнадзором СССР 28 марта 1972 года;

- «Инструкция о порядке ведения работ по ликвидации и консервации опасных производственных объектов, связанных с использованием недрами» (РД 07-291-99);

- «Инструкция по расчету промышленных запасов, определению и учету потерь угля (сланца) в недрах при добыче», согласованная с Госгортехнадзором 1 марта 1996 года;

- «Правила утверждения нормативов потерь полезных ископаемых при добыче, технологически связанных с принятой схемой и технологией разработки месторождения», утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации от 29 декабря 2001 года № 921 (с изменениями на 3 февраля 2012 года) и др.

Упомянутые выше нормативные документы также морально устарели и в большинстве своем не соответствуют действующему законодательству.

Требуются переработка действующих нормативных документов, связанных с вопросами пользования недрами, с привлечением всех заинтересованных организаций, и разработка конкретных квалификационных требований к специалистам, осуществляющим проектирование горнодобывающих предприятий.



Владимир Михайлович
ВЕРНИГОР

ЗАМЕСТИТЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА
ГЛАВГОСЭКСПЕРТИЗЫ РОССИИ,
К. Т. Н., ГОРНЫЙ ИНЖЕНЕР

АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

В развитых горнодобывающих регионах особую актуальность приобретают вопросы геомеханического обеспечения горных работ при отработке запасов на глубоких горизонтах, в условиях высоких напряжений и природной газоносности, склонности к горным ударам и внезапным выбросам угля породы и газа и других опасных факторов. В данной статье будут рассмотрены несколько актуальных аспектов обеспечения промышленной безопасности при ведении горных работ на угольных шахтах, опасных по горным ударам и внезапным выбросам (динамическим явлениям – ДЯ) в особо сложных горно-геологических и горнотехнических условиях.

Первый аспект связан с обеспечением промышленной безопасности при ведении горных работ в условиях напряженного состояния массива горных пород на угольных шахтах.

Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах» (пункт 22) предусмотрено создание многофункциональных систем безопасности (МФСБ), которые должны обеспечивать в том числе мониторинг и предупреждение условий возникновения опасности геодинамического и техногенного характера. Объектом контроля и управления, оценки и прогноза является состояние вмещающих пород и угольных пластов.

При отработке угольных пластов, склонных к динамическим явлениям (ДЯ), необходимо создавать безопасные условия для работы современной высокопроизводительной горной техники, не ограничивающие ее технические возможности. Предотвращение динамических явлений (далее – ДЯ) является самой сложной проблемой в угольной отрасли.

Поэтому обеспечение безопасности возможно при условии широкого применения комплекса региональных мероприятий с исключением локальных мер прогноза и предупреждения ДЯ, выполняемых из очистных и проходческих забоев, с риском для жизни [1]. Данные подходы были рекомендованы ВостНИИ в качестве приоритетных на заседании Центральной комиссии России по внезапным выбросам в 1997 году.

Прошло более 20 лет. В части выявления тектонически напряженных и других опасных зон повышенных напряжений посредством геофизического и сейсмического мониторинга мы продвинулись вперед.

Однако в вопросах дистанционного управления напряженно-деформированным состоянием горного массива в опасных зонах, выявленных системой мониторинга, мы остались на том же уровне, поскольку продолжаем применять комплекс локальных мер из забоев. Приведение горного массива в безопасное состояние с применением дистанционных способов осталось нереализованным.



Многие шахты обрабатывают свиты угольных пластов, в этих условиях имеются широкие возможности для снижения концентрации напряжений в опасных зонах и предварительной дегазации через скважины, пробуренные из горных выработок смежных пластов.

В настоящее время имеются апробированные эффективные технологии дистанционного управления напряженно-деформированным состоянием массива горных пород.

Положительный опыт применения технологий дистанционного управления состоянием массива наработан на шахтах Печорского угольного бассейна [2, 3], который предлагаю вашему вниманию. Отмечу, что наработанный бесценный опыт применения эффективных технологий дистанционного управления состоянием массива остается не востребованным, но весьма актуальным!

Статья по данной теме: «Технология управления состоянием горного массива» опубликована в журнале «Вестник государственной экспертизы» (№ 01/2019. С. 31–35).

Апробированные технологии дистанционного управления напряженным состоянием массива горных пород представляют безопасные для газовых шахт нормативные технологии, отличающиеся параметрами и объектами воздействия:

I – гидромикроторпедирование (ГМТ), предназначенное для сокращения длины зависающих консолей пород основной труднообрушаемой кровли с параметрами, рассчитанными в соответствии с Инструкцией по выбору способа и параметров разупрочнения кровли на выемочных участках. Для снижения концентрации напряжений в зоне повышенного горного давления (ПГД) было принято решение о расположении торпедозарядов в угольных прослойках междупластья, что и явилось одним из основных параметров, определяющих эффективность управления состоянием массива в зонах ПГД;

II – дегазация с применением технологии регионального увлажнения с параметрами, рассчитанными в соответствии с Инструкцией по безопасности ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих угольные пласты, склонные к горным ударам. В целях повышения эффективности разгрузки особо выбросоопасной зоны пласта «Мощный», в дополнение к низконапорному режиму увлажнения, было принято решение о закачке воды в скважины поочередно с выпуском метановоздушной среды из других скважин в смесительные камеры, что определило ее эффективность.

Данная технология была реализована при отработке свиты угольных пластов «Пятый» – «Мощный» в западном крыле шахты «Юр-Шор», которая являлась опасной по внезапным выбросам угля (породы) и газа, опасной по взрывчатости угольной пыли и обрабатывала пласты, опасные по горным ударам.

I – применение ГМТ в качестве технологии дистанционного управления состоянием угольного массива, связано с применением нормативного способа – гидромикроторпедирования с новыми параметрами, позволяющими обеспечить эффективную разгрузку массива горных пород в зоне ПГД.

До проведения мероприятий по управлению состоянием массива в выемочных полях 134-з и 234-з пласта «Пятый» шахты «Юр-Шор» (ОАО «Воркутауголь»), в зонах ПГД от вышележащего пласта «Мощный», прогнозом степени удароопасности по выходу буровой мелочи была установлена категория «ОПАСНО», следовательно, в зоне ПГД пласт «Пятый» из угрожаемого перешел в категорию опасного по горным ударам.

Снизить напряжения в зоне ПГД непосредственным воздействием на целик угля пласта «Мощный» не представлялось возможным из-за сильных толчков, сопровождавшихся «прихватом» бурового инструмента, поскольку коэффициент концентрации напряжений составлял $K=2,1...2,3 \gamma H$.

Было принято решение о замене объекта воздействия на угольные пропластки п9 и п10, залегающие в почве пласта «Мощный», в пределах границ зоны ПГД, с расположением в них торпедозарядов по технологии ГМТ.

Предварительная гидрообработка углепородного массива в различных режимах, отличных от режимов технологии ГМТ, способствовала переходу углисто-аргиллитового массива в пластическое состояние и снижению концентрации напряжений в зоне ПГД. После завершения предварительной гидрообработки производился гидроразрыв массива при давлениях от 0,5–1,1 МПа до 21,0–25,0 МПа (1,4–1,6 γН). Работы по управлению НДС горного массива в зонах ПГД проводились заблаговременно, до подхода очистных забоев на величину зоны опорного давления.

Результаты снижения концентрации напряжений в зонах ПГД:

- концентрация напряжений снизилась в среднем в 1,6 раза;
- массив горных пород приведен в неудароопасное состояние;
- исключены вывалы пород непосредственной кровли в очистном забое;
- исключен производственный травматизм по причине обрушения пород;
- до 0,5% снижена концентрация метана в исходящей струе участка;

- в 2,4 раза возросла суточная добыча очистного забоя;
- вовлечены в отработку около 400 тыс. тонн дополнительных запасов угля;
- исключены затраты по демонтажу-монтажу очистного механизированного комплекса 1КМ103 до и после зоны ПГД, соответственно.

II – дегазация с применением регионального увлажнения (в качестве технологии дистанционного управления состоянием угольного массива) связана с применением нормативного способа – регионального увлажнения с новыми параметрами, позволяющими обеспечить эффективную дегазацию пласта «Мощный» в особо выбросоопасной зоне.

Применение данной технологии было продиктовано изменяющимися мощностью и зольностью выбросоопасной пачки пласта «Мощный», что не позволяло обеспечить выполнение нормативных параметров полостей гидровывыва (центральная разведочная – 20 м и боковые – 15 м), а гидрорыхлением не удалось снять опасную зону. Сотрясательное взрывание при переходе линии расслоения могло привести к вывалам на высоту до 6 м.

Применение данной технологии было вызвано необходимостью своевременного и безопасного проведения конвейерного штрека 334-з (рис. 1) с переходом границ особо выбросоопасной зоны (1, 3) приуроченной к линии расслоения пласта «Мощный» (2), опасного по внезапным выбросам и горным ударам, в западном крыле шахты «Юр-Шор».

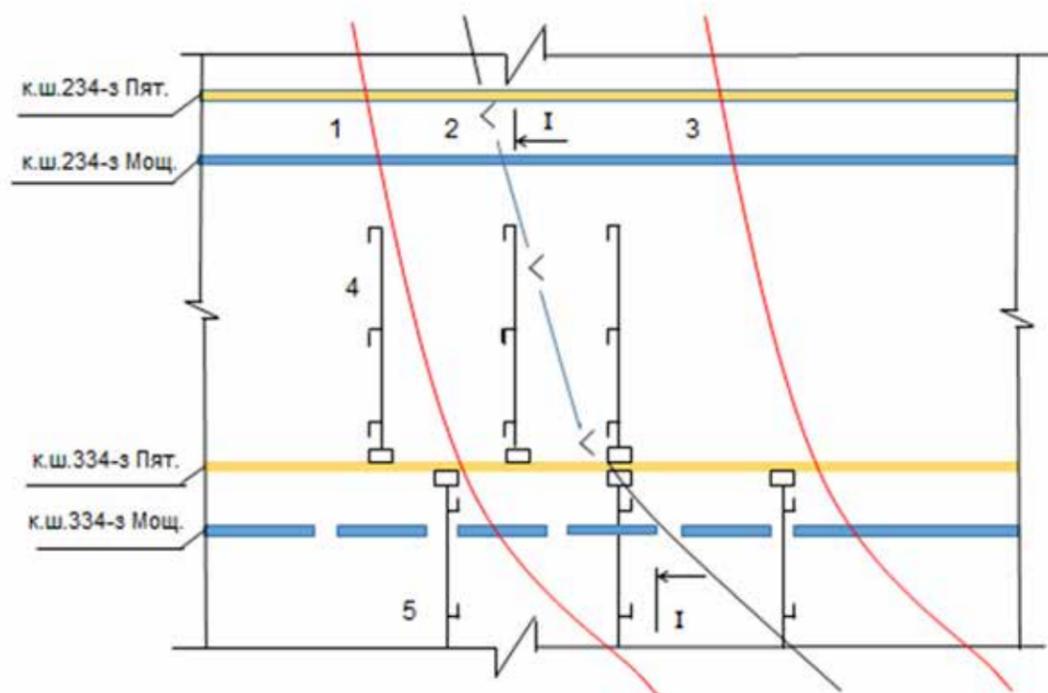


Рисунок 1. Схема проведения конвейерного штрека 334-з при переходе границы особо выбросоопасной зоны (1, 3), приуроченной к линии расслоения пласта «Мощный» (2), опасного по внезапным выбросам и горным ударам

Конвейерный штрек 334-з по пласту «Мощный» проводился сечением в свету 12,8 м². Проветривание забоя осуществлялось по двум вентиляционным трубопроводам диаметром 0,8 м двумя рабочими центробежными вентиляторами местного проветривания (ВМП) ВМЦГ-7 и ВМЦ-8. В качестве резервных ВМП применялись два вентилятора ВМЦ-8. Минимальная скорость движения воздуха в штреке превышала нормируемые 0,5 м/с.

Тем не менее в рабочие смены начали происходить случаи загазований забоя метаном до опасных концентраций (2,0% и более), что ставило под угрозу безопасность работающих и своевременную подготовку но-

вого выемочного столба 334-з пласта «Мощный». Для предупреждения загазований и внезапных выбросов в забое конвейерного штрека 334-з пласта «Мощный» необходимо было осуществить дегазацию особо выбросоопасной зоны пласта.

Поскольку пласт «Мощный» отрабатывался как одиночный, с применением предварительного регионального увлажнения из конвейерных штреков 234-з и 334-з нижележащего пласта «Пятый», было принято решение произвести первоочередное бурение скважин в районе линии расслоения пласта «Мощный» (рис. 2) по восстанью (4) и по падению (5) из конвейерного штрека 334-з пласта «Пятый».

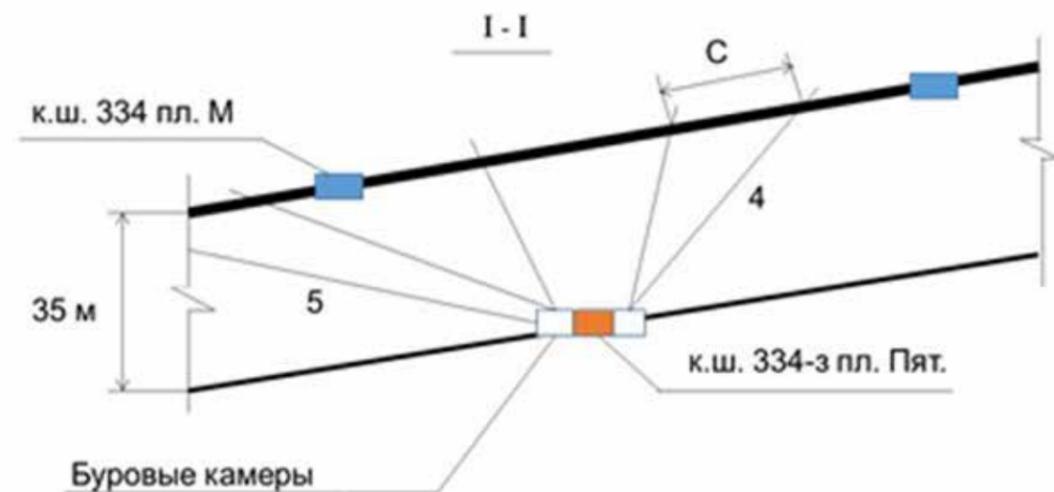


Рисунок 2. Схема расположения кустов скважин регионального увлажнения, на разрезе вкост простирания, из конвейерных штреков 234-з и 334-з пласта «Пятый»

Бурение кустов скважин осуществлялось станком СБГ-1М из буровых камер, пройденных по падению и восстанью. Расстояние между скважинами С=2 Рэф. составляло в среднем 30 м, расстояние между скважиной и контуром конвейерного штрека 334-з пласта «Мощный» – не менее 1,5 Рэф., угол наклона скважин к горизонту варьировал от 5 до 75°, длина скважин – от 39 до 112 м.

Предварительная гидрообработка пласта «Мощный» осуществлялась в низконапорном режиме от пожарно-оросительного трубопровода при давлении воды до 1,5 МПа. Для повышения эффективности дегазации пласта нагнетание воды в скважины осуществлялось поочередно высоконапорной насосной установкой УНГ с темпом нагнетания 10–15 л/мин, с выпуском исходящей из скважин метановоздушной смеси в смесительные камеры, оборудованные на сопряжениях с буровыми камерами.

Окончанием работ по предварительной дегазации участка пласта «Мощный» явилось снижение концен-

трации метана на выходе из смесительных камер с 2,0 до 0,5 % в конвейерном штреке 334-з нижележащего пласта «Пятый».

После завершения дегазации особо выбросоопасной зоны проведение конвейерного штрека 334-з пласта «Мощный» осуществлялось без загазований, забой проветривался одним вентилятором местного проветривания ВМЦ-8.

Приведенный опыт показывает, что для управления состоянием массива могут успешно применяться различные сочетания нормативных способов и их параметров.

Порядок внедрения новых методов прогноза ДЯ предусмотрен нормативными документами в области промышленной безопасности (ФНиП и Руководство по безопасности). В настоящее время для широкого внедрения в практику технологий дистанционного управления состоянием массива имеются все необходимые условия.



Второй аспект связан с обеспечением промышленной безопасности при отработке запасов на глубоких горизонтах открытым способом.

Статья по данной теме «Проблемы отработки глубоких горизонтов рудных месторождений открытым способом в условиях высокой напряженности скального массива» опубликована в журнале «Вестник государственной экспертизы» (№ 03/2018. С. 61–63).

Направляемая на государственную экспертизу проектная документация все чаще предусматривает отработку запасов месторождений открытым способом до глубин 900–1000 м, как правило, в условиях высоких напряжений массива горных пород, соизмеримых с их пределом прочности на сжатие и проявления горного давления в динамической форме.

Отмечу, что действующие нормативные документы не учитывают в расчетах устойчивости уступов и бортов карьеров наличие горизонтальных сжимающих напряжений в массиве, способствующих потере их устойчивости.

В проектной документации предусматриваются следующие мероприятия:

- переход на подземную отработку запасов глубоких горизонтов – наиболее распространенные проектные решения;
- ограничение проектных параметров по глубине до отметок, позволяющих работать при параметрах уступов и бортов карьеров, рекомендованных действующими нормативными документами;
- выделение опытно-промышленных участков, необходимых для выполнения комплекса научно-исследовательских работ по исследованию влияния напряженно-деформированного состояния прибортового массива на устойчивость бортов карьера;
- ведение горных работ при обязательном научном сопровождении с последующей разработкой методических рекомендаций или проекта нормативного документа.

Отмечу, что в настоящее время разрабатывается проект Правил обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов.

В разрабатываемом проекте Правил обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов предлагается рассмотреть возможность включения мероприятий, позволяющих обеспечить безопасность ведения открытых горных работ в условиях высоких напряжений массива горных пород:

- опытно-промышленные работы с научным сопровождением;
- повышение устойчивости бортов карьеров с применением искусственного укрепления откосов уступов, например: штанги, сваи, шпунты, цементация, укрепление полимерами и др.;
- апробация, в рамках опытно-промышленных работ, способов снижения напряженно-деформированного состояния прибортового массива по аналогии с применяемыми при подземной разработке:
- камуфлетное взрывание;
- сотрясательное взрывание;
- бурение разгрузочных скважин;
- гидромикроторпедирование и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Вернигор В. М., Шабаров А. Н., Кротов Н. В., Аршавский В. В. Принципы построения и реализации многофункциональных систем безопасности в угольных шахтах по обеспечению контроля напряженно-деформированного состояния горного массива. Санкт-Петербург, 2013. Записки горного института. С.141–144.
2. Вернигор В. М. О проблеме управления напряженно-деформированным состоянием горного массива при подземной разработке свиты угольных пластов на глубоких горизонтах шахт Воркутского месторождения: Народное хозяйство Республики Коми. № 1-2, т. 4. 1995. С. 91–95.
3. Вернигор В. М., Субботин А. И., Гусельников Л. М., Осипов А. Н. Повышение безопасности горных работ в зонах ПГД: Безопасность труда в промышленности. № 11. 1997. С. 25–27.



Александр
Абрамович
БАРЯХ

ДИРЕКТОР ПЕРМСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА УРО РАН, ЗАВЕДУЮЩИЙ ЛАБОРАТОРИЕЙ МЕХАНИКИ ГОРНЫХ ПОРОД ГОРНОГО ИНСТИТУТА УРО РАН, ЧЛЕН-КОРРЕСПОНДЕНТ РАН, Д. Т. Н., ПРОФЕССОР



Игорь
Александрович
САНФИРОВ

ДИРЕКТОР ГИ УРО РАН,
Д. Т. Н.



Лев
Юрьевич
ЛЕВИН

ЗАМЕСТИТЕЛЬ
ДИРЕКТОРА ПО НАУЧНОЙ
РАБОТЕ ГИ УРО РАН,
Д. Т. Н.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

На сегодняшний день наиболее эффективным способом обеспечения безопасной эксплуатации различных горнотехнических объектов является использование систем мониторинга. В общем случае они в зависимости от своих задач и функций, оставленных на выполнение человеку-оператору, могут быть классифицированы на несколько видов:

- 1) автоматизированная,
- 2) автоматическая,
- 3) интеллектуализированная,
- 4) интеллектуальная.

Если **автоматизированная** система допускает выполнение человеком-оператором некоторых функций (наиболее общего, целеполагающего характера или же не поддающихся автоматизации), то **автоматическая** система обрабатывает информацию, формирует команды и преобразовывает их в воздействия на управляемый объект без участия человека. В случае если автоматизированная система при обработке и анализе измеряемых данных использует методы искусственного

интеллекта, то такую систему правильнее называть **интеллектуализированной**. При этом интеллектуальной системой является система, использующая методы искусственного интеллекта и не предполагающая участия человека-оператора.

Под методами искусственного интеллекта здесь понимаются различные методы решения творческих, плохо формализуемых задач [1]. Применительно к мониторингу горнотехнических объектов такими твор-

ческими задачами могут быть, к примеру, задачи, связанные с анализом рассогласований между показаниями датчиков в различных местах объекта, принятием решений о необходимости калибровки измерительных датчиков или корректировки параметров математической модели исследуемого горнотехнического объекта.

Наиболее известным и распространенным на сегодняшний день примером методов искусственного интеллекта являются нейронные сети, в которых математическая модель объекта строится по принципу организации и функционирования сетей нервных клеток живого организма.

Наряду с нейронными сетями, для решения творческих задач используются генетические алгоритмы, методы коррекции ошибки и обратного распространения ошибки, экспертные системы, символьные системы, моделирующие рассуждения, и пр. Несмотря на разнообразие методов искусственного интеллекта, описанных в литературе и используемых на практике, можно выделить общие признаки, присущие этим методам [2]:

- 1) развитые коммуникативные способности,
- 2) умение решать сложные плохо формализуемые задачи,
- 3) способность к самообучению,
- 4) адаптивность.

Если система мониторинга имеет хотя бы один из вышеперечисленных признаков, то допустимо считать эту систему мониторинга интеллектуализированной или интеллектуальной, в зависимости от роли человека-оператора.

СТРУКТУРА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА

В настоящей статье речь пойдет об интеллектуальных системах как наиболее сложных в реализации систем мониторинга горнотехнических объектов и систем. Структура интеллектуальной системы мониторинга (ИСМ) в общем случае может быть представлена следующим образом (см. рис. 1).

Прежде всего, рассматриваемый горнотехнический объект подвергается экспериментальному исследованию. Это, во-первых, детализированное измерение всех существенных его параметров в начальный момент, при развертывании ИСМ (проведение инженерно-геологических изысканий). Во-вторых, менее детализированные и преимущественно локальные экспериментальные измерения параметров объек-

та проводятся с момента запуска ИСМ и в течение всего дальнейшего времени ее работы (непрерывный мониторинг). Полученные экспериментальные данные передаются в базу данных и хранятся в ней. На основании исходных данных строится первичная математическая модель, а ее параметры и гипотезы также заносятся в базу данных. Математическая модель используется для прогнозирования поведения системы в будущем при моделировании различных возможных сценариев развития. Результаты расчета математической модели периодически сравниваются с новыми экспериментальными данными, полученными из непрерывного мониторинга объекта. Проведение такого сравнения является одной из задач экспертной системы. Основными задачами экспертной системы являются:

- 1) анализ рассогласований измеренных параметров горнотехнического объекта между собой и с данными теоретических расчетов;
- 2) корректировка параметров и гипотез математической модели на предмет наилучшего соответствия с данными натурных измерений;

3) калибровка измерительных датчиков на предмет наилучшего соответствия измеряемых температур между собой.

Экспертная система подразумевает использование методов искусственного интеллекта и является неотъемлемым атрибутом ИСМ. При рассмотрении автоматизированных или автоматических систем мониторинга данный элемент в структуре системы отсутствует или частично заменяется человеком-оператором.

Решение, полученное экспертной системой, также хранится в базе данных ИСМ. Помимо этого, данные всех измерений и расчетов, параметры модели и гипотезы, использованные при ее построении и корректировке, доступны для чтения оператору, взаимодействующему с базой данных через автоматизированное рабочее место (АРМ).

Далее будут описаны два примера систем мониторинга, разработанных в ПФИЦ УрО РАН и реализованных на практике: ИСМ состояния ледопородного ограждения при проходке шахтных стволов рудника Петриковского горно-обогатительного комбината и ИСМ состояния водозащитной толщи в условиях калийных рудников Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей.

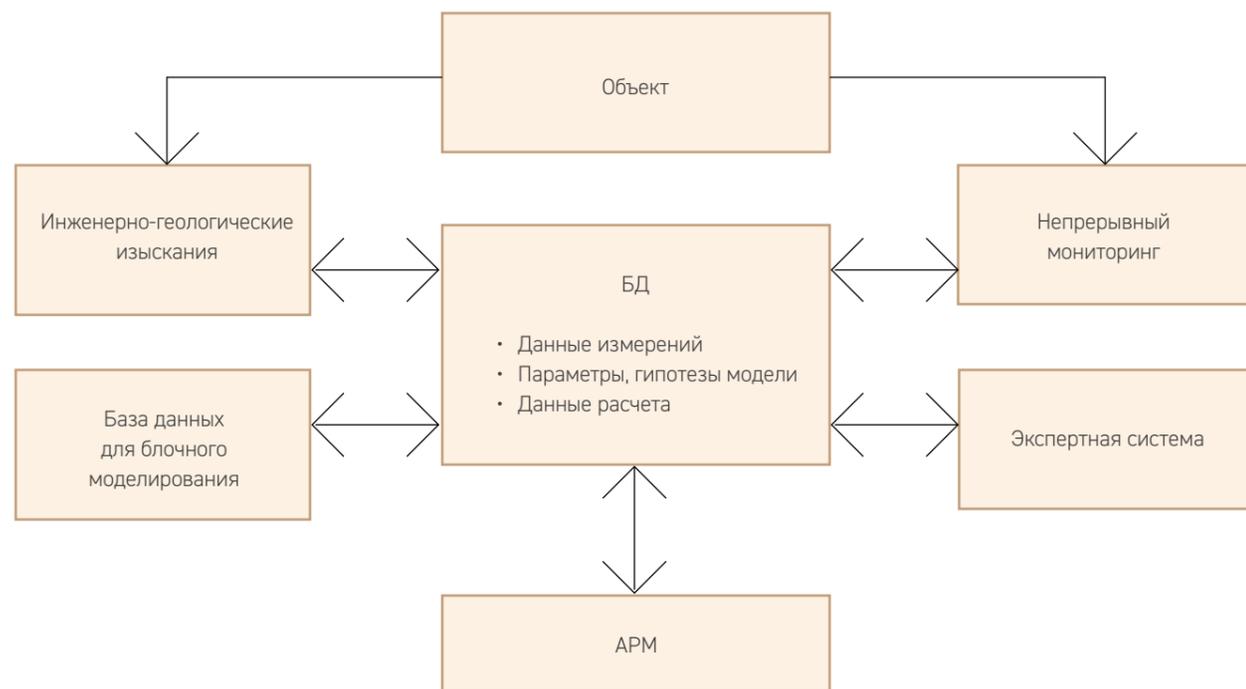


Рисунок 1. Структура ИСМ горнотехнического объекта

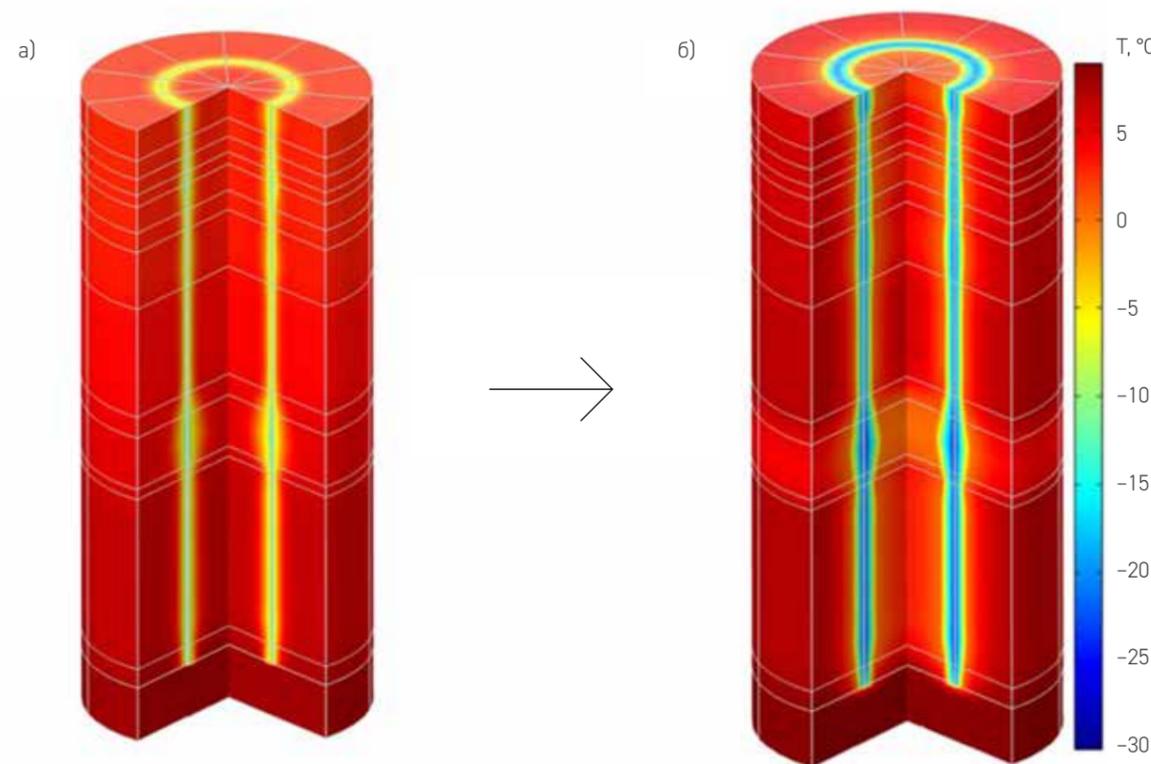


Рисунок 2. Формирование ЛПО вокруг проектируемого шахтного ствола, трехмерное распределение поля температур в начале процедуры искусственного замораживания (а) и в момент образования сплошного ЛПО проектной толщины (б)

МОНИТОРИНГ ФОРМИРОВАНИЯ ЛЕДОПОРОДНОГО ОГРАЖДЕНИЯ

Сложные инженерно-геологические и гидрогеологические условия строительства подземных сооружений требуют применения специальных способов производства работ, в частности искусственного замораживания грунтов. Применительно к строительству шахтных стволов искусственное замораживание грунтов и горных пород используется для создания ледопородного ограждения (ЛПО) вокруг запроектированной горной выработки (см. рис. 2).

Предложенная пермскими учеными ИСМ ЛПО предусматривала проходку нескольких вертикальных контрольно-термических скважин в окрестности формирующегося ЛПО. В контрольно-термические скважины погружался оптоволоконный кабель, являющийся распределенным датчиком измерения температуры среды.

Начало и конец оптоволоконного кабеля были подключены к волоконно-оптическому регистратору (интеррогатору), пропускающему сигналы по замкнутому контуру оптического волокна. Измерение температуры вдоль длины оптоволоконного кабеля в данной ситуации основано на эффекте Рамана. Интеррогатор с заданной периодичностью во времени генерирует оптический сигнал, который затем проходит по оптоволоконному кабелю, в результате чего во всех точках кабеля создается рамановское рассеяние. В дальнейшем обратно рассеянный свет поступает в приемный блок интеррогатора, где происходит обработка полученного сигнала и ряд сопутствующих компьютерных вычислений, позволяющих в конечном счете определять температуру в каждой из точек оптоволоконного кабеля (с пространственным разрешением до 25 см). Таким образом, определяется распределение температуры в массиве по всей глубине контрольно-термических скважин (см. рис. 3).

Измеренные температуры породного массива обрабатывались и усреднялись по заданному временному промежутку (порядка часов) и в режиме реального времени передаются на хранение в базу данных на сервере ИСМ, находящемся на промплощадке рудника.

Обработанные кривые температур породного массива в контрольно-термических скважинах выводились в окне программы, установленной на автоматизированном рабочем месте специалиста на руднике.

На сервере ИСМ также хранилась термогидродинамическая модель обводненного многослойного породного массива, с помощью которой осуществлялось прогнозирование параметров ледопородного ограждения в будущем при применении различных технологических процессов и мероприятий. ИСМ в автоматическом режиме производила уточнение параметров термогидродинамической модели на предмет наилучшего соответствия с данными измерений, что позволило повысить точность прогнозирования распределения температуры во всем замораживаемом породном массиве. Для этого решалась обратная задача Стефана. Для численного решения использовался метод естественной регуляризации, позволяющий свести решение обратной задачи к минимизации функционала с помощью комбинации метода градиентного спуска и метода обратного распространения ошибки.

В результате функциональные возможности ИСМ позволили вывести на качественно новый уровень контроль процесса формирования и состояния ЛПО строящихся шахтных стволов № 1–2 рудника Петриковского

горно-обогатительного комбината и повысить безопасность ведения горных работ.

Помимо этого, в результате внедрения системы мониторинга состояния ледопородного ограждения стволов на руднике Петриковского горно-обогатительного комбината удалось сократить сроки строительства ствола № 1 в обводненном массиве на 63 сут. по сравнению с проектом. Это стало возможно за счет выбора оптимальных параметров работы замораживающего комплекса [3].

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ВОДОЗАЩИТНОЙ ТОЛЩИ КАЛИЙНЫХ РУДНИКОВ

Особенность разработки месторождений водорастворимых руд связана с необходимостью обеспечения целостности водоупорного целика, отделяющего выработанное пространство рудника от водоносных горизонтов и называемого в практике горных работ водозащитной толщиной (ВЗТ). Нарушение сплошности ВЗТ обуславливает прорыв пресных или слабоминерализованных вод в горные выработки. В связи с высокой растворимостью минеральных солей это зачастую приводит к полному затоплению рудника и его гибели. Негативным последствием затопления калийных рудников является интенсификация процесса деформирования подработанного породного массива, вызванного растворением соляных пород, вплоть до образования провалов на земной поверхности, что создает опасность разрушения гражданских и инженерных объектов (см. рис. 4).

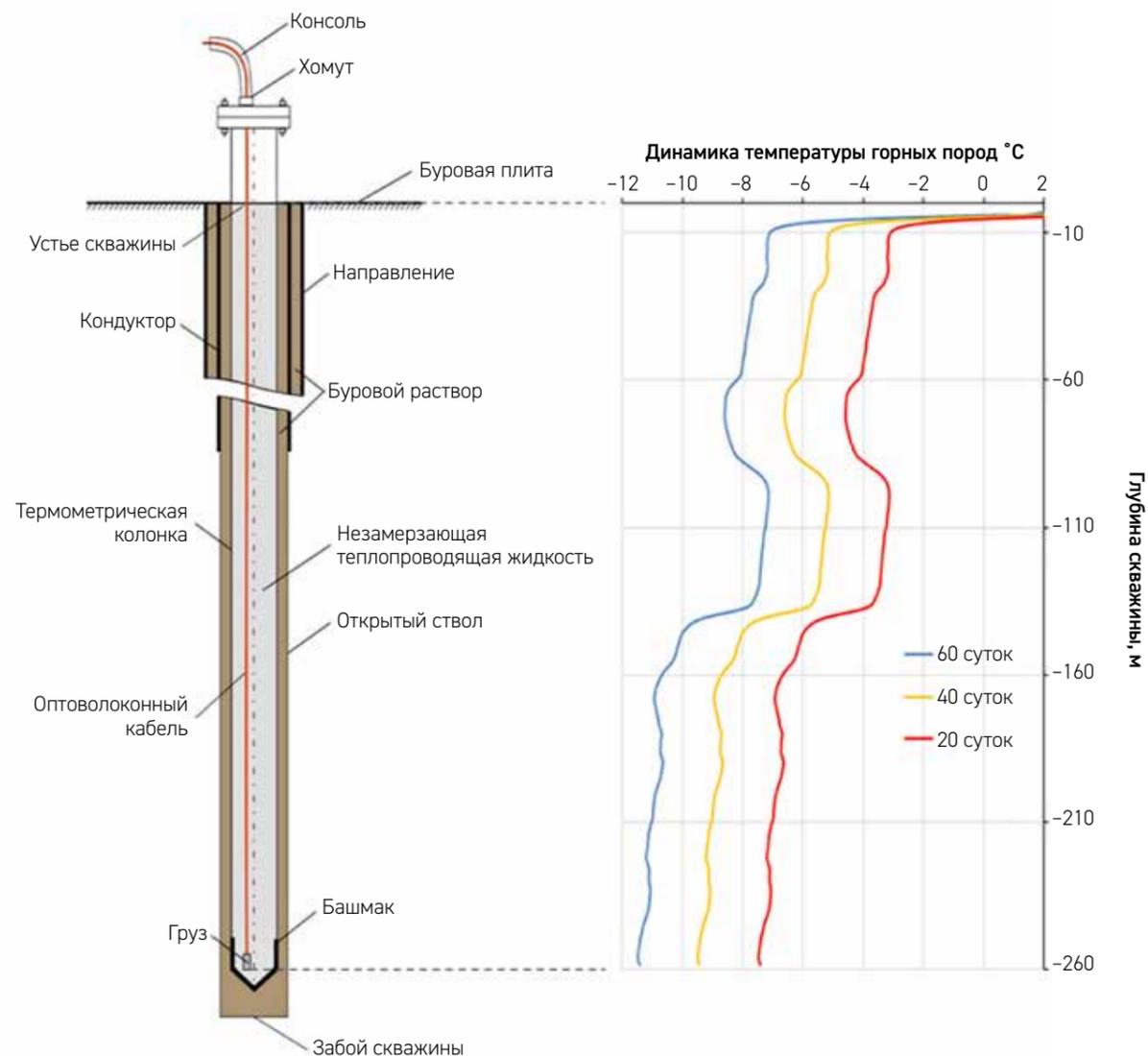


Рисунок 3. Устройство контрольно-термической скважины, график распределения температуры породного массива по глубине контрольно-термических скважин



Рисунок 4. Провал на участке прорыва пресных вод в рудник БКПРУ-1 (г. Березники)

Для своевременного прогноза критического изменения напряженно-деформированного состояния подработанного массива и оперативного принятия необходимых мер по сохранению целостности ВЗТ в ПФИЦ УрО РАН разработана интеллектуальная система сейсмогеомеханического мониторинга состояния ВЗТ.

Данная система мониторинга применяется в условиях рудников Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей и предусматривает проведение сейсморазведочных работ, режимных маркшейдерских

наблюдений за оседаниями земной поверхности с последующим математическим моделированием состояния ВЗТ.

Проиллюстрируем реализацию такой системы мониторинга на примере одного из участков рудника БКПРУ-2. Здесь по результатам геофизических исследований в интервале ВЗТ выявлен ряд волновых аномалий, которые по предварительным геомеханическим оценкам были интерпретированы как техногенно ослабленные по механическим свойствам зоны.

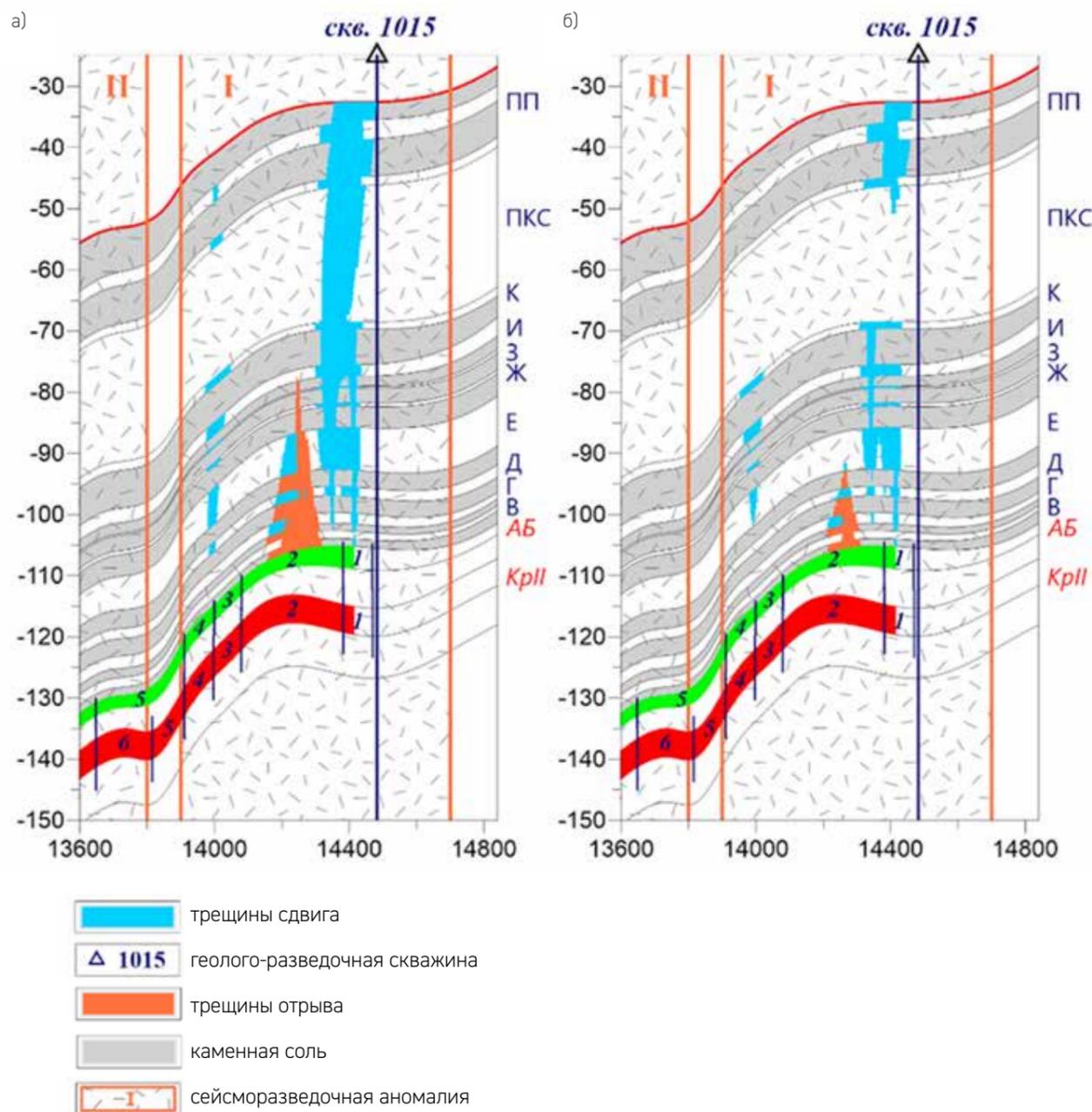


Рисунок 3. Характер техногенного нарушения сплошности ВЗТ на руднике БКПРУ-2: а) без ослабленной зоны в надсоляной толще; б) с ослабленной зоной в надсоляной толще



Детальный анализ состояния ВЗТ, выполненный методами математического моделирования, показал, что при принятом по результатам интерпретации сейсморазведочных наблюдений снижении механических свойств соляных пород имеет место сквозное нарушение ее сплошности (рис. 3а). Вместе с тем было отмечено определенное несоответствие расчетных и фактических оседаний земной поверхности, приуроченных к краевой части подработанного массива. Для обеспечения согласованного распределения расчетных и фактических деформаций потребовалось включение в геомеханическую модель «ослабленной» зоны, развитой в надсоляном интервале геологического разреза. В целях уточнения положения этой зоны в плане и распространение ее по глубине было рекомендовано дополнить систему мониторинга режимными инженерными сейсморазведочными наблюдениями, направленными на исследование состояния надсоляной толщи.

После проведения инженерных сейсморазведочных работ, определения пространственной конфигурации «ослабленной» зоны и степени снижения механических свойств пород в ее пределах, в рамках интеллектуальной части системы мониторинга методами математического моделирования выполнен корректирующий анализ состояния ВЗТ. Полученные результаты показывают (рис. 3б) существенные изменения в расчетных оценках устойчивости ВЗТ, которая на текущий момент времени обеспечивается за счет сохранности покровной каменной соли [4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показано внедрение интеллектуальных систем мониторинга горнотехнических объектов применительно к двум прикладным задачам:

- 1) контролю состояния ледопородного ограждения строящихся шахтных стволов,
- 2) контролю состояния водозащитной толщи эксплуатируемых калийных рудников.

Применение интеллектуальных систем мониторинга позволяет повысить достоверность текущих и прогнозных оценок различных критических состояний горнотехнических объектов, обеспечить надежность, безопасность и эффективность ведения горных работ в целом.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 19-77-30008).

ПРИ ПОДГОТОВКЕ СТАТЬИ БЫЛИ ИСПОЛЬЗОВАНЫ СЛЕДУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ:

1. Аверкин А. Н., Гаазе-Рапопорт М. Г., Поспелов Д. А. Толковый словарь по искусственному интеллекту. М.: Радио и связь, 1992. 256 с.
2. Тельнов Ю. Ф. Интеллектуальные информационные системы. М., 2004. 82 с.
3. Головатый И. И., Левин Л. Ю., Паршаков О. С., Диулин Д. А. Оптимизация процессов формирования ледопородного ограждения при сооружении шахтных стволов // Горный журнал. 2018. № 8. С. 48–54.
4. Барях А. А. Интеллектуальный мониторинг в геомеханике // Стратегия и процессы освоения георесурсов. Сборник научных трудов. Пермь, 2016. С. 77–79.



Андрей Викторович ТРОФИМОВ

ЗАВЕДУЮЩИЙ ЦЕНТРОМ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ООО «ИНСТИТУТ ГИПРОНИКЕЛЬ», САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, К. Т. Н.



Александр Евгеньевич РУМЯНЦЕВ

ВЕДУЩИЙ НАУЧНЫЙ СОТРУДНИК, ООО «ИНСТИТУТ ГИПРОНИКЕЛЬ», САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, К. Т. Н.

СНИЖЕНИЕ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ РИСКОВ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНЫХ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Целью комплексных геомеханических исследований являются снижение возможных рисков не прогнозированного обрушения выработок различного назначения, повышение безопасности и эффективности горных работ при отработке месторождений подземным способом. Основная задача — это определение геомеханических характеристик массива горных пород, слагающих поле рудников для последующего их использования на различных стадиях проектирования горных работ.

Методы достижения поставленной цели и выполнения задачи:

- Анализ геолого-разведочных скважин, пробуренных с поверхности;
- Анализ геотехнической и геологической документации керна;
- Испытания образцов керна для определения физико-механических свойств;
- Анализ данных со скважин эксплоразведки;
- Обработка первичной геологической документации (пикетажи);
- Геотехническое картирование выработок;
- Полевые физико-механические испытания;
- Анализ данных сейсмического мониторинга;
- Анализ данных при прогнозе удароопасности;

- Блочное моделирование и внесение данных в геомеханическую модель;
- Геотехнические расчеты;
- Численное моделирование.

Геомеханическая модель месторождения является фундаментальной основой для обоснования проектных решений. Построения блочной геомеханической модели рудника предусматривают комплексные геомеханические исследования массива горных пород, исторических данных, геотехнического описания керна скважин, проведения физико-механических испытаний, расчета рейтингов RQD, Q', Q, RMR и разработки базы данных и непосредственное блочное моделирование.

Последовательность сбора информации для создания базы геотехнических данных с последующим построением геомеханической модели месторождения представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Этапы сбора данных

Первым этапом сбора информации является геотехническое картирование выработок. Картирование выработок производится на основе Регламента, устанавливающего требования и методологию оценки устойчивости

массива горных пород по классификации Q Бартона или RMR Бенявского. Для определения показателя RQD осуществляется фотофиксация стенок выработок с установкой масштабной рейки (рисунок 2).

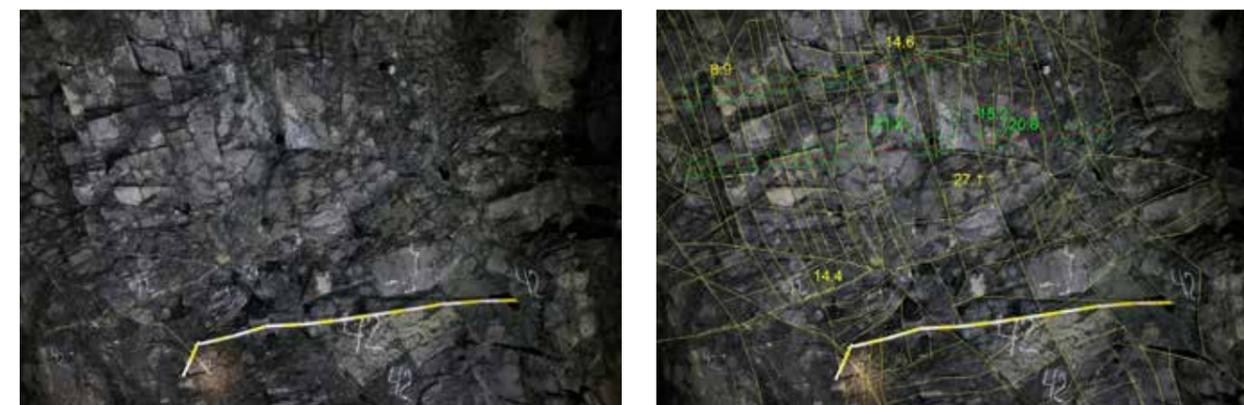


Рисунок 2. а – пример фотофиксации обнажения с масштабной рейкой, б – анализа RQD в AutoCAD

Такие показатели, как J_n , J_r , J_a , J_w , J_c , азимут и угол падения трещин, оцениваются непосредственно во время проведения картирования выработки. Для каждой

точки картирования строится стереограмма трещиноватости на основе измерений азимута и угла падения трещин горным компасом (рисунок 3).



Рисунок 3. а – измерения азимута одной из систем трещин, б – измерения волнистости трещины, в – игольчатый гребень для измерения шероховатости трещин, г – фиксация шероховатости трещин, д – упаковка отобранных образцов, е – измерение шероховатости игольчатым гребнем

Производится фотофиксация сечения выработки с целью контроля и выявления характерных форм проявления горного давления для анализа влияния на значение SRF по методике Q Бартон. Выполняются механические испытания отобранных в ходе картирования образцов горных пород. В процессе камеральных работ определяется параметр качества массива RQD. На основании скоростей распространения продольных и поперечных волн с учетом плотностных характеристик образцов горных пород получены динамические модули упругости, на основании кадастра физико-механических свойств произведен перевод в статические модули упругости, аналогичным образом получены прочностные характеристики образцов горных пород, рассчитаны рейтинги массива по Бартону (Q) и Бенявскому (RMR).

В результате обработки данных картирования получена эмпирическая зависимость для связи классификации Бартон и Бенявского для условий Норильского промышленного района (рисунок 4).

Для получения актуальной геотехнической информации наивысшей степени достоверности производится бурение методом тройной колонковой трубы с ориентацией кернового материала и детальным геотехническим описанием кернового материала в соответствии со стандартом, разработанным в Компании (рисунок 5). Из всех геотехнических скважин отбирается керн для физико-механических испытаний (рисунок 7). По одному руднику выделяется порядка 2000 образцов для испытаний. По результатам пополняется Кадастр (создан Институтом в 2018 году) физико-механических свойств Норильского промышленного района (рисунок 6).

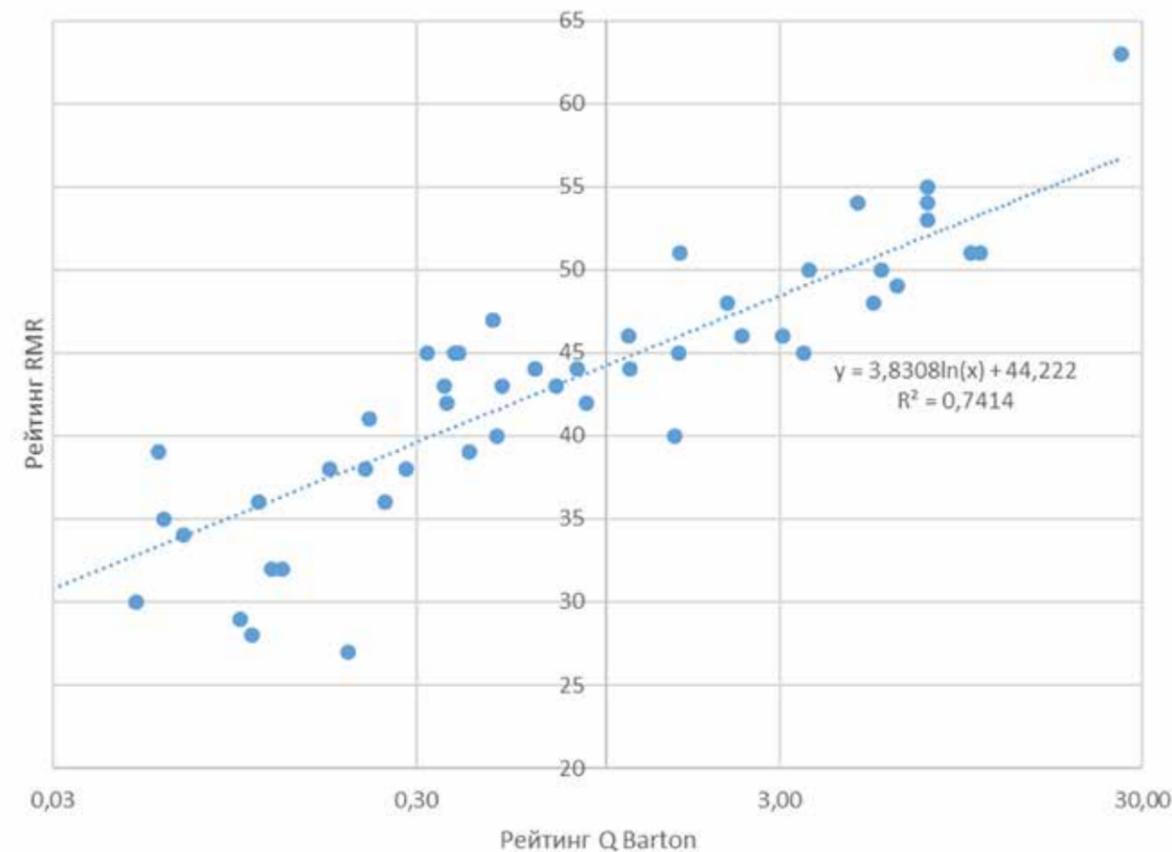


Рисунок 4. Сопоставление данных картирования по классификации Q Бартон и RMR Бенявского

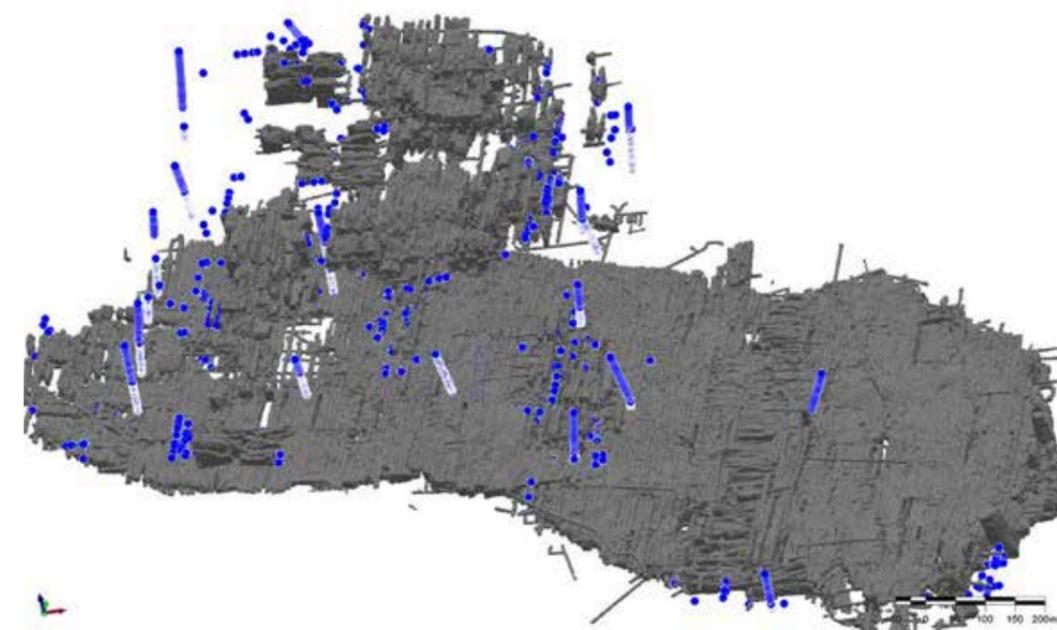
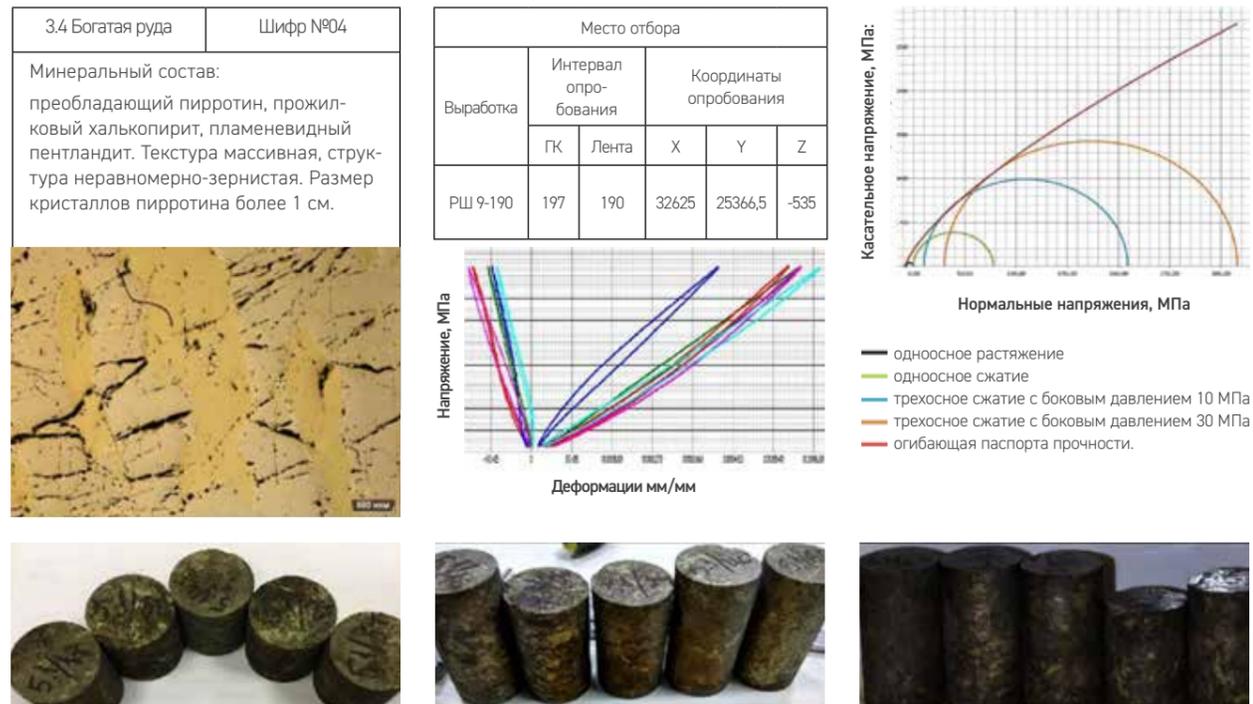


Рисунок 5. Отработанное пространство рудника, места заложения скважин и точки картирования



Наименование показателя	Минимальное	Максимальное	Среднее
Плотность, г/см³	4,46	4,62	4,54
Влажность, %	0,058		
Предел прочности на одноосное сжатие, МПа	27,32	110,8	77,84
Предел прочности на одноосное растяжение, МПа	4,39	10,88	7,64
Предел прочности на одноосное растяжение методом сферических инденторов, МПа	6,7		
Переводной коэффициент для определения прочности на сжатие методом сферических инденторов	11,62		
Угол внутреннего трения, град.	44		
Сцепление, МПа	19		
Скорость продольной волны, м/сек	4015	4310	4164
Скорость поперечной волны, м/сек	2199	4239	2684
Динамический модуль упругости, МПа*10⁴	7,49		
Динамический коэф. Пуассона, ед.	0,14		
Переводной коэффициент от динамического модуля упругости к статическому	1,15		
Модуль деформации, МПа*10⁴	5,16	7,26	6,21
Модуль упругости, МПа*10⁴	5,38	7,86	6,52
Коэф. поперечной деформации, ед.	0,14	0,24	0,19
Коэф. Пуассона, ед.	0,16	0,23	0,2
Коэффициент крепости по Протодьяконову, ед.	3,3		
Водопоглощение, %	0,27	0,51	0,36

Рисунок 6. Кадастр физико-механических свойств Норильского промышленного района



Рисунок 7. Проведение физико-механических испытаний образцов

Итоговым продуктом комплексных геотехнических исследований, как правило, является блочная геомеханическая модель, содержащая в себе данные, необходимые для геотехнических расчетов и численного моделирования. Трехмерную визуализацию можно выполнить по одному из параметров, интерполированных в модели, например по рейтингу геологической прочности массива Q prime (рисунок 8).

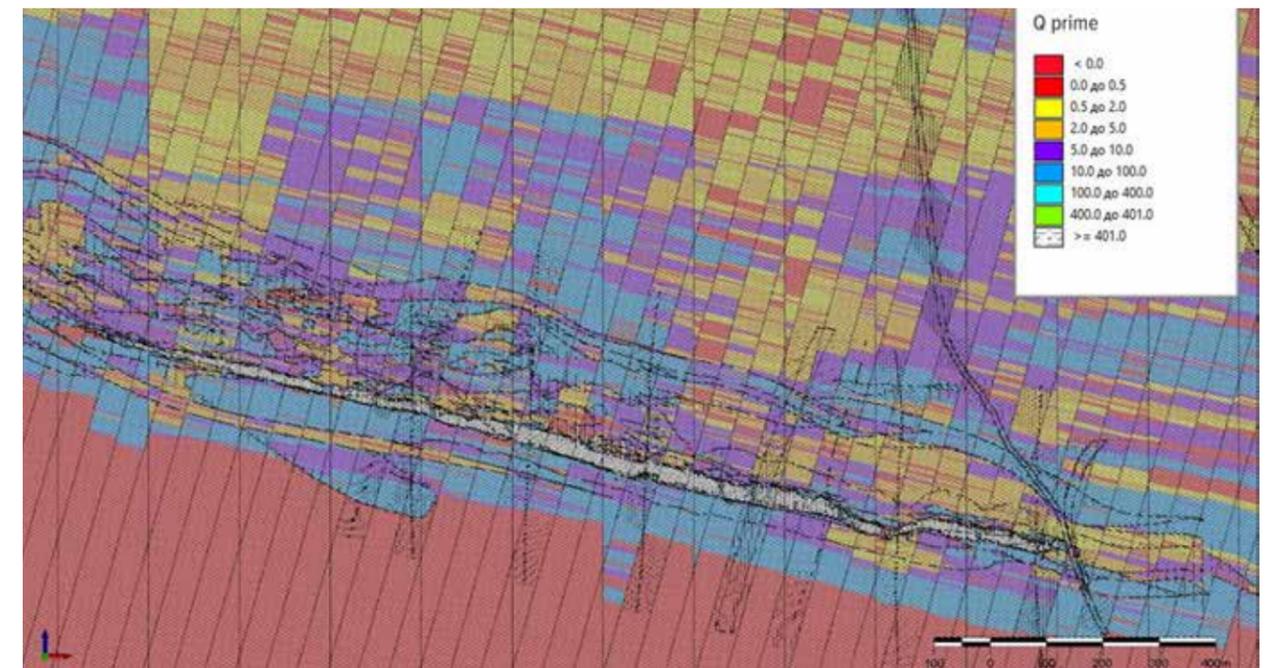


Рисунок 8. Характерный разрез геомеханической модели рудника. Штриховка по рейтингу Q prime

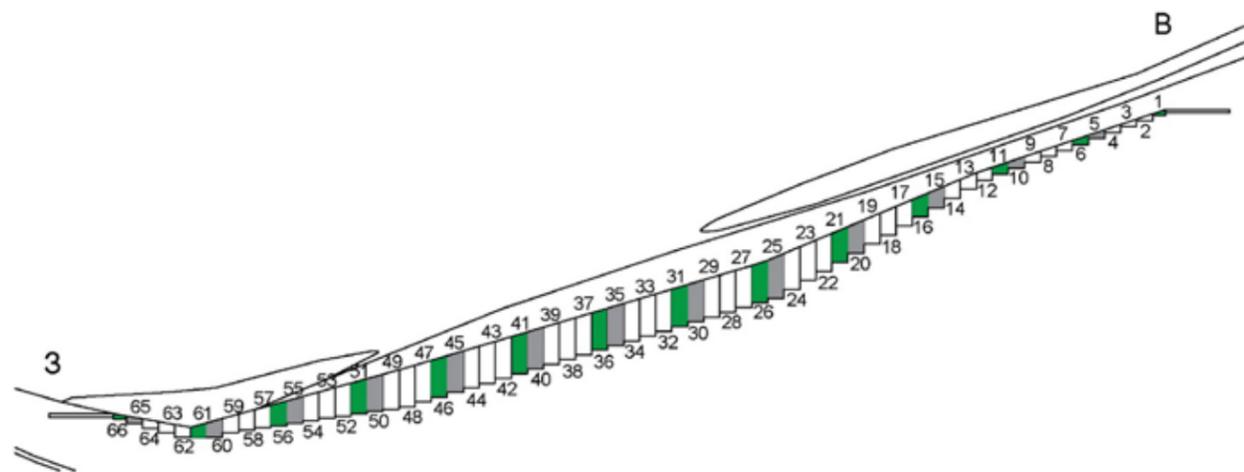


Рисунок 9.
Порядок отработки залежи

На современном этапе развития численных расчетов принятие проектных решений без проведения предварительного моделирования приводит к снижению экономической эффективности и безопасности производства, а иногда невозможности полноценного извлечения запасов. Особенно это актуально для глубоких участков залежей, со сложным геологическим

строением, что выражается в нехарактерном напряженно-деформированном состоянии массива горных пород и проявляется в виде критических деформаций выработок.

Численные методы широко используются в последние несколько десятилетий благодаря прогрессу в вычислительной мощности. В наших работах

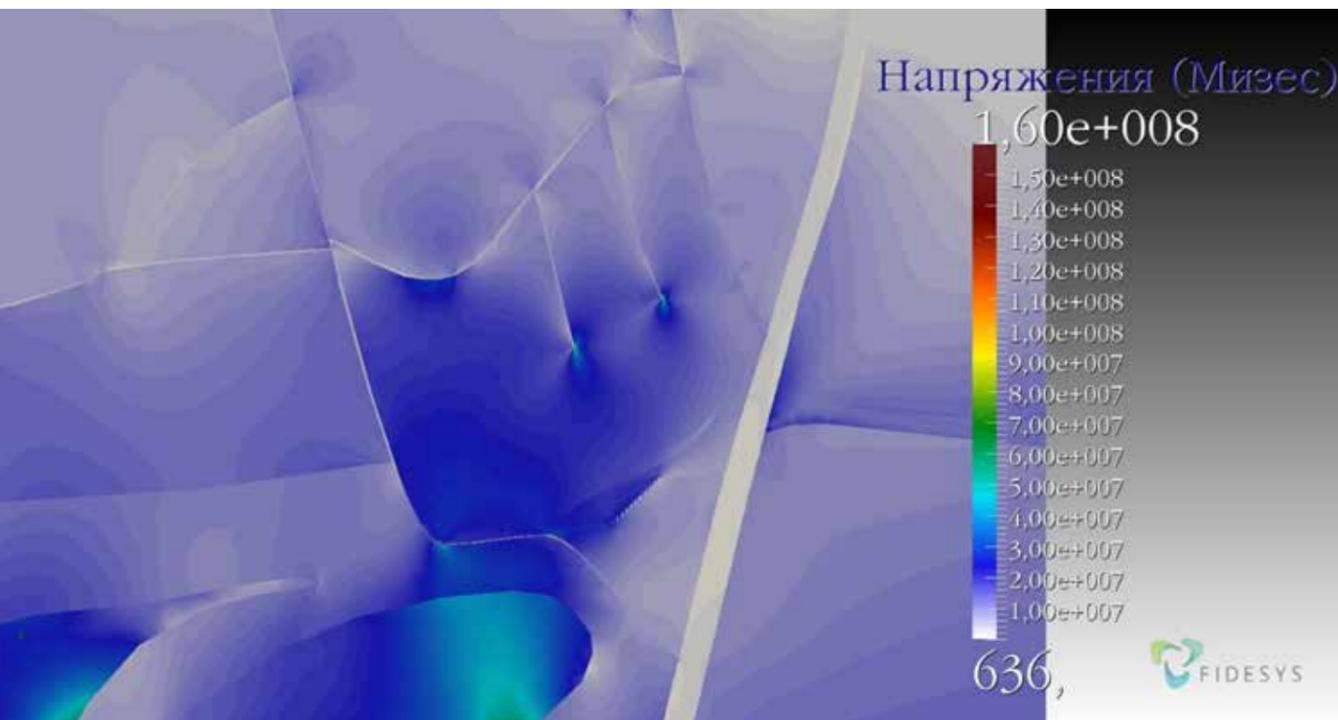


Рисунок 10.
Действие тектонических сил

для анализа НДС массива горных пород применен метод конечных элементов (МКЭ), реализованный в программе CAE Fidesys (русская разработка), т. к. он зарекомендовал себя как надежный и доступный инструмент для осуществления моделирования подобных задач.

Пример численного моделирования. Для освоения части месторождения, залегающего в грабеноподобной зоне, с одной стороны ограниченной мощным тектоническим нарушением, с другой – зоной, опирающейся трещиноватости, выполнено предварительное геомеханическое обоснование порядка отработки руд месторождения на основе конечно-

элементного моделирования (рисунок 9). На основе моделирования: определены безопасные места разрезки шахтного поля и направления движения очистных фронтов с учетом тектонических нарушений (рисунок 10); даны рекомендации о необходимости создания защищенных зон и порядок, параметры и способ их создания; приведены предварительные рекомендации об очередности отработки сближенных рудных тел по вертикали и в горизонтальной плоскости; представлены заключения о пригодности слоевых и камерных систем разработки с закладкой для отработки данного участка месторождения (рисунок 11).

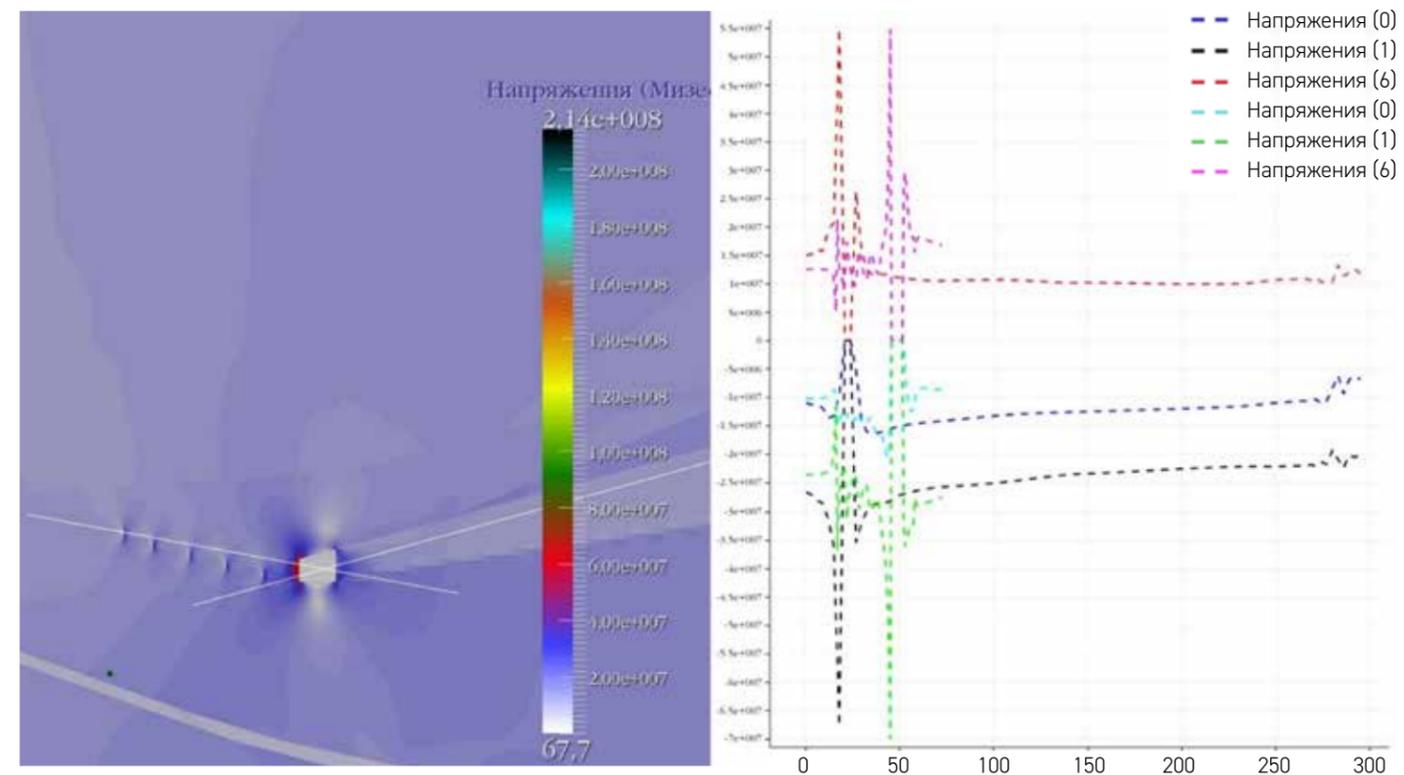


Рисунок 11.
Распределение напряжений при отработке и закладке камер

Рассмотрим применение численного моделирования в ситуации на основе подземного, капитального сооружения, расположенного на глубине более 1 км, на которое оказывает влияние зона опорного давления от очистных работ. Смещения пород и нагрузка на крепь вызваны процессами образования вокруг выработок зоны неупругих деформаций. Поскольку в зоне неупругих деформаций напряжения в массиве пород понижены, на границе этой зоны напряжения повышены и под воздействием этого повышенного напряжения, а также за счет расширения трещин происходит выдавливание пород в выработки (рисунок 12).

Весьма важным для численного моделирования является этап сбора исходных данных. Наполнение численной модели может базироваться на данных блочной геомеханической модели, а также по данным геофизических исследований. С целью получения исходных данных для моделирования о нарушенности массива на участке вентиляционно-закладочного горизонта выполнено поверхностное сейсмопрофилеирование по почве транспортного закладочного уклона телеметрической сейсморазведочной станцией ТЕЛЛС-3. Поле скоростей поперечных волн по почве транспортного закладочного уклона представлено на рисунке 13.

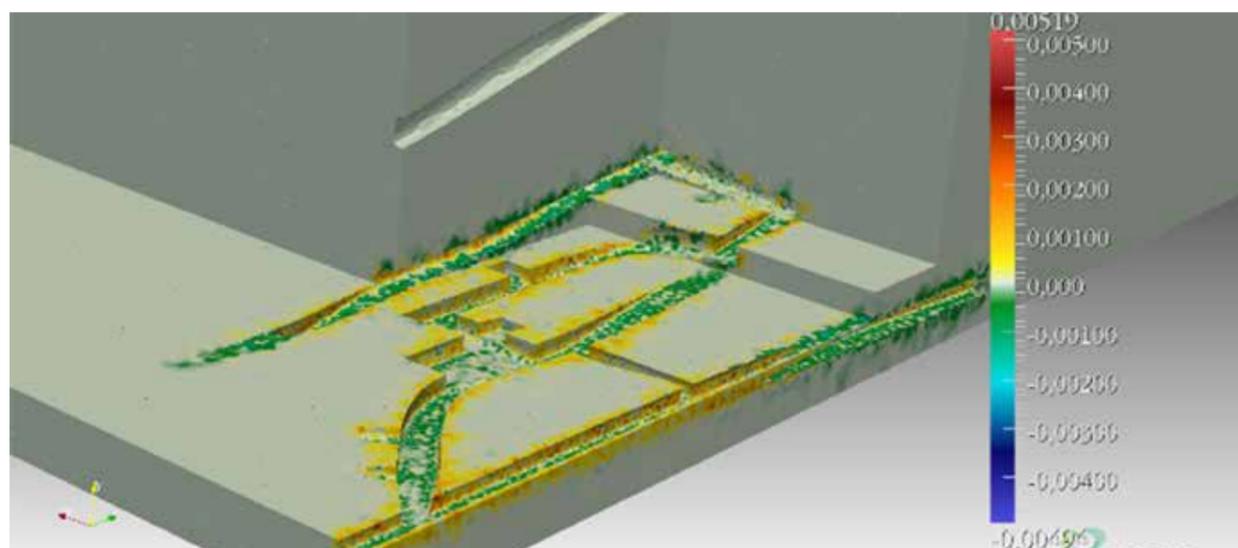
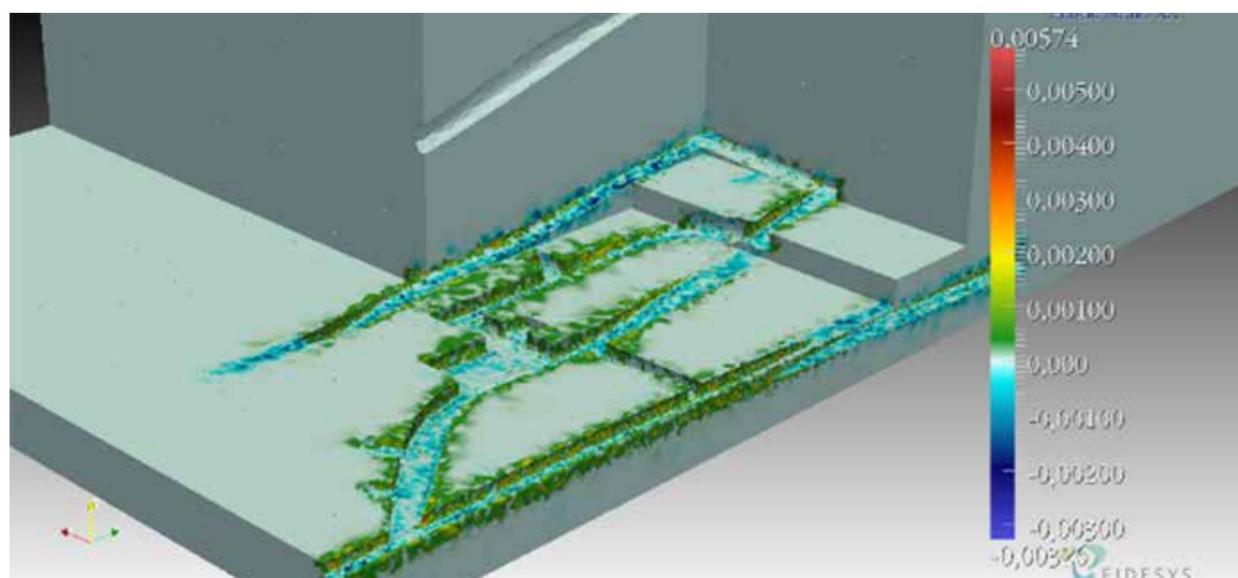
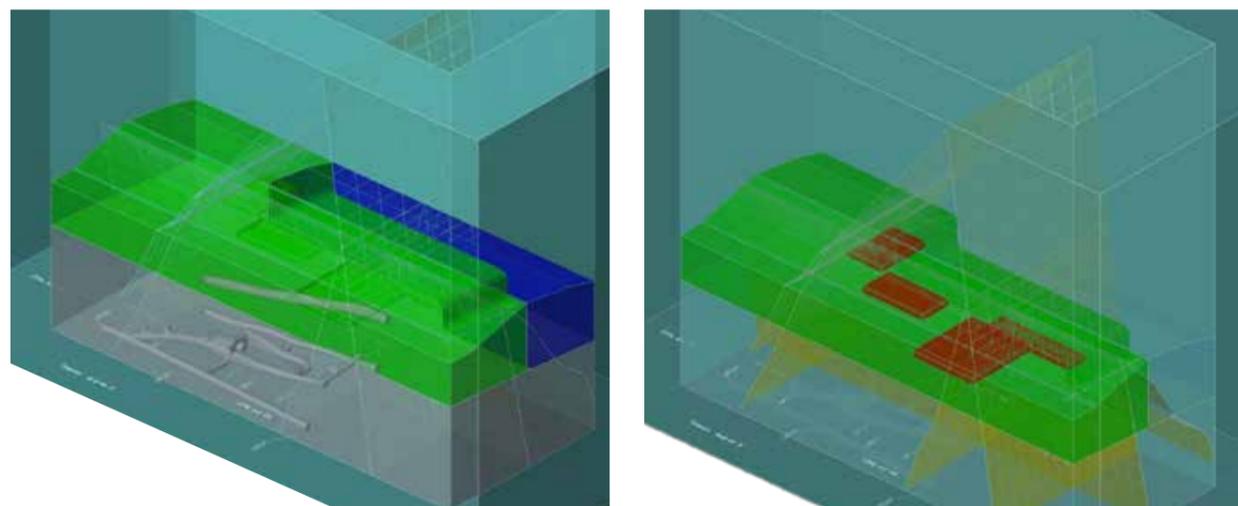


Рисунок 12.
а – 3D-модель выработок, б – 3D-модель рудного тела, заложенного пространства и разгруженных зон, в – пластические деформации вдоль оси XX в выработках, г – пластические деформации вдоль оси XX в выработках, увеличенная разгрузка

Скоростной разрез поперечных волн

Вертикальный масштаб 1:500
Горизонтальный масштаб 1:200

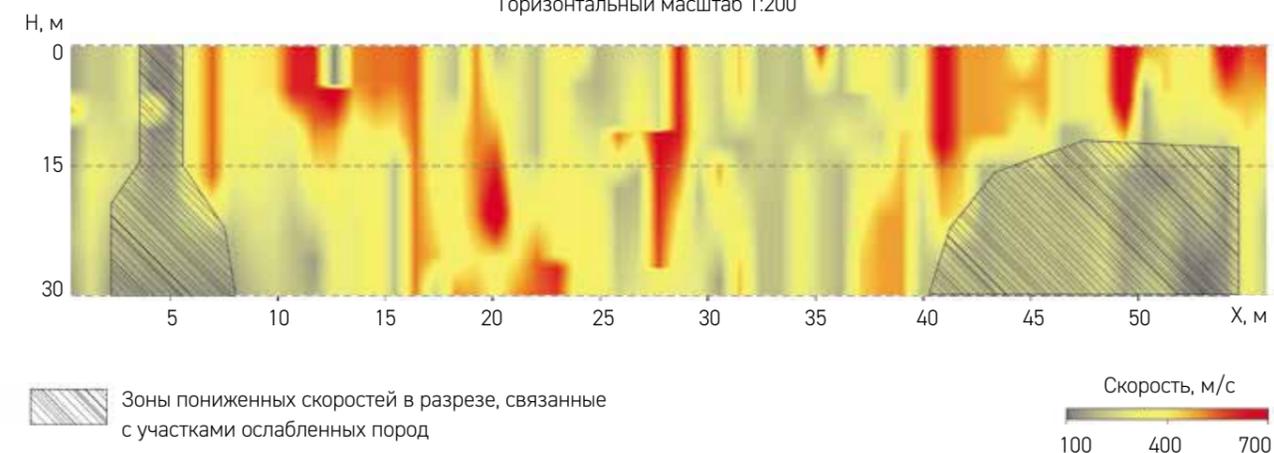


Рисунок 13.
Поле скоростей поперечных волн

С целью моделирования упрочнения массива нарушенных участков исследований проведены лабораторные испытания. Основной целью лабораторных испытаний являлось подтверждение возможности упрочнения

разрушенной горной массы с помощью цементного молочка и установления связи между степенью упрочнения (связностью), модулем деформации и скоростью распространения поперечных волн (рисунок 14).

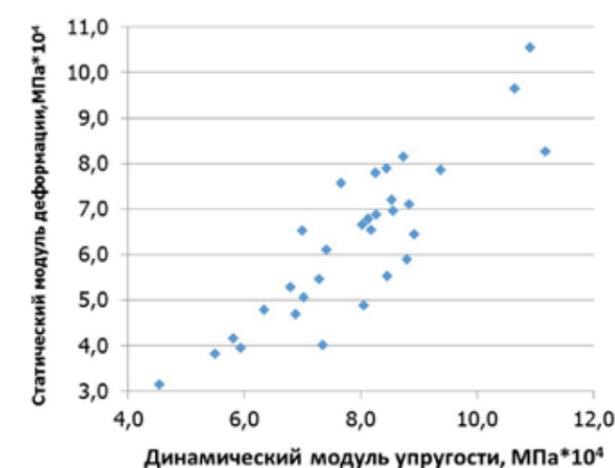
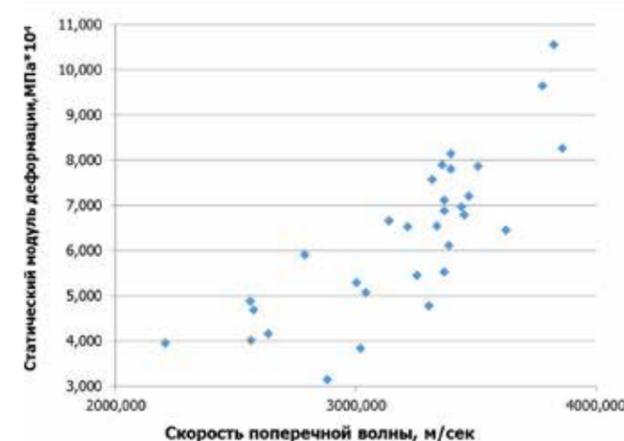


Рисунок 14.
Корреляция между динамическими и статическими деформационными свойствами образцов горных пород Норильского промышленного района

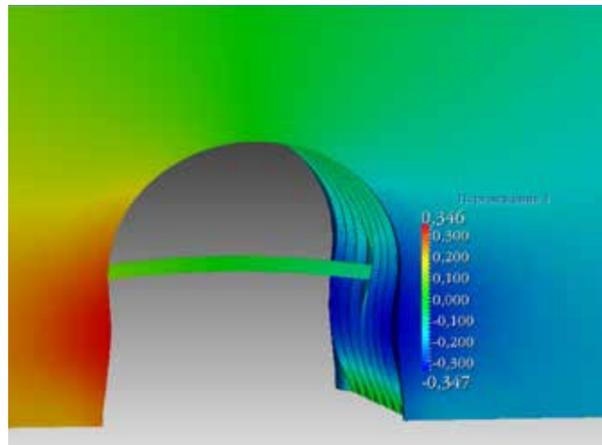
В результате сопоставления данных сейсмопрофилеирования и лабораторных испытаний определены исходные данные для численной модели.

В ходе решения обратной задачи определено давление, которое необходимо оказывать на боковые грани модели для достижения необходимых деформаций крепи, соответствующих смещениям, наблюдаемым в выработке (рисунок 15). Стоит отметить, что полученная величина давления условно может считаться значени-

ем главного напряжения на данной площадке. С учетом глубины рассматриваемого участка выработки -950 м полученное значение превосходит напряжения, обусловленные действием гравитационных сил (γH) почти в 4 раза, что свидетельствует о локальном влиянии тектонических компонент, обусловленных сложной геологической структурой, влиянием горных работ на горизонте «подсечки» и отработанной зоной, контактирующей с проблемным участком рудника.

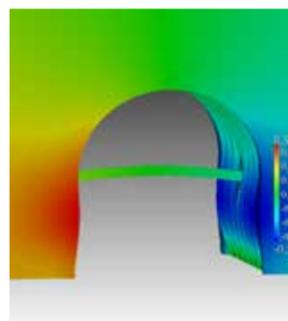


Рисунок 15.
Реальные смещения в выработке и результат моделирования

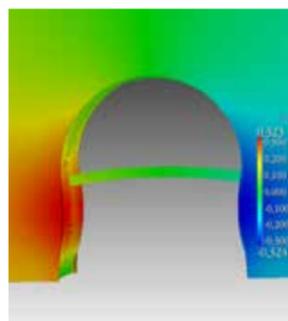


Дополнительно был проведен расчет модели с физико-механическими характеристиками блока 3, получаемыми в результате укрепления горной массы за затяжкой, с учетом свойств, полученных по результатам

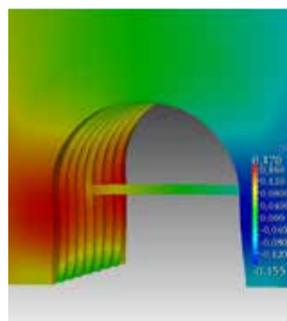
лабораторных испытаний. Аналогично были проведены расчеты для крепи СВП 33, которую технически возможно устанавливать вместо крепи СВП 27. Результаты представлены на рисунке 16.



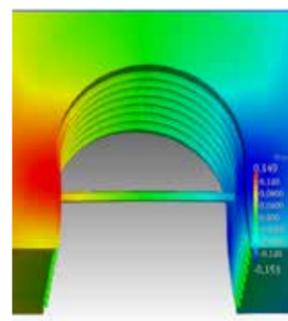
Текущая ситуация.
Горизонтальная
конвергенция 70 см



Замена СВП 27 на СВП 33
Горизонтальная
конвергенция 64 см



Укрепление (тампонаж).
Горизонтальная
конвергенция 32 см



Укрепление (тампонаж).
Замена СВП 27 на СВП 33.
Горизонтальная
конвергенция 30 см

Рисунок 16.
Результаты моделирования технических решений по укреплению выработок

В процессе эксплуатации протяженных (глубоких) рудоспусков, расположенных на больших глубинах, в породах сильной нарушенности и с низкими физико-механическими свойствами зачастую происходит постепенное разрушение стенок и их расширение, в результате образовавшаяся полость оказывает негативное влияние на устойчивость стратегических капитальных выработок, расположенных рядом с ними. Подобные ситуации могут приводить к негативным последствиям, таким как снижение экономической эффективности и безопасности производства, невозможность полноценного извлечения запасов.

В работе для моделирования вариантов размещения нового рудоспуска применен комплексный подход, в котором учитывались физико-механические свойства пород,

слагающих массив, путем проведения испытаний кернов горных пород из геотехнических скважин, пробуренных в рассматриваемой области, параллельно с испытаниями проводилось детальное геотехническое описание массива и выделялись домены, которые принимались для моделирования в конечно-элементной постановке.

Моделирование напряженного состояния массива в 3D-постановке в районе ствола, рудоспуска и проектируемого рудоспуска выполнено в программном комплексе CAE Fidesys. Предварительно выполнено геотехническое бурение, физико-механические испытания, построена блочная геомеханическая модель и выделены домены (рисунок 17).

Модель разбивалась на домены и строилась конечно-элементная сетка, сгущающаяся от периферии к стволу и рудоспускам.

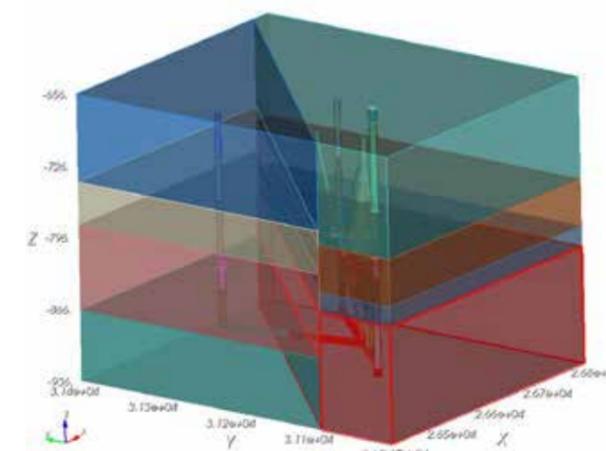
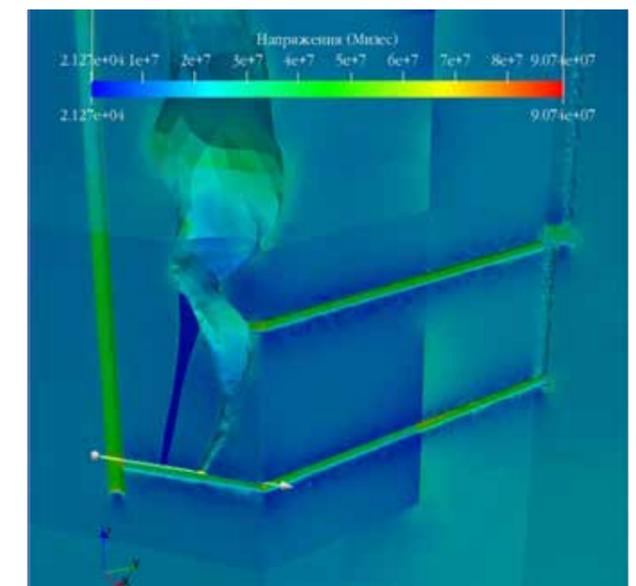


Рисунок 17.
Модель в программе CAE Fidesys, разделенная на домены и распределения напряжений в модели



Применение численного моделирования вкпе с результатами геотехнических исследований массива дает весьма большие возможности для оценки размеще-

ния подземного сооружения в том или ином домене с учетом большого числа переменных факторов массива.



Виктор
Васильевич
СОБОЛЕВ

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЕНЕРАЛЬНОГО
ДИРЕКТОРА АО «НЦ ВОСТНИЙ»,
Д. Т. Н., АКАДЕМИК АГН

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ И ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

В современных условиях и в обозримой перспективе мировое сообщество не может сохранять достигнутый уровень потребления без использования невозобновляемых запасов минеральных ресурсов, к которым относятся уголь и калийно-магниевые соли. Уголь продолжает оставаться одним из главных энергоносителей, возрастает его роль как ценного сырья для химического производства. Без минеральных удобрений не может успешно развиваться сельское хозяйство. Логическим следствием государственной политики в области недропользования должно стать снижение потерь жизненно необходимых и стратегически важных полезных ископаемых. Вместе с тем тенденции изменения эксплуатационных потерь угля и калийно-магниевых солей при их подземной добыче в последние 15–20 лет свидетельствуют о неэффективности принимаемых мер по решению рассматриваемой проблемы.

НЕДОСТАТКИ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ СОЛЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Добычу калийных руд в Российской Федерации осуществляют на Верхнекамском месторождении калийно-магниевых солей, на долю которого приходится более 30% учтенных мировых запасов хлористого калия. Технологии, применяемые на этом объекте, а также на боль-

шинстве соляных месторождений мира, основаны на использовании систем разработки короткими очистными забоями. При данных системах для управления горным давлением в очистных выработках и состоянием подработанных породных массивов в выработанном пространстве оставляют целики. Практический опыт отработки соляных залежей свидетельствует о том, что эксплуатационные потери полезного ископаемого в этих целиках (как на российских, так и на зарубежных рудниках) со-



ставляют 50–70% балансовых запасов обрабатываемых участков. В качестве основного аргумента при обосновании применяемых технологий и допустимости указанных потерь приводится необходимость исключения прорывов подземных вод и рассолов в горные выработки и затопления рудника. Вместе с тем, как показывает опыт отработки соляных залежей, оставление целиков не исключает опасности техногенных аварий указанного типа. Об этом убедительно свидетельствует история освоения соляных месторождений в различных странах мира: Саскачеванского в Канаде, Сент-Поль в Конго, Верхнекамского в России, Солотвинского и Стебниковского в Украине. По данной причине была прекращена работа на десятках соляных рудников в Германии. Аварии, сопровождающиеся затоплением рудников, носят характер социальных и экологических катастроф. Над шахтными полями затопленных рудников наблюдаются неравномерные деформации и опускания земной поверхности до 4 м и более, объемы рассолов, поступающих в рудник, достигают 7–8 тыс. м³/ч. Процесс затопления происходит достаточно быстро, разрушения промышленных и жилых зданий, транспортных коммуникаций и других объектов, переселение людей из опасных районов приводят к возникновению аварий и острых социальных проблем. Из семи российских рудников, построенных на Верхнекамском месторождении, два рудника затоплены (в 1986 и 2006 годах), в одном в 2014 году приостановлены работы в результате прорывов рассолов в подземные горные выработки. При этом над шахтными полями затопленных рудников образовалось не менее семи крупных провалов земной поверхности, из них

шесть – на территории города Березники. Проблема состоит в том, что надежное выявление, особенно на стадии проектирования, таких участков и оценка степени их опасности практически невозможны, так как зависят от значительного числа трудноопределяемых горно-геологических факторов, имеющих случайный характер. Бурение дополнительных разведочных скважин с поверхности приводит к увеличению потерь в охранных целиках, оставляемых для охраны скважин, и повышению вероятности прорывов подземных вод в рудник через скважины. Следует также отметить, что оставление целиков из соляных пород, склонных к пластическим деформациям в течение длительных промежутков времени, не исключает затопления выработанных пространств рудников с экологическими и социальными отрицательными последствиями после окончания срока службы рудника. Фактами являются массовые разрушения целиков в выработанных пространствах рудников и прорывы подземных вод в выработанные пространства блоков через значительные промежутки времени (до 19 лет, рудник «Соликамск-2») после завершения отработки данных блоков.

С учетом высокой цены ошибок и значительных отрицательных социально-экономических и экологических последствиях затопления соляных рудников, не вызывает сомнения правильность принятого в настоящее время концептуального подхода при проектировании и обосновании технологий разработки калийных и калийно-магниевых месторождений, заключающегося в поддержании отработанных камер на целиках с коэффициентом их пригрузки 0,3–0,4 и закладкой выработанного пространства с отставанием до трех лет.

В условиях актуализации на государственном уровне вопросов, связанных с ресурсосбережением, экологической и технической безопасностью, в качестве альтернативной предлагается концепция проектирования отработки калийных и калийно-магниевого месторождений, базирующаяся на следующих положениях:

- в качестве основного способа управления состоянием подрабатываемого массива необходимо использовать безцеликовую технологию с закладкой выработанного пространства, позволяющую обеспечить сохранность водозащитной толщи и объектов на земной поверхности как в период эксплуатации рудника, так и после его закрытия.

Реализация предлагаемой концепции создает объективные предпосылки для многих достижений: снижения потерь балансовых запасов с 50–70 до 10–15 % и менее; увеличения от 3 до 7 раз срока службы рудника; минимизации отрицательного влияния негативных геологических факторов (аномальных локальных зон, дизъюнктивных геологических нарушений) и, что особенно важно, «человеческого фактора» на вероятность затопления действующих рудников и поступления подземных вод в выработанные пространства рудников, на которых прекращены горные работы.

АНАЛИЗ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ С ПОЗИЦИИ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Особенность решения проблемы ресурсосбережения при разработке угольных месторождений заключается в том, что на данном этапе ее острота, по-видимому, не является очевидной, о чем свидетельствуют, в частности, идеи, реализуемые во вновь создаваемых отраслевых нормативных документах, проектные решения и фактическое состояние технологических схем на перспективных российских угольных шахтах. В течение последних 15–20 лет на шахтах при выемке наиболее ликвидных запасов пологих угольных пластов мощностью 1,4–6 м наибольшее распространение получила система разработки длинными столбами с подготовкой выемочных столбов сдвоенными выработками, одна из которых погашается за лавой, а вторая повторно используется при отработке смежного столба. При данной системе в выработанном пространстве лав между смежными участками оставляют неразрушаемые горным давлением целики угля. С ее применением на перспективных российских шахтах отработывают практически все выемочные участки с наиболее качественными запасами. На шахтах Кузнецкого бассейна на ее долю приходится более 93 % общего объема угля, добытого подземным способом. Экономическая привлекательность данной системы разработки для недропользователей состоит в возможности достижения высоких среднесуточных нагрузок на лаву при использовании современных высокопроизводительных механизированных комплексов, а также применения анкерной крепи в качестве основной крепи



участковых подготовительных выработок. Совокупность указанных факторов позволяет в благоприятных горно-геологических и горнотехнических условиях реализовать в качестве основы формирования топологии шахт принцип «шахта-лава» («шахта-пласт»). Примерами таких предприятий в Кузнецком бассейне являются шахты «Талдинская-Западная-1», «Талдинская-Западная-2», имени В. Д. Ялевского, имени А. Д. Рубана и другие.

При использовании указанной системы эксплуатационные потери угля связаны в основном с двумя факторами: с потерями в целиках и с потерями, обусловленными осложнением ведения горных работ в сближенных пластах, вызванным оставлением целиков в выработанном пространстве смежных пластов. При оценке перспектив использования и направлений совершенствования рассматриваемой системы разработки принципиальное значение имеет то обстоятельство, что технико-экономические показатели угольных компаний существенно зависят от эффективности выемки ранее надработанных или подработанных сближенных пластов. Специфика планирования и ведения горных работ в сближенных пластах связана с необходимостью учета зон повышенного горного давления (ПГД), формирующихся под (над) целиками, оставленными в выработанном пространстве ранее отработанного пласта. При использовании рассматриваемой системы разработки общая площадь зон ПГД в надработанном (подработанном) пласте достигает 25–30 % площади шахтного поля. Напряжения в зонах ПГД могут в несколько раз превышать напряжения, естественные для соответствующей глубины залегания пластов при отсутствии горных работ. То есть при оставлении целиков в выработанном пространстве практически невозможно использовать опережающую отработку «защитных» пластов в качестве регионального профилактического способа предотвращения горных ударов и внезапных выбросов, а следовательно, надежно обеспечить безопасность горных работ. В условиях, опасных по горным ударам, в настоящее время работают около 80 % очистных забоев.

Напряжения в зонах ПГД, формирующихся под (над) целиками угля, расположенными на глубинах 180–200 м, в определенных условиях могут превышать уровень естественных напряжений на глубинах 400–500 м при отработке одиночного пласта. Следует отметить, что, начиная с таких глубин, обычно наблюдается изменение роли факторов, определяющих устойчивость подготовительных выработок и характер проявлений горного давления в лавах. Различная интенсивность и непостоянный характер проявлений горного давления на разных участках по длине подготовительных выработок и лав надработанных (подработанных) пластов, расположенных в зонах с разными уровнями напряжений, предполагают различные требования к способам управления кровлей в лавах, способам охраны и крепления подготовительных выработок, что существенно усложняет выполнение условий по обеспечению надежности их функционирования. Оставление целиков в сочетании с высокими скоростями подвигания лав способствует зависанию труднообрушаемых кровель на больших площадях с последующими их динамическими обрушениями, сопровождающимися лавинообразным выдавливанием значительных масс метана из выработанного пространства. Указанные обстоятельства имеют особое значение для технологических схем «шахта-лав», основным требованием к которым является исключение непроизводительных простоев очистных забоев и надежное выполнение производственных заданий по добыче. Адаптация производства к новым условиям ведения горных работ при переходе к выемке надработанных (подработанных) сближенных пластов, как правило, происходит со значительными экономическими потерями, повышением рисков невыполнения производственных заданий, снижением безопасности горных работ, повышением эксплуатационных потерь угля.

При общем объеме добычи угля в Кузбассе открытым и подземным способами, равном 241,5 млн т/год (2017 год), шахтами и разрезами списаны или переведены в разряд забалансовых запасов более 388 млн тонн запасов угля, ранее отнесенных к балансовым запасам.

Не менее актуальными рассматриваемые вопросы являются для угольных отраслей Австралии, США, Китая, Украины и других зарубежных стран, развитых в области горного дела.

В зависимости от конкретного сочетания геологических и горнотехнических факторов практически полное или частичное исключение недостатков системы разработки длинными столбами, при сохранении ее достоинств, технически может быть достигнуто при использовании вариантов: с полной отработкой целика на одной линии с очистным забоем; частичной отработкой целика с уменьшением его ширины до предельных значений, при которых исключается влияние целика на отработку сближенных пластов; созданием между выемочными участками полос из пород и других негорючих материалов; разгрузкой целика от повышенного горного давления после выполнения целиком его основных положительных функций.

Использование рассмотренных выше при проектировании альтернативных ресурсосберегающих технологий отработки соляных и угольных месторождений связано для добывающих компаний с дополнительными затратами, что при имеющейся законодательной базе, регламентирующей взаимоотношения государства, являющегося собственником ресурсов, и недропользователей, не будет способствовать внедрению таких технологий по инициативе добывающих компаний.

Должны быть утверждены однозначно трактуемые юридические правовые нормы прямого действия, определяющие экономическую ответственность недропользователя за причиненный ущерб из-за сверхнормативных потерь полезных ископаемых при их выборочной выемке, социальный и экологический вред.



**Антон
Анатольевич
ПАВЛОВИЧ**
ЗАВЕДУЮЩИЙ ЛАБОРАТОРИЕЙ
УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ
КАРЬЕРОВ САНКТ-
ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОРНОГО
УНИВЕРСИТЕТА, К. Т. Н.



**Сергей
Вадимович
ЦИРЕЛЬ**
ГЛАВНЫЙ НАУЧНЫЙ
СОТРУДНИК САНКТ-
ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОРНОГО
УНИВЕРСИТЕТА, Д. Т. Н.

ПРОБЛЕМЫ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО И ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ КАРЬЕРОВ И ОТВАЛОВ

Оценка устойчивости бортов карьеров и отвалов осуществляется на основании нормативных и методических документов, разработанных преимущественно во ВНИМИ несколько десятилетий назад [1–9]. В то время глубины большинства карьеров не превышали первые сотни метров, а высоты отвалов составляли менее ста метров. Данные документы, несмотря на срок их издания, применяются и в настоящий момент, что говорит о высоком качестве их составления. Однако имеющиеся отечественные и зарубежные [10] методики и подходы не могут учитывать в полной мере все более сложные условия отработки глубоких горизонтов, а также современные достижения и новейшие разработки. В связи с этим ниже рассмотрены имеющиеся неопределенности и сложности, возникающие при выполнении расчетов устойчивости бортов карьеров и отвалов.

1. ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНОЕ СТРОЕНИЕ ПРИБОРТОВЫХ МАССИВОВ КАРЬЕРОВ

С увеличением глубины карьеров изменяется напряженно-деформированное состояние прибортового массива. Причем растет вероятность проявления не только медленных оползней, но и деформаций, проявляющихся в динамической форме в виде обрушений. Прежде всего, это связано с недостаточным изучением геолого-структурного строения прибортовых массивов.

При оценке устойчивости бортов карьеров структурное строение необходимо рассматривать на различных масштабных уровнях, из которых важно выделить уровень уступов и бортов карьера (группы уступов).

Между данными уровнями существует принципиальное различие: в рамках уступа необходимо в явном виде учесть прочностные свойства по поверхности ослабления, а для массива поверхность ослабления может быть учтена при определении коэффициента структурного ослабления.

В связи с этим весьма важно своевременно на всех стадиях освоения месторождения проводить работы по изучению структурного строения прибортового массива и создавать трехмерные геолого-структурные модели, что является, по нашему мнению, необходимым требованием.

Для изучения структурного строения могут использоваться как ручные, так и дистанционные мето-

ды. Из последних стоит выделить программное обеспечение Sirovision компании Datamine (рисунок 1), позволяющее с использованием фотограмметрической съемки оперативно набирать значительный объем информации, который ранее при точечных измерениях ручными методами и/или с использованием самодельных программных продуктов было сложно получить.

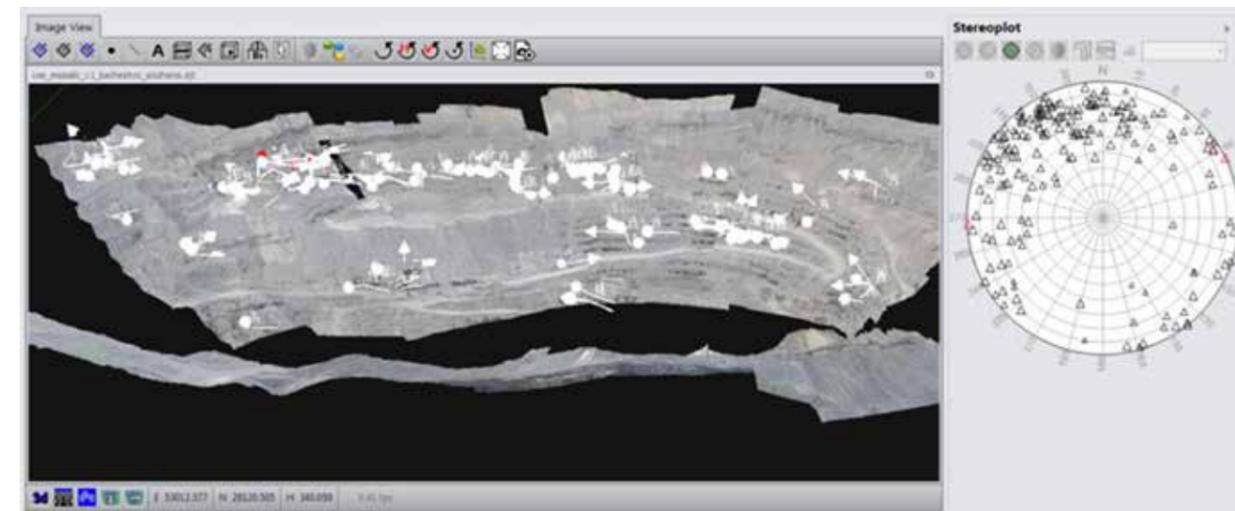


Рисунок 1. Интерфейс программы Sirovision компании Datamine

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД, ПОВЕРХНОСТЕЙ ОСЛАБЛЕНИЙ И ОТВАЛЬНОЙ МАССЫ

Определение механических свойств массива горных пород выполняется следующими способами: по аналогии и/или с использованием справочных данных, натурными испытаниями, обратными расчетами, моделированием в лабораторных условиях, лабораторными испытаниями, с использованием эмпирических формул.

Из приведенных выше способов наибольшее распространение получил подход, основанный на введении поправок на масштабный эффект в результаты лабораторных испытаний.

Основной перечень лабораторных испытаний горных пород в целом широко апробирован и стандартизация методов позволила обобщать, накапливать и систематизировать результаты, получаемые разными организациями.

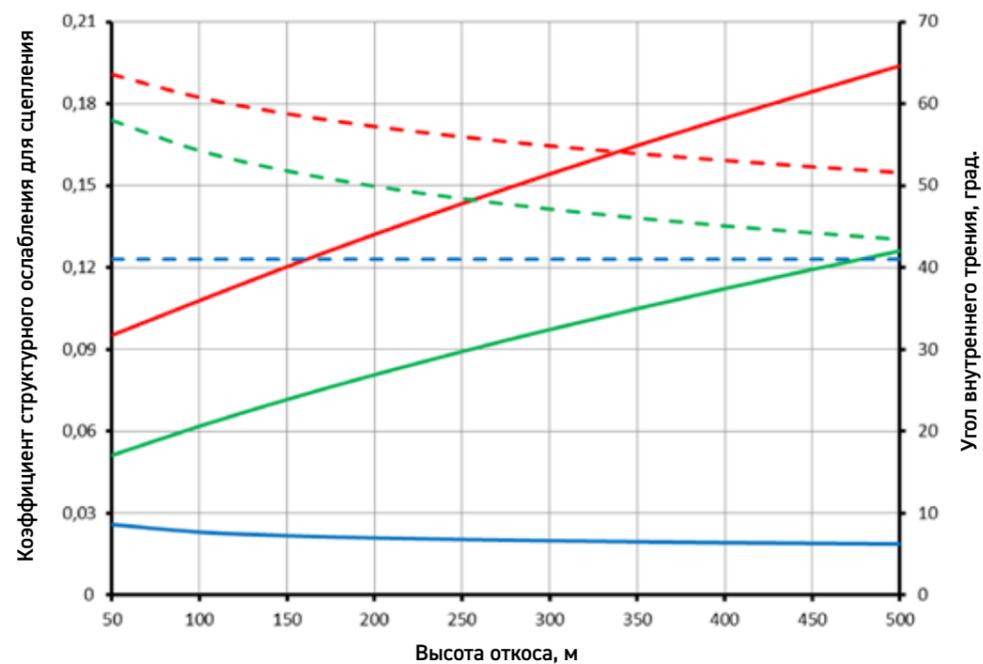
Однако на сегодняшний день отсутствует стандартизированный метод определения прочностных свойств по поверхностям ослабления, что осложняет интерпретацию результатов. Также полностью отсутствует описание проведения испытаний по распилам, хотя, по нашему мнению, эти испытания показывают минимальные значения, которые могут в некотором приближении

характеризовать прочностные свойства по зеркалам скольжения. Рекомендации по испытаниям по поверхностям ослабления приведены в [9], но они не учитывают возможности современного оборудования.

Наиболее важным и определяющим вопросом является переход от механических свойств образцов к массиву.

В российской и зарубежной практике определение механических свойств массива горных пород выполняется принципиально разными методами: в первом случае по методике, предложенной Г. Л. Фисенко [1–3, 11], во втором случае на основании рейтинговых показателей и критерия Хука-Брауна [10, 12].

Для сопоставления двух подходов был построен график для конкретной породы на примере одного и того же месторождения (рисунок 2). Анализ графика показывает принципиальные различия в методологическом подходе к оценке прочности массива горных пород. Вероятнее всего сцепление (коэффициент структурного ослабления для сцепления), получаемое по подходу Г. Л. Фисенко, как отмечает и сам автор, является заниженным [1], а при использовании критерия Хука-Брауна, наоборот, завышенным. Данный вопрос требует дальнейшего изучения, но весьма очевидным является, что при использовании критерия Хука-Брауна необходимо весьма детальное и качественное изучение массива.



— Формула Г. Л. Фисенко для С — Критерий Хука-Брауна, D=1, для С - - Критерий Хука-Брауна, D=1 для Ф
 — Критерий Хука-Брауна, D=0, для С - - Критерий Хука-Брауна, D=0 для Ф - - По предложению Г. Л. Фисенко для Ф

Рисунок 2. Значения коэффициентов структурного ослабления для сцепления и угла внутреннего трения по критерию Хука-Брауна и формуле Г. Л. Фисенко (пунктир – угол внутреннего трения, сплошная линия – сцепление)



Подход Г. Л. Фисенко и критерий Хука-Брауна с использованием рейтинговых классификаций прошли значительную апробацию, но при этом показывают весьма значительные расхождения в оценке прочности массива горных пород. Поэтому весьма важно проводить и систематизировать натурные исследования прочностных свойств массива горных пород, а также необходимо создание каталога деформаций с максимальным описанием происходящих процессов, что позволило бы выполнять обратные расчеты и уточнять свойства массива горных пород.

Стоит также отметить, что в отечественных нормативных документах отсутствуют рекомендации по определению модуля деформации (упругости) массива горных пород, в то время как зарубежные рейтинговые классификации позволяют определить данный показатель.

Относительно получения исходных данных для выполнения расчетов устойчивости откосов отвалов необходимо отметить, что определение физико-механических свойств пород основания и отвальной массы должно проводиться в условиях наиболее близких к условиям эксплуатации отвалов (плотность, влажность, напряженное состояние).

В случае валового складирования разрыхленных пород с различной несущей способностью необходимо установить особенности поведения прочностных свойств смеси при различных их соотношениях. На рисунке 3 представлен пример совместного складирования скальных пород и хвостов обогащения.

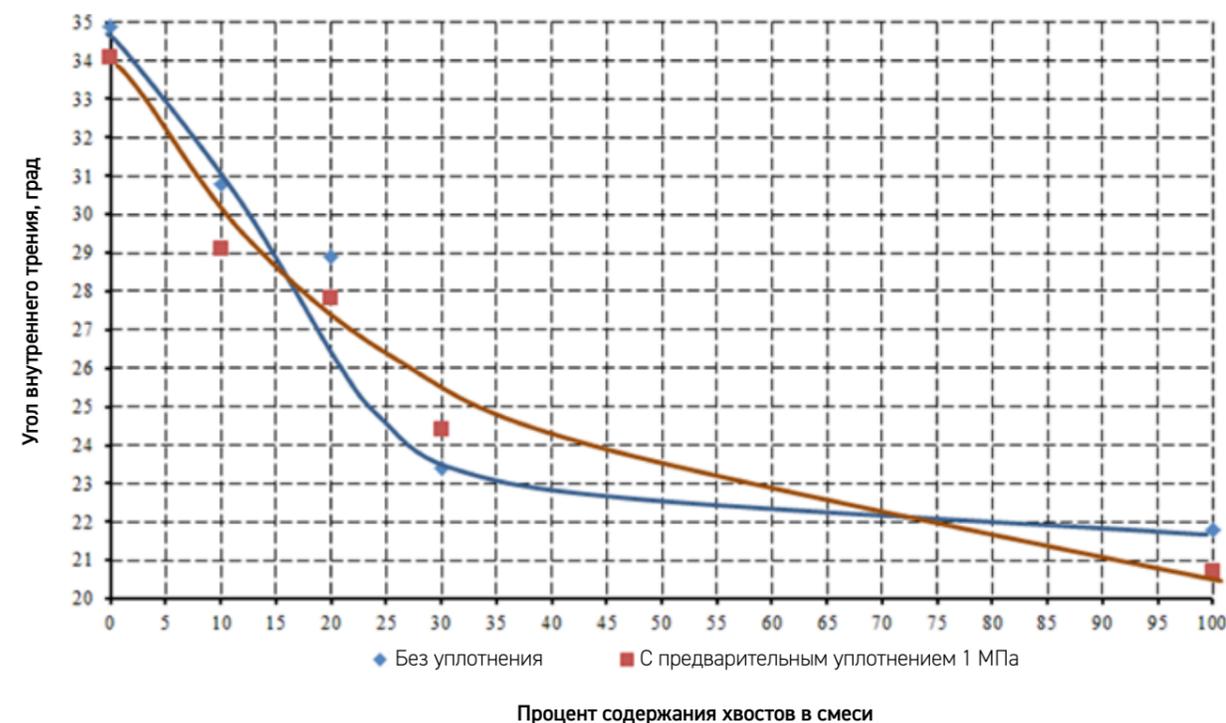


Рисунок 3. Изменения угла внутреннего трения отвальной смеси в зависимости от процента содержания хвостов



3. ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ЗАПАСА ДЛЯ КОНКРЕТНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Выбор величины коэффициента запаса является весьма ответственной задачей. В различных документах приводятся разные рекомендации для их выбора [1, 2, 5, 10]. Особое внимание следует обратить на зарубежный подход, таблица 1.

Сопоставление таблицы 1 и типичных коэффициентов запаса в российских нормативных документах показывает в целом сходство для бортов и их участков, в то время как для уступов имеются принципиальные отличия.

Таблица 1.
Типичные критерии приемлемости в западной практике [10]

Участок откоса	Последствия обрушения	Принятые критерии		
		Статический минимальный коэффициент запаса	Динамический минимальный коэффициент запаса	Максимальная вероятность разрушения
Уступ	От небольших до крупных	1,1	-	25-50 %
Участок между транспортными бермами	Небольшие	1,15-1,2	1,0	25 %
	Умеренные	1,2	1,0	20 %
	Крупные	1,2-1,3	1,1	10 %
Борт карьера	Небольшие	1,2-1,3	1,0	15-20 %
	Умеренные	1,3	1,05	5-10 %
	Крупные	1,3-1,5	1,1	≤ 5 %

Использование вероятности разрушения позволяет, с одной стороны, более полно оценить надежность получаемого коэффициента запаса, с другой – приблизить расчет к реальным условиям, в которых, несмотря на высокий коэффициент запаса, могут наблюдаться локальные вывалы. В этом случае весьма важным становится вопрос определения необходимой величины предохранительной бермы. На наш взгляд, данный подход требует внимательного рассмотрения для использования в российских условиях.

4. МЕТОДЫ РАСЧЕТОВ И МОДЕЛИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ КАРЬЕРОВ И ОТВАЛОВ

Сопоставление российских (алгебраическое и векторное сложение сил) и зарубежных методов [13] показывает, что для простых условий они имеют весьма хорошую сходимость. Причем наибольшая сходимость наблюдается с методами Спенсера, Моргенштерна-Прайса и Сармы, удовлетворяющими всем трем уравнениям равновесия. При определенных условиях удовлетворительные результаты могут давать и другие методы, во многом зависящие от квалификации специалиста.

Все более широкое внедрение в практику цифровых трехмерных моделей предопределяет развитие и программных продуктов для трехмерной оценки устойчивости откосов.

Рекомендуемые в российских нормативных и методических документах подходы для трехмерной оценки устойчивости откосов позволяют искусственно внести поправку на боковой распор, но не позволяют определить положение наиболее напряженной поверхности скольжения и не регламентируют рекомендации по проведению поверочных расчетов устойчивости откосов в трехмерной постановке. Однако расхождения в получаемых коэффициентах запаса в плоской и объемной постановках могут быть весьма значительными.

Для объемных задач наиболее надежным выглядит применение численного моделирования [13], которое позволяет определять не только коэффициент запаса, но и величину смещения.

Численное моделирование весьма надежно прогнозирует величины смещения на этапах проявления упругих деформаций. Однако при развитии трещинообразования в прибортовом массиве наблюдаются нелинейные процессы, прогнозирование которых является весьма сложным.

Для получения качественных и количественных характеристик поведения массива на данных этапах следует применять физическое моделирование на эквивалентных материалах, примеры результатов которого приведены в нормативных и методических документах [1, 3, 4].

5. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ

Учет влияния массовых взрывов на уступы осуществляется при выборе нормативного коэффициента запаса. Но в случае расположения в карьере ответственного сооружения необходимо выполнять дополнительную проверку влияния массового взрыва на устойчивость откосов.

Первым способом оценки влияния массовых взрывов является регулирование параметров буровзрывных работ и расстояния их проведения от ответственного сооружения. В этом случае основным вопросом оценки влияния взрывных работ является выбор критерия безопасности.

Определение допустимой интенсивности колебаний для того или иного сооружения является сложной и субъективной задачей. В качестве консервативной оценки может применяться величина интенсивности колебаний грунта (по аналогии с оценкой воздействия природных землетрясений) в 5 баллов.

Второй способ учета влияния сейсмического воздействия от массовых взрывов заключается в учете дополнительной статической силы в уравнении равновесия устойчивости откоса. Данный подход называется псевдостатическим. Однако он чаще применяется для оценки воздействия природных землетрясений и в случае применения его для оценки влияния массовых взрывов требуется некоторая его адаптация. Рассмотрим применение данного подхода для учета в расчетах сейсмического воздействия от землетрясения.

Сейсмическая сила определяется по следующей формуле:

$$Q_c = K_0 \cdot K_1 \cdot P \cdot k_c$$

где:

K_0 – коэффициент, учитывающий назначение сооружения и его ответственность (т. е. для карьеров принимают 1,5, для отвалов – 1,0 (для ответственного сооружения коэффициент может быть увеличен));

K_1 – коэффициент, учитывающий допускаемые повреждения зданий и сооружений ($K_1 = 0,25$);

P – нагрузка, вызывающая инерционную силу (вес призмы возможного обрушения), т;

k_c – коэффициент сейсмичности, который представляет собой значения ускорения колебаний в долях g , таблица 2.

В общем виде коэффициент запаса устойчивости откоса с учетом сейсмических сил определяется по формуле:

$$n_c = \frac{\sum T_{y\delta} - Q \cdot \sin \beta \cdot \operatorname{tg} \rho'}{T_{c\delta} + Q \cdot \cos \beta} \geq 1,02 \div 1,05$$

где:

$T_{y\delta}$ – сумма всех удерживающих сил, т;

$T_{c\delta}$ – сумма всех сдвигающих сил, т;

β – угол между поверхностью скольжения и направлением сейсмической силы, измеренный в вертикальной плоскости;

ρ' – угол трения по поверхности ослабления.

Таблица 2. Используемые в различных странах приведенные коэффициенты сейсмичности

Коэффициент сейсмичности	Описание	
0,0375–0,15	В России	
0,05–0,15	В США	
0,12–0,25	В Японии	
0,03–0,27 (1,2)	В Чили	
0,1	Сильное землетрясение	Терцаги
0,2	Сильное разрушительное землетрясение	
0,5	Катастрофическое землетрясение	
0,1–0,2	Seed,	
0,1	Крупное землетрясение	Корпорация инженеров
0,15	Великое землетрясение	
1/2 до 1/3 PNA	Marcuson	
1/2 PNA	Hynes-Griffin	
PNA – пиковое горизонтальное ускорение (в g)		

При сейсмическом воздействии коэффициент запаса сравнивается с нормативными значениями для двух условий: без учета воздействия землетрясения и с учетом воздействия землетрясения.

При воздействии сейсмических колебаний коэффициент запаса откоса должен быть не менее 1,02 [6], то есть во время относительно кратковременного воздействия волны на откос последний не должен перейти в предельное состояние. Так как разрушение откоса может наблюдаться и при несколько больших значениях

коэффициентов запаса [1], мы рекомендуем в качестве нормативной использовать величину 1,05.

В зарубежной практике при учете сейсмического воздействия используется динамический коэффициент запаса, таблица 1, согласно которой в большинстве случаев коэффициент не превышает 1,05–1,10.

Однако наши исследования показали, что, помимо интенсивности колебаний грунта, на устойчивость откосов влияние оказывают время воздействия и магнитуда землетрясения, рисунок 4.

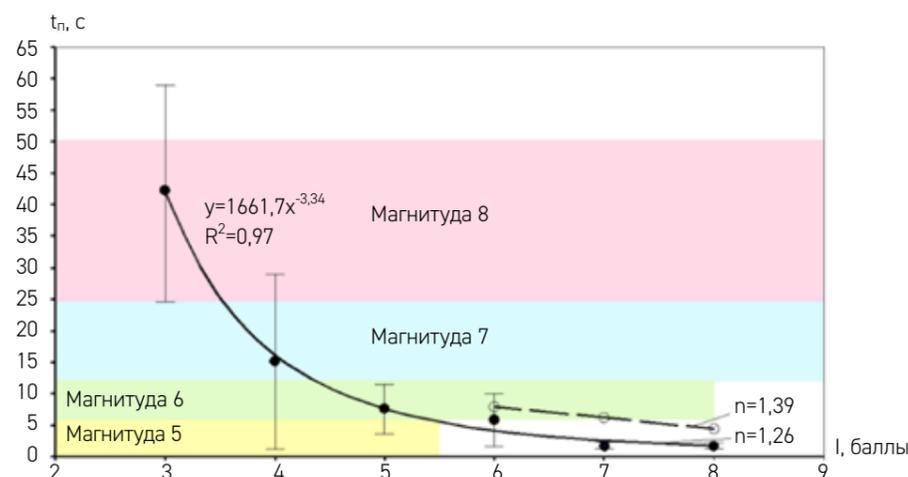


Рисунок 4. Зависимость между временем, необходимым на подготовку сдвига призмы обрушения, и интенсивностью землетрясений

6. МОНИТОРИНГ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ КАРЬЕРОВ И ОТВАЛОВ

Учитывая последние технические достижения, все чаще на практике находят применение комплексные наблюдения. Маркшейдерские наблюдения остаются основными, но не являются единственными.

Наиболее интенсивно на карьерах внедряются наземные радары (рисунок 5), тестирование которых на многих карьерах мира показало их пригодность для проведения мониторинга устойчивости откосов в режиме реального времени.

Принимая во внимание высокую интенсивность ведения горных работ, глубину разработки месторождений и возможность проявления деформаций в динамической форме на скальных массивах, применение радаров является, на наш взгляд, безальтернативным.

Также к числу возможных способов наблюдений следует отнести гидрогеологический и сейсмический мониторинг.

Гидрогеологический мониторинг особенно важен при разработке месторождений и формировании отвалов с породами с низкой несущей способностью. Увеличение уровня подземных вод может быть одним из основных и понятных критериев безопасности.

Сейсмический мониторинг позволяет фиксировать хрупкое разрушение горных пород в массиве. Опыт отработки месторождений подземным способом показывает, что сейсмический мониторинг может являться надежным инструментом в прогнозе динамических явлений.

Для глубоких карьеров данный вид мониторинга может быть весьма актуальным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей статье рассмотрены лишь наиболее крупные вопросы, возникающие при оценке устойчивости бортов карьеров и отвалов. Часть из них решается довольно просто путем актуализации нормативной базы, другая же часть остается предметом научных исследований.

Учитывая, что глубина ряда фактических и проектируемых карьеров превышает 500 м, встают вопросы о применимости методик, разработанных для относительно неглубоких карьеров и невысоких отвалов.

Разработка новых средств, оборудования и программного обеспечения также предполагает их внедрение на действующих предприятиях.

Кроме того, необходимо обратить внимание и на зарубежные достижения в области геомеханики. Оценка устойчивости бортов карьеров и отвалов в России и за ее пределами осуществляется по ряду похожих направлений, но в некоторых вопросах имеются принципиальные различия. Особенно в оценке прочности и деформируемости бортов карьеров и отвалов.

В связи с этим представляется необходимым для глубоких карьеров проведение научного сопровождения их отработки с тестированием и апробацией современного оборудования и новых методов.

Из вышесказанного следует, что необходимо уже сейчас делать шаги к изменению текущей ситуации как минимум в части актуализации нормативной базы, раз-



Рисунок 5. Применение наземного радара IBIS при наблюдении за потенциально опасным участком на месторождении Болиден Кевиста, Финляндия

работке новых методов прогноза устойчивости бортов глубоких карьеров и высоких отвалов и к получению более качественных исходных данных.

ПРИ ПОДГОТОВКЕ СТАТЬИ БЫЛИ ИСПОЛЬЗОВАНЫ СЛЕДУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ:

1. Правила обеспечения устойчивости откосов на угольных разрезах. – СПб.: ВНИМИ. – 1998. – 208 с.
2. Методич. указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов, строящихся и эксплуатируемых карьеров. – Л.: ВНИМИ. – 1972. – 165 с.
3. Инструкция по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости. – Л.: ВНИМИ. – 1971. – 187.
4. Методические указания по наблюдениям за деформациями бортов разрезов и отвалов, интерпретации их результатов и прогнозу устойчивости. – Л.: ВНИМИ. – 1987. – 118 с.
5. Временные методич. указания по управлению устойчивостью бортов карьеров цветной металлургии. – М.: Унипромедь, 1989. – 128 с.
6. Методическое пособие по определению углов откосов уступов и углов наклона бортов карьера, сложенных многолетнемерзлыми породами. – Л.: ВНИМИ. – 1972. – 102 с.
7. Методические указания по расчету устойчивости и несущей способности отвалов. – Л.: ВНИМИ. – 1987. – 124 с.
8. Рекомендации по расчету устойчивости скальных откосов. – М.: Гидропроект. – 1986. – 51 с.
9. Методическое пособие по изучению инженерно-геологических условий угольных месторождений, подлежащих разработке открытым способом. – Л.: ВНИМИ. – 1986. – 113 с.
10. Guidelines for open pit slope design / Editors John Read, Peter Stacey. – CRC Press/Balkema, 2009. – 509 p.
11. Фисенко Г. Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1965. – 378 с.
12. Hoek E, Caranza-Torres C, Corcum B. Hoek-Brown failure criterion // Proceedings of the North American Rock Mechanics Society. Mining Innovation and Technology. Toronto. 2002. pp. 267–273.
13. Цирель С. В., Павлович А. А. Проблемы и пути развития геомеханического обоснования параметров бортов карьеров. Горный журнал. – №7. – 2017. – С. 39–45.



Марина Владимировна
РЫЛЬНИКОВА

ПРОФЕССОР, Д. Т. Н.,
ЗАВЕДУЮЩИЙ ОТДЕЛОМ
ТЕОРИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ОСВОЕНИЯ НЕДР ФГБУН
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ
КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ
НЕДР ИМ. АКАДЕМИКА
Н. В. МЕЛЬНИКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



Олег Вадимович
ЗОТЕЕВ

ПРОФЕССОР, Д. Т. Н.,
ВЕДУЩИЙ НАУЧНЫЙ
СОТРУДНИК ЛАБОРАТОРИИ
ГЕОДИНАМИКИ
И ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ
ФГБУН ИНСТИТУТА
ГОРНОГО ДЕЛА УРАЛЬСКОГО
ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК



Екатерина Николаевна
ЕСИНА

ДОЦЕНТ, К. Т. Н., СТАРШИЙ
НАУЧНЫЙ СОТРУДНИК ОТДЕЛА
ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ
ОСВОЕНИЕМ И СОХРАНЕНИЕМ
НЕДР ЗЕМЛИ ФГБУН ИНСТИТУТ
ПРОБЛЕМ КОМПЛЕКСНОГО
ОСВОЕНИЯ НЕДР ИМ. АКАДЕМИКА
Н. В. МЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК



ИННОВАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТА ФЕДЕРАЛЬНЫХ НОРМ И ПРАВИЛ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ «ПРАВИЛА ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ И УСТУПОВ КАРЬЕРОВ, РАЗРЕЗОВ И ОТВАЛОВ»

Устойчивая тенденция усложнения геологических и горнотехнических условий освоения обрабатываемых и перспективных месторождений на фоне возрастания потребностей в минеральном сырье определяет внедрение инновационных геотехнологий, направленных на повышение эффективности горного производства и снижение экологических последствий техногенного воздействия. В то же время применение инновационных геотехнологий вызывает необходимость совершенствования нормативной базы проектирования горных работ, регламентирующей безопасное и эффективное освоение недр.

Легитимные нормативные требования экологической и промышленной безопасности при ведении горных работ были разработаны преимущественно в прошлом

веке. Так, действующая в настоящее время нормативная документация, регламентирующая порядок расчетов устойчивости бортов и уступов рудных карьеров при их

постановке на предельный контур, была выпущена несколько десятилетий назад. Их несовершенство сдерживает вовлечение в эксплуатацию запасов полезных ископаемых, расположенных в особо сложных горнотехнических, геомеханических и природно-климатических условиях, и препятствует внедрению новых технологических решений, применение которых нормативными документами не регламентировано.

При освоении труднодоступных запасов глубоких горизонтов карьеров приоритетным направлением обеспечения экологической и промышленной безопасности является внедрение роботизированных геотехнологий на основе высокотехнологичных инновационных разработок в области телекоммуникаций, навигации, радиопизики, что позволяет исключить присутствие рабочих в опасной зоне ведения горных работ.

Данные системы, автономно выполняющие в интеллектуальном режиме ключевые технологические процессы, исключая или снижая присутствие человека в опасной зоне ведения горных работ, позволяют управлять техникой в оптимальных режимах, автоматически оптимизировать грузопотоки в карьере и другие показатели производственных процессов, вовлечь в отработку запасы полезных ископаемых при пониженном значении коэффициента запаса устойчивости уступов и бортов карьеров, в зонах интенсивного деформирования массива горных пород, с повышенной загазованностью атмосферы и в других «экстремальных условиях», что направлено на существенное повышение экономической и экологической эффективности открытых горных работ. Это существенно изменяет требования к уровню риска при реализации геотехнологий освоения недр.

Внедрение перечисленных инновационных геотехнологий требует корректировки и совершенствования

методических положений по обоснованию параметров горных конструкций и горнотехнических систем в целом. Горнотехническая система, которая ранее проектировалась исходя из условий и ограничений, связанных с обеспечением безопасности условий труда горнорабочих, с развитием дистанционных и интеллектуальных геотехнологий, предполагает изменение требований к обоснованию основных конструктивных параметров открытых горных работ, прежде всего высоты и угла откоса рабочих уступов и бортов карьеров в целом.

Использование, например, беспилотного автосамосвала, работающего в автономном режиме, способно существенно расширить область эффективного применения открытых горных работ с принципиальным изменением сопутствующей инфраструктуры карьера.

Использование автономного горнотранспортного оборудования, работающего в интеллектуальном режиме, оснащенного соответствующими комплексами мониторинговых систем для контроля пространственного положения рабочих органов и самой техники, позволяет сократить ширину рабочей площадки и транспортных берм, которые в этой связи определяются исключительно исходя из минимальных габаритов и технических зазоров, обеспечивающих безопасную работу применяемого технологического оборудования. Существенное уменьшение ширины транспортной бермы достигается за счет исключения из конструкции карьерной автодороги предохранительного вала, а также сокращения до минимальных значений ширины проезжей части, обочины и полосы безопасности при применении систем позиционирования мобильного объекта в условиях отсутствия людей в зоне ведения горных работ.

С учетом указанных факторов особого внимания требует решение вопросов обеспечения безопасности



горных работ в переходный период внедрения на руднике интеллектуальной техники в комплексе с традиционно применяемой механизированной техникой, управляемой оператором.

Особого внимания требует нормативное обеспечение безопасного и эффективного применения комбинированных геотехнологий.

Следует отметить, что во всех случаях внедрения инновационных технологий требуется научно-методическое сопровождение проектирования горных работ, в отдельных случаях с разработкой обоснования безопасности на их выполнение при необходимости отклонения от требований действующих норм промышленной безопасности или при необходимости введения дополнительных норм.

Кроме того, получены принципиально новые знания о свойствах массивов горных пород, разработаны качественно новые методы получения достоверной исходной геомеханической и геодинамической информации о состоянии горного массива, методики анализа параметров деформирования и разрушения массивов, созданы новые информационные технологии и оборудование, внедрение которых сдерживается отсутствием нормативных правил эксплуатации. Появилось множество программных комплексов и компьютерных разработок, с учетом которых методы оценки рисков и способы управления ими при выборе рациональных параметров бортов карьеров стали более надежными

и совершенными. Современные условия обработки исходных данных, многомасштабное моделирование, установление обратных связей между характеристиками техногенно изменяемых недр и параметрами инновационных геотехнологий в совокупности позволяют надежно обеспечивать устойчивое развитие горнотехнической системы.

Все чаще применяются двумерное и трехмерное математическое моделирование с помощью различных программных комплексов, достоинствами которых, в частности, являются возможность перехода от «плоскостного» представления инженерно-геологической информации к «объемному», учет специфики структурных особенностей массива горных пород, выполнение кинематического анализа устойчивости подработанного горного массива, вычисление запаса устойчивости при изменяющемся положении потенциальной поверхности доменов скольжения в борту карьера. Основанием для определения устойчивых параметров горнотехнических конструкций является геомеханическая 3D-модель месторождения, на основании которой производится районирование бортов карьера с выделением характерных доменов, в соответствии со специфическим строением массива горных пород, его физико-механическими характеристиками, показателями структуры рудного и породного массивов, интенсивностью трещинообразования и специфики условий действия сил трения и сцепления по поверхностям структурного ослабления.

Приоритетным является дифференцированный подход на стадии проектирования к каждому рассматриваемому участку горного массива для обоснования рациональных параметров горнотехнических конструкций с учетом выбора наиболее перспективных способов управления состоянием массива горных пород.

На глубоких горизонтах карьера приоритетным направлением обеспечения безопасности и повышения надежности достижения показателей открытых геотехнологий является развитие методов геомеханического мониторинга состояния горного массива вблизи выработанного карьерного пространства, например с применением георадаров с автоматическим управлением в программном режиме. Как показывает опыт, их использование позволяет заблаговременно надежно прогнозировать развитие критических деформаций бортов и откосов и управлять рисками, связанными с потенциально неустойчивыми участками с целью минимизации технологических потерь. Это в целом обеспечивает безопасность горных работ, особенно при разработке глубоких горизонтов карьера, и позволяет проектировать борта карьеров с более крутыми углами откосов уступов.

Внедрение описанных инновационных и иных технических решений определяет необходимость совершенствования нормативно-правовой базы проектирования, регламентирующей эффективное и безопасное освоение месторождений полезных ископаемых.

Реализация указанных положений позволит синхронизировать разрабатываемые в России проекты освоения недр с международными стандартами и нормами, действующими в мировой практике.

В соответствии с запросами крупных горнодобывающих компаний, понимая необходимость обновления нормативных документов с учетом современных методических достижений и технологий, ИПКОН РАН при поддержке Ростехнадзора принял на себя роль инициатора проекта по разработке Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов» (далее – ФНП), способствующих повышению экономической эффективности и безопасности разработки месторождений открытым способом в современных условиях.

Для подготовки ФНП организован мегапроект «Обеспечение устойчивости откосов при открытых горных работах». Основной целью этого проекта является разработка нормативно-правовой документации, закрепляющей регламентированные в установленном порядке правила по обеспечению устойчивости откосов бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов, учитывающие накопленный российский и международный опыт, адаптированные к российским условиям и рискам, и, главное, ориентированные на возможность применения перспективных развивающихся и находящихся только в разработке инновационных открытых геотехнологий.

ЗАДАЧАМИ ПРОЕКТА ЯВЛЯЮТСЯ:

- адаптация норм по обеспечению устойчивости откосов к современным условиям открытых горных работ, методам оценки и управления состоянием массива;
- синхронизация действующих в России норм по обеспечению устойчивости откосов к мировой практике;
- наиболее полное использование возможностей современных средств, методов и технологий обеспечения устойчивости откосов для повышения эффективности горных работ;
- снятие барьеров и обеспечение возможности внедрения инновационных технологий в проекты горных работ;
- повышение эффективности функционирования предприятий с открытым способом добычи;
- учет интересов недропользователя в повышении эффективности и безопасности горных работ.

Разработка утвержденного в соответствии с действующим законодательством нормативного документа, соответствующего вышеуказанным требованиям, необходима как недропользователям, специализированным проектным организациям, специалистам в области открытых горных работ, так и экспертным организациям. Реализация проекта возможна только при объединении усилий всех заинтересованных сторон и финансовой поддержке горной общественности.

Находящийся в настоящее время в стадии завершения разработки проект ФНП состоит из основной части и приложений, содержащих методы инженерно-геологического изучения массива горных пород, методы, порядок оценки и способы управления устойчивостью откосов, методические положения по мониторингу состояния бортов и оценке рисков развития деформаций и нарушения устойчивости бортов карьеров, разрезов и отвалов. При подготовке ФНП дифференцированы требования и рекомендации по видам добываемого минерального сырья, учтена специфика горнотехнических и региональных климатических условий, включая особенности криолитозоны. В рамках проекта будут подготовлены методические рекомендации для практического обеспечения требований ФНП, обеспечена возможность развития и корректировки содержания приложений к ФНП.

Разработка подобного нормативного документа стала возможна только при объединении усилий всех заинтересованных сторон. В разработке новых ФНП принимают участие коллективы ведущих специализированных проектных организаций, представители академической и вузовской науки, профессиональных сообществ и ведущие специалисты в области открытых горных работ. Разработку ФНП ведут ведущие ученые и специалисты в области обеспечения безопасности открытых горных работ, включая представителей ОАО «ВИОГЕМ», «Якутнипроалмаз» ПАО «Алроса», ИПКОН РАН, Института горного дела УрО РАН, Санкт-Петербургского горного университета, НИТУ «МИСиС», УралВНИМИ, ООО «НИИОГР» и др.



АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ОБЪЕКТОВ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В данной статье мы обозначили актуальные вопросы, возникающие при проведении государственной экспертизы проектной документации объектов угольной промышленности в части подготовки проектно-разрешительной документации. Кроме того, были проанализированы требования к оформлению прав на земельные участки для прохождения государственной экспертизы проектной документации и предложены основные направления ее совершенствования.

Реализация требований новых ФНП на горных предприятиях страны позволит расширить область эффективного применения открытых геотехнологий, оптимизировать параметры бортов и уступов карьеров и отвалов, повысить полноту освоения месторождений твердых полезных ископаемых открытым и комбинированным способами при обеспечении требуемого уровня безопасности горных работ, синхронизировать отечественные и мировые нормы проектного обоснования устойчивости откосов, определить стандарты требования экспертных организаций России к принятию проектных решений, соответствующих современным достижениям горной науки и технологий и передовой практики развития горных работ.

Цель ФНП – разработка современного нормативного документа по геомеханическому обоснованию устойчивости бортов и уступов карьеров, в котором не только будет структурирован накопившийся российский и зарубежный опыт такого обоснования, расширен аппарат расчетных методов, но и будут определены методические подходы к внедрению инновационных геотехнологий, обеспечивающих возможности их своевременного введения и облегчающих взаимодействие производственных, научных работников, проектировщиков и экспертов.

В настоящий момент определены и согласованы с Ростехнадзором структура, основное содержание разрабатываемых ФНП приложений, детализирующих положения и прикладные рекомендации по применению ФНП с учетом особенностей освоения отечественных месторождений твердых полезных ископаемых, разработан блок общих методических положений по обеспечению устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов.

В ФНП нашли отражение требования к методам и порядку инженерно-геологического, гидрогеологического, геокриологического изучения природных и техногенных массивов горных пород, оценке и способам управления устойчивостью откосов, методике организации мониторинга состояния массивов горных пород и оценке рисков развития деформаций и нарушений устойчивости бортов карьеров, разрезов и отвалов с разработкой мероприятий по обеспечению безопасности при обнаружении критических деформаций. Кроме того, дифференцированы требования и рекомендации по видам добываемого минерального сырья, учтена специфика горнотехнических и региональных климатических условий, включая особенности криолитозоны, обеспечена возможность развития и корректировки приложений к ФНП в динамике.

Участие в разработке и финансировании проекта ФНП в целях более полного учета особенностей освоения разрабатываемых ведущими горными компаниями месторождений принимают АО «МХК «ЕвроХим», ООО УК «Металлоинвест» (ПАО «Михайловский ГОК», АО «Лебединский ГОК»), ПАО «ФосАгро», АК «АЛРОСА» (ПАО), АО «СУЭК» и др.

Реализация требований ФНП на горных предприятиях России позволит расширить область применения открытых геотехнологий, оптимизировать параметры бортов и уступов карьеров и отвалов, повысить полноту освоения месторождений твердых полезных ископаемых открытым и комбинированным способами при обеспечении требуемого уровня безопасности горных работ, синхронизировать отечественные и мировые нормы проектного обоснования устойчивости откосов.

Проектирование предприятий по добыче и переработке угля представляет собой разработку комплексной технической документации (проекта), содержащей технико-экономические обоснования, расчеты, чертежи, сметы, пояснительные записки и другие материалы, необходимые для строительства, реконструкции, технического перевооружения, ликвидации (консервации) горного предприятия.

В процессе разработки проектной документации проектировщики сталкиваются с целым рядом проблем, основными из которых являются многочисленные противоречия требований, отраженных в нормативных документах, соблюдение положения которых обязательны при проектировании. Проблема ревизии нормативных документов, регламентирующих нормы проектирования предприятий угледобывающей и перерабатывающей отраслей, является одной из самых актуальных задач. Дело не только в том, что устарели действующие регламенты, которые уже не соответствуют ни возросшей производительности угледобывающих предприятий, ни возможностям, которые обеспечивают применяемое современное горно-шахтное и горнотранспортное оборудование и новые технологии; но и в том, что наблюдаются многочисленные недоработки и противоречия требований, предъявляемых действующим законодательством, которые связаны с рассогласованностью действий различных ведомств.

В соответствии со ст. 48 Градостроительного кодекса РФ для прохождения государственной экспертизы проектной документации недропользователь обязан предоставить правоустанавливающие документы на все

земельные участки, расположенные в границах проектирования, а также градостроительные планы земельных участков с разрешенным использованием – для недропользования [1].

Требование о предоставлении в составе проектной документации градостроительного плана земельного участка содержится в абзаце 5 подпункта «б» пункта 10 «Положения о составе разделов проектной документации и требования к их содержанию», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 [2].

Общий срок оформления прав на земельные участки и градостроительных планов с соответствующим разрешенным использованием составляет от 8 месяцев.

Стоит отметить, что на стадии проектирования недропользователь несет затраты по разработке проекта рекультивации, проекта внесения изменений в материалы территориального планирования, оплате арендных платежей, приобретению в собственность земельных участков, однако фактического пользования земельными участками на стадии проектирования не осуществляет.

Учитывая, что при прохождении экспертизы проектная документация может быть возвращена для корректировки, что может повлечь изменение проектных границ, соответственно, оформленные земельные участки могут быть исключены из проектных границ и выполненная работа окажется бесполезной и необоснованно затратной для недропользователя.

В проектной документации рассчитывается производственная мощность предприятия. В случае отклонения производственной мощности от расчетной при объективных обстоятельствах, связанных с временным



Виктор
Иванович
ЕФИМОВ

д. т. н., профессор
НИТУ «МИСИС»,
ЗАМЕСТИТЕЛЬ ДИРЕКТОРА
ПО ПЕРСПЕКТИВНОМУ
РАЗВИТИЮ ФИЛИАЛА АО ХК
«СДС-УГОЛЬ» В МОСКВЕ



Татьяна
Викторовна
КОРЧАГИНА

к. т. н., директор ООО
«СИБИРСКИЙ ИНСТИТУТ
ГОРНОГО ДЕЛА»,
АО ХК «СДС-УГОЛЬ»



Павел
Анатолевич
ДУХНОВ

НАЧАЛЬНИК ДЕПАРТАМЕНТА
ПЕРСПЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ
АО ХК «СДС-УГОЛЬ»



Роман
Сергеевич
ЛУКИН

НАЧАЛЬНИК ЮРИДИЧЕСКОЙ
СЛУЖБЫ АО ХК «СДС-УГОЛЬ»



Людмила
Васильевна
ВЕПРОНЦЕВА

НАЧАЛЬНИК УПРАВЛЕНИЯ
ПО РАБОТЕ С НЕДВИЖИМЫМ
ИМУЩЕСТВОМ АО ХК «СДС-
УГОЛЬ»

изменением рыночной конъюнктуры, требуется ее корректировка в части изменения производственной мощности предприятия и календарного плана.

В федеральном законодательстве (ст. 24, 25.1 ФЗ «О недрах», подп. 20 п. 2 ст. 39.6, п. 4 ст. 39.7, п. 2 ст. 39.8, ст. 39.23, п. 2 ст. 56.3, ст. 70.1 Земельного кодекса РФ) в отношении использования земельных участков широко применяется выражение «работы, связанные с использованием недр» [4]. Учитывая тот факт, что официально содержание данного понятия не раскрыто, на практике к данным земельным участкам относятся лишь участки, расположенные в границах горного отвода, что влечет за собой следующие последствия:

- земельные участки, расположенные за границами горных отводов, но неразрывно связанные с обработкой участка недр (дороги, отвалы, склады, ВЛ и т. п.) предоставляются в аренду по результатам аукциона (результат аукциона для недропользователя может быть непредсказуемым);
- законодательством не предусмотрена процедура изъятия земельных участков, расположенных за границами лицензионных участков.

Деятельность по добыче угля не может осуществляться недропользователем без создания вспомогательных объектов, преимущественное право на оформление земельных участков, необходимых для размещения указанных объектов за границами лицензионных участков, также должно быть предоставлено владельцу лицензии. Обоснованная необходимость указанных земельных участков для добычи полезных ископаемых на предоставленном в пользование участке недр подтверждается в ходе предусмотренных законодательством экспертиз проектной документации на разработку месторождений твердых полезных ископаемых.

- Длительная процедура изменения категории использования земельных участков, расположенных в лицензионных границах. Законодательно закреплено, что предоставление земли для ведения работ, связанных с использованием недр, осуществляется после получения недропользователем лицензии на пользование недрами (ст. 25.1. ФЗ «О недрах»).

На практике сложилась ситуация, когда лицо, выигравшее аукцион и получившее лицензию, сталкивается с тем, что земельные участки, расположенные в границах лицензии, имеют ограниченную категорию использования. Это касается участков сельскохозяйственного назначения, лесного фонда категории защитных лесов, зеленых зон, особо защитных участков. Недропользователь вынужден организовывать и согласовывать возможность изменения категории земельных участков, в том числе лесов. Процедура, как правило, занимает от 9 месяцев до 1 года. Только после получения положительных результатов работ недропользователь вправе приступить к оформлению прав на земельные участки и проектной документации.



На основании вышеизложенного авторы считают целесообразным предложить следующие решения обозначенных проблем.

1. Внести изменения в пункт 1 статьи 48 Градостроительного кодекса Российской Федерации, указав, что подготовка проектной документации осуществляется в границах принадлежащего застройщику земельного участка, за исключением подготовки проектной документации с целью разработки месторождений полезных ископаемых.

Подготовка проектной документации для разработки месторождений полезных ископаемых и предоставление ее на государственную экспертизу должны осуществляться на основании предварительного согласования размещения объектов с собственниками земельных участков, расположенных в проектных границах.

2. Абзац 5 подпункта «б» пункта 10 «Положения о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 года № 87, дополнить словами «за исключением проектной документации опасных производственных объектов, на которых ведутся горные работы, в том числе предусматривающей размещения объектов, используемых для размещения и (или) обезвреживания отходов I–V классов опасности».

3. Для исключения необходимости корректировки проектно-разрешительной документации предлагается установить на законодательном уровне величину отклонения производственной мощности горного предприятия, обоснованную проектными решениями.

4. Внести изменения в Земельный кодекс РФ в части определения понятия «работы, связанные с использованием недр» и механизма предоставления земельных участков, расположенных за границами горных

отводов и непосредственно связанных с использованием недр, а также норму о том, что изъятию для государственных и муниципальных нужд подлежат как участки, расположенные в границах горных отводов, так и участки, расположенные согласно проектной документации за границами горных отводов, необходимые недропользователю для размещения вспомогательных объектов (дорог, отвалов, складов, ВЛ и т. п.).

5. При прохождении государственной экологической и государственной экспертиз на законодательном уровне исключить требование об изменении категории земельных участков, используемых для недропользования.

По мнению авторов, предложенные решения рассмотренных проблем позволят совершенствовать процесс проведения государственной экспертизы.

**ПРИ ПОДГОТОВКЕ СТАТЬИ БЫЛИ ИСПОЛЬЗОВАНЫ
СЛЕДУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ:**

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
2. Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 года № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
3. Федеральный закон от 23 ноября 1995 года № 174 «Об экологической экспертизе» // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
4. Федеральный закон от 21 февраля 1992 года «О недрах» № 2395-1 (ред. 03.08.2018) // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
5. Земельный кодекс Российской Федерации // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.



Сергей
Николаевич
АЛИН

ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ ОТДЕЛА
ОБЪЕКТОВ ГОРНЫХ РАБОТ
КРАСНОЯРСКОГО ФИЛИАЛА
ГЛАВГОСЭКСПЕРТИЗЫ РОССИИ

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ОБЪЕКТОВ ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ: ФОРМИРОВАНИЕ ИСХОДНО-РАЗРЕШИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Рассмотрению представленных материалов в части оценки принятых технологических решений при строительстве и реконструкции объектов горнодобывающей промышленности предшествует анализ исходных данных для проектирования. Предметом государственной экспертизы проектной документации является оценка ее соответствия требованиям технических регламентов, которые, кроме очевидной их значимости для разработки технологических решений, направлены на:

- защиту жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества;
- охрану окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений;
- предупреждение действий, вводящих в заблуждение приобретателей.
- обоснование проектных решений с учетом актуальных и достоверных данных, требований действующих нормативных документов;
- возможность реализации проектных решений в соответствии с требованиями надзорных и контролирующих органов в процессе строительства, реконструкции и эксплуатации;
- предупреждение аварий и исключение потенциальной опасности проектируемого объекта для жизни и здоровья людей, окружающей среды.

До вступления в силу в установленном порядке технических регламентов проводится проверка соответствия требованиям законодательства, нормативным техническим документам в части, не противоречащей Градостроительному кодексу Российской Федерации и Федеральному закону «О техническом регулировании».

Важность формирования «пакета» исходных данных для разработки технологических решений заключается в закладке надежной основы проектирования, направленной на:

На сегодняшний день отсутствует единый документ, регламентирующий перечень и требования к исходным данным для проектирования, информация имеет разрозненный характер и содержится в различных нормативных правовых актах: в законах, правилах, руководствах и т. д.

В Главгосэкспертизе России разработана система стандартов экспертной деятельности, в которую также



входят стандарты организации по проведению государственной экспертизы проектной документации объектов, на которых ведутся открытые, подземные горные работы, в том числе по видам полезных ископаемых – рудные (нерудные) и угольные.

В указанных стандартах организации систематизированы сведения об исходных данных, собран перечень технических регламентов, которые необходимо использовать при оценке проектной документации.

Ниже приведен перечень сведений, которые необходимо учитывать при проектировании в качестве исходных данных и, соответственно, представлять на государственную экспертизу, а также требования технических регламентов (нормативных документов), в соответствии с которыми необходимо их использовать и представлять. Перечень составлен как в целом для горнодобывающих предприятий, так и с выделением их специфики: подземные горные работы – угольные шахты (далее – УШ); открытые горные работы – угольные разрезы (далее – УР); подземные горные работы – рудники (далее – ПГР); открытые горные работы – карьеры (далее – ОГР).

ДЛЯ НОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРОВЕРЯЕТСЯ НАЛИЧИЕ СЛЕДУЮЩИХ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ:

1. Сведения о лицензии на право пользования недрами с целью добычи и геологической разведки месторождений полезных ископаемых (в том числе водных ресурсов), о горном отводе (статьи 7, 11 [14]).
2. Сведения о запасах полезных ископаемых, горно-геологических и гидрогеологических условиях разработки лицензионного участка, радиационной обстановке, физико-механических свойствах горных пород, границах лицензионного участка недр, комплексном использовании запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых, характеристике полезного ископаемого, мерах, обеспечивающих безопасность населения, охрану недр и окружающей среды (ВНТП 1-92, ВНТП 2-92, ВНТП 13-2-93, ВНТП 35-86, ВНТП 13-1-86, ОНТП 18-85).
3. Сведения о проведении государственной экспертизы запасов полезных ископаемых (статья 29 [14]).



4. Сведения о наличии месторождений полезных ископаемых под участками предстоящей застройки. Разрешение на застройку лицензионного участка недр (при необходимости) (статья 25 [14], п. 18 [3], п. 129 [8], п. 558 [9]).

5. Сведения о рядом расположенных предприятиях и сооружениях с оценкой взаимного влияния.

6. Заключение и отчеты специализированных организаций о результатах выполненных научно-исследовательских и конструкторских работ, результаты опытно-промышленных опробований (при необходимости).

7. Требования, предъявляемые к техническим устройствам (ТУ) на опасном производственном объекте (ОПО). Сведения о наличии сертификатов на применяемое технологическое оборудование, в том числе иностранного производства (статья 7 [1]).

8. Результаты геодинамического районирования и оценка склонности горных пород и полезного ископаемого к внезапным выбросам (УШ – п. 11 [5], п. 33 [6]; ПГР – пп. 63, 261 [9], пп. 4, 5 [10]).

9. Оценка склонности полезного ископаемого к самовозгоранию (УШ – пп. 476, 477 [4], п. 5 [12]; УР – пп. 68, 111, 178, 179 [8]; ПГР, ОГР – (при наличии)).

10. Оценка склонности пыли к взрываемости (УШ – п. 179, 180 [4], п. 4 [13]).

11. Фрикционная опасность горных пород (УШ – п. 172, 173 [4]).

12. Сведения о природной или фактической (для действующих шахт) газоносности разрабатываемого лицензионного участка (УШ – п. 156 [4]; ПГР – пп. 166-169 [9]).

13. Сведения об устойчивости кровли разрабатываемых угольных пластов, наличии труднообрушаемых кровель и тяжести проявлений их осадки (УШ – п. 74, 80, 81 [4]).

14. Сведения о температуре пород и подземных вод на глубине ведения горных работ, температурном градиенте (УШ – п. 125 [4] п. 8 [7]; ПГР – пп. 156, 228 [9])

15. Оценка радиационной обстановки (Федеральный закон от 9 января 1996 года № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения», правила радиационной безопасности и нормы радиационной безопасности (НРБ); п. 576 [8], пп. 238-240 [9]).

16. Обоснование границ безопасного ведения горных работ (п. 60 [3]; УР – пп. 77-85, 94-96, 99-113 [8]).

17. Декларация промышленной безопасности ОПО (при необходимости) (статья 14 [1]).

18. Декларация безопасности ГТС (при необходимости) (чч. 1, 5 статьи 10 [2]).

19. Иные исходно-разрешительные документы, содержащие информацию, оказывающую влияние на технологические решения.

ДЛЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ДОПОЛНИТЕЛЬНО ПРОВЕРЯЕТСЯ НАЛИЧИЕ СЛЕДУЮЩИХ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ:

20. Сведения о фактическом положении горных работ и соответствии горных выработок и отвалов требованиям нормативных документов. Наименование, шифр, основные принятые решения, заключение государственной экспертизы проектной документации, действующей на предприятии (требованиями [3], [4], [8], [9] установ-

лено, что строительство, реконструкция и эксплуатация горнодобывающего предприятия должна осуществляться в соответствии с проектной документацией, утвержденной в установленном порядке).

21. Учет состояния и движения запасов полезного ископаемого на начало проектирования (пп. 38, 70 [3]).

22. Сведения о применяемом оборудовании, опасных факторах, опасных зонах и др. (статья 7 [1] п. 60 [3]; УР – пп. 77-85, 94-96, 99-113 [8]).

23. Сведения о поверхностном комплексе.

24. Приказы об отнесении шахты к склонным по горным ударам, внезапным выбросам угля и газа, отнесении угольных пластов к самовозгораемым, установлении категорий шахты по метану и диоксиду углерода (УШ – п. 156 [4], п. 75 [7], п. 21 [5]; ПГР – п. 167 [9], п. 5 [10]).

25. Сведения о применяемых способах и схемах проветривания, системах дегазации (УШ – п. 121, 131 [4]; ПГР – пп. 154-195 [9]; УР – п. 546 [8]; ОГР – п. 780 [9]).

26. Результаты воздушно-депресссионной съемки. Акты обследования вентиляторных установок главного проветривания, реверсивных устройств и др. оборудования (статья 7 [1] п. 57 [9]; УШ – п. 128 [4]; ПГР – п. 193 [9]).

27. Сведения о фактических водопритоках и существующих водоотливных установках (УШ – глава LXI [4]; ПГР – пп. 508-519 [9]; УР – глава XII [8]; ОГР – пп. 552-557 [9]).

28. Иные исходно-разрешительные документы, содержащие информацию о фактическом положении, оказывающую влияние на технологические решения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Аналогичная работа по анализу и систематизации требований технических регламентов проводится непосредственно для обоснования проектных решений по технологии добычи и обогащению полезных ископаемых.

Минстроем России разработан проект Постановления Правительства Российской Федерации «О внесении изменений в Постановление Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87». Проектируемыми изменениями предусматривается, что дополнительные (уточняющие) требования к составу и содержанию разделов проектной документации для строительства предприятий по добыче и первичной переработке твердых полезных ископаемых (подземным и открытым способами) будут установлены в Приложении № 7 к Положению о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию, утвержденному Постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 года № 87.

ПРИ ПОДГОТОВКЕ СТАТЬИ БЫЛИ ИСПОЛЬЗОВАНЫ СЛЕДУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ:

1. Федеральный закон от 21 июля 1997 года № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;
2. Федеральный закон от 21 июля 1997 года № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений»;
3. «Правила охраны недр», утверждены Постановлением Госгортехнадзора России от 6 июня 2003 года № 71;
4. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах», утверждены приказом Ростехнадзора от 19 ноября 2013 года № 550;
5. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по прогнозу динамических явлений и мониторингу массива горных пород при отработке угольных месторождений», утверждены приказом Ростехнадзора от 15 августа 2016 года № 339;
6. Руководство по безопасности «Рекомендации по безопасному ведению горных работ на склонных к динамическим явлениям угольных пластах», утверждено приказом Ростехнадзора от 21 августа 2017 года № 327;
7. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по контролю состава рудничного воздуха, определению газообильности и установлению категорий шахт по метану и/или диоксиду углерода», утверждены приказом Ростехнадзора от 6 декабря 2012 года № 704;
8. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при разработке угольных месторождений открытым способом», утвержденные приказом Ростехнадзора от 20 ноября 2017 года № 488;
9. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых», утверждены приказом Ростехнадзора от 11 декабря 2013 года № 599;
10. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Положение по безопасному ведению горных работ на месторождениях, склонных и опасных по горным ударам», утверждены приказом Ростехнадзора от 2 декабря 2013 года № 576;
11. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при взрывных работах», утверждены приказом Ростехнадзора от 16 декабря 2013 года № 605;
12. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по предупреждению эндогенных пожаров и безопасному ведению горных работ на склонных к самовозгоранию пластах угля», утверждены приказом Ростехнадзора от 16 декабря 2015 года № 517;
13. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по борьбе с пылью в угольных шахтах», утверждены приказом Ростехнадзора от 14 октября 2014 года № 462;
14. Закон Российской Федерации «О недрах» от 21 февраля 1992 года № 2395-1;
15. ПБ 07-269-98 «Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях», утверждены Постановлением Госгортехнадзора России от 16 марта 1998 года № 13.



Антон
Леонидович
ПОПОВ

КАНДИДАТ ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ НАУК, СТАРШИЙ НАУЧНЫЙ СОТРУДНИК ЛАБОРАТОРИИ ГЕОДИНАМИКИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА



Аркадий
Николаевич
ШАБАРОВ

Д. Т. Н., ДИРЕКТОР НАУЧНОГО ЦЕНТРА ГЕОМЕХАНИКИ И ПРОБЛЕМ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

КОМПЛЕКСНЫЙ ПРОГНОЗ ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ И ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ. РУКОВОДСТВО ПО ГЕОДИНАМИЧЕСКОМУ РАЙОНИРОВАНИЮ



В настоящее время регламентирующие нормативные документы не предусматривают четких инструкций по геодинамическому районированию, которыми могли бы в полном объеме пользоваться на добывающих предприятиях. Кроме того, ситуация осложняется сложившейся в последнее время тенденцией по увеличению глубины разработки угольных пластов сложного геологического строения с неравномерным пространственным изменением мощности и прочности угля, а также влиянием ряда дополнительных факторов, представляющих повышенную опасность. В такой ситуации особенно остро встает вопрос своевременного прогнозирования и локализации геодинамически опасных зон и принятия мер по обеспечению безопасного ведения горных работ в них.

Сложившаяся практика геодинамического районирования заключается в применении следующих методов выделения напряженных зон: морфоструктурный анализ, линеаментный анализ, численное моделирование НДС массива. При совместном использовании нескольких методов результаты каждого из них зачастую не увязываются между собой для обобщения и приведения в единую структуру, в связи с отсутствием взаимодействия различных подразделений.

Предлагаемый в данной статье подход к исследованию – это совокупность различных методов, таких как анализ взаимодействия тектонических структур, уточнение и актуализация физико-механических и фазово-физических свойств пород и угля, численное моделирование напряженно-деформированного состояния с учетом блочного горного массива, натурные наблюдения и шахтные эксперименты в различных горно-геологических условиях.

МЕТОДОЛОГИЯ

Использованный подход к исследованиям – это совокупность различных методов, таких как анализ взаимодействия тектонических структур, уточнение и актуализация физико-механических и фазово-физических свойств пород и угля, численное моделирование напряженно-деформированного состояния с учетом блокового строения горного массива, натурные наблюдения и шахтные эксперименты в различных горно-геологических условиях. Для повышения точности выявления напряженных зон на первоначальных этапах применяется морфоструктурный и линеаментный анализ, далее производится построение геолого-структурной блочной модели, которая ложится в основу для численного конечно-элементного анализа напряженно-деформированного состояния массива, после этой предварительной оценки производятся подтверждение и уточнение результатов с помощью геофизических методов, а также производится отбор проб угля и породы для их испытаний на физико-механические и фазово-физические свойства. Далее производится вероятностная оценка возможности возникновения и проявления каких-либо опасных явлений.

Помимо компиляции ранее разрозненных методов в единую методологическую систему, нововведением предлагаемого в статье подхода является внедрение в эту систему геофизического мониторинга. В частности, в рамках апробации предлагаемой методики проводились натурные исследования с помощью геофизического профилирования методом дискретной регистрации магнитной составляющей переменного электромагнитного поля (МС ПЭМП), направленного на выделение потенциально опасных зон. Применяемый метод профилирования предназначен для оценки параметров нестационарных геофизических полей, связанных с разрушением горных пород, и предполагает использование в качестве экспериментального подтверждения выделенных на предварительном этапе потенциально опасных зон и их конкретных границ. Подготовительный этап включает в себя выбор выработок на основе данных конечно-элементного моделирования, основанного на детальных натурных наблюдениях и лабораторных исследованиях ФМС пород массива и угольных пластов, структурной нарушенности массива, его водопроводящих свойств и обводненности.

Таким образом, методология выполнения геодинамического районирования согласно разработанной комплексной методике сводится к следующему порядку действий:

1. Сбор и изучение фондовых геологических, геофизических, геохимических и картографических материалов по району работ.
2. Предварительное построение карты тектонических нарушений по результатам имеющихся материалов.
3. Геодинамическое районирование территории и выделение блочной структуры на основе линеamentного и морфоструктурного анализа земной поверхности по космоснимкам и топографическим картам различного масштаба.
4. Выделение потенциально активных разломов и ТНЗ.
5. Построение структурно-геологической 3D-модели шахтного поля.
- 5.1. Подготовка каркаса структурно-геологической 3D-модели шахтного поля.
- 5.2. Подготовка каркаса гидрогеологической модели шахтного поля.
- 5.3. Построение структурно-геологической 3D-модели шахтного поля.

6. Построение геодинамической модели шахтного поля шахты.

6.1. Составление региональной математической модели. Проведение расчетов НДС горного массива для шахты.

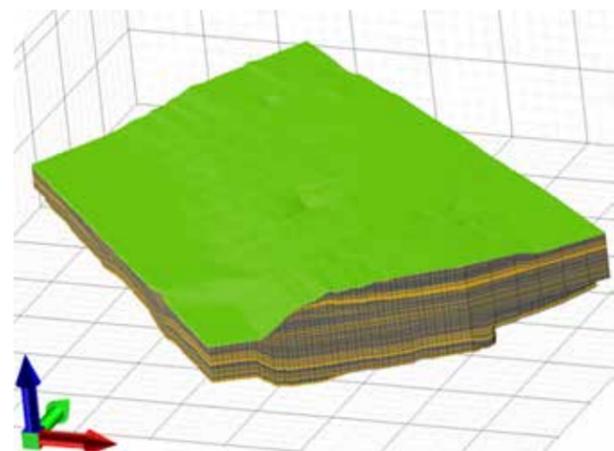


Рисунок 1. Общий вид модели шахтного поля шахты «Комсомолец». Черным цветом на рисунке представлены угольные пласты

6.2. Составление локальной математической модели подготавливаемого к выемке участка шахтного поля.

6.3. Проведение расчетов НДС горного массива на подготавливаемом к выемке участке шахтного поля.

7. Прогноз геодинамической и геомеханической ситуации на подготавливаемых к выемке участках шахтного поля в ходе отработки.

7.1. Локализация зон ТНЗ и ТРЗ, формирование ГОЗ.

7.2. Оценка реальной удароопасности угольных пластов в пределах выемочных блоков.

7.3. Оценка геодинамических рисков комплексным методом с использованием возможностей нейросетей (зон повышенной газоотдачи, вывалов, прорывов воды и т. д.).

7.4. Вынесение зон риска на планы горных работ.

Предполагаемый порядок исследований позволяет последовательно, опираясь на ранее полученные результаты, оценить геодинамический потенциал объекта и обеспечить достоверный прогноз геодинамической ситуации на локальных участках.

ГЕОДИНАМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ

В процессе выполнения работы полный перечень всей геологической информации, накопленной за годы эксплуатации месторождения, систематизируется и подвергается глубокому анализу с точки зрения его достоверности. Далее осуществляется составление баз данных, которые позволят выполнить построение трехмерных геолого-структурных моделей (рисунки 1 и 2) шахтных полей, вовлеченных в работу. По каждой из мо-

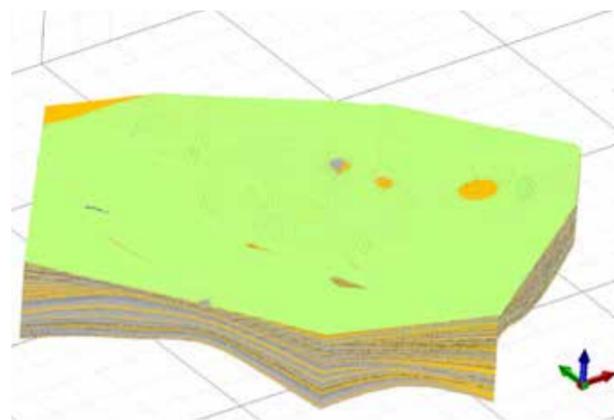


Рисунок 2. Общий вид модели шахтного поля шахты им. С. М. Кирова. Вид с Северо-Запада. Черным цветом на рисунке представлены угольные пласты

делей выполняется дополнительное построение изолиний мощностей обрабатываемых пластов и основной и непосредственной кровель, по необходимости в модель вносятся данные по зольности угля.

Создание модели выполняется с учетом структуры и нарушенности массива месторождения. Учитывая данные линеamentного и морфоструктурного анализов, совмещенных с реальным положением сместителей нарушений, а также принимая во внимание блоковую структуру месторождения и характер кинематики взаимодействия блоков, можно судить о сформированных напряженных зонах.

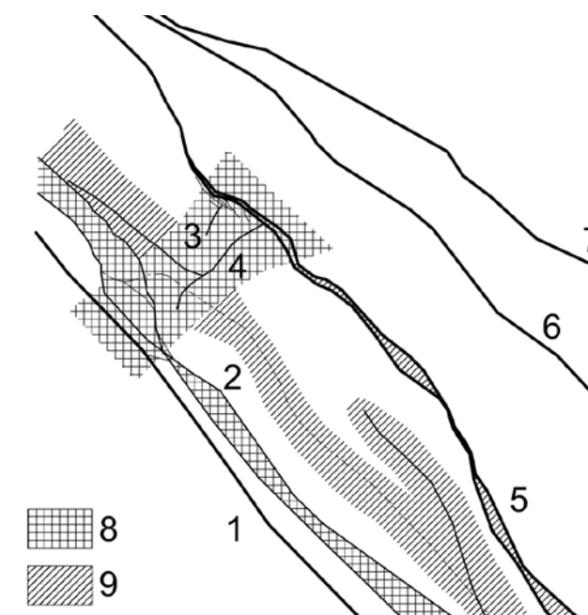


Рисунок 3. Схема разломов I-III ранга в пределах Ленинского месторождения. Взбросы: 1 – Кильчигизский; 2 – Заинский; 3 – Зап. Камышанский; 4 – Вост. Камышанский; 5 – Журинский; 6 – Иганинский; 7 – Каменский

На основании геолого-структурного моделирования формируется каркасная геометрическая основа для создания численных конечно-элементных моделей.

По факту выполнения геодинамического районирования и геолого-структурного моделирования устанавливается положение основных структур, формирующих облик месторождения, определяются их ранги и степень участия в формировании тектонически-напряженных и разгруженных зон (рисунок 3).

К примеру, на рисунке 3 приведена схема геодинамического районирования Ленинского месторождения угля. Нарушения второго порядка представлены Заинским, Западно-Камышанским и Восточно-Камышанским взбросами. Эти нарушения оказывают непосредственное влияние на геодинамическую ситуацию в пределах шахтных полей и в значительной мере осложняют горно-геологические условия ведения горных работ.

Нарушения третьего порядка проявлены в осевой части синклинали, являющейся отражением глубинного нарушения. Пликативная структура осложнена дополнительной складчатостью более низких порядков. Наиболее распространены в пределах района поперечные пологие волны, осложняющие крылья и замки основных складок. В пределах Ленинской синклинали, имеющей крупные размеры и плавные изгибы оси, волны пологие и широкие. Углы падения поперечных складок невелики.

Другим типом дополнительных складок являются различно ориентированные мелкие складки, получившие развитие в местах антиклинальных перегибов осей основных брахисинклиналей. Для них характерно веерообразное расположение осевых линий в плане и довольно значительные углы падения крыльев. К проявлениям дополнительной складчатости можно отнести также подвороты в боках дизъюнктивов различных порядков.

Распределение полей напряжений в пределах месторождения с учетом его геолого-структурных особенностей выражено таким образом, что основные нагруженные зоны сосредоточены в пределах осевой части синклинали и осложняющих ее пликативных структур. В ядрах пологих антиклинальных поднятий отмечаются разгруженные зоны. Также существенно обладают поднятые блоки, заключенные между Восточно- и Западно-Камышанским взбросами, формируя тем самым горстоподобную структуру (брахиантиклиналь).

ГЕОМЕХАНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

По результатам численного моделирования выявляются определенные зоны с повышенными и пониженными напряжениями. Путем компиляции результатов геодинамического и численного моделирования на планах горных работ производится геометризация полученных результатов. Например, можно четко наблюдать переход от разгруженного состояния к напряженному.

Для локальной оценки распределения главных максимальных напряжений проводится моделирование ситуации при отработке лавы на момент расположения забоя. Так, на рисунках 4 и 5 выполнено моделирование геомеханической обстановки при расположении забоя в 1300 и 2000 м от монтажной камеры.

Как видно из рисунков выше, планируемые горные работы изначально находятся в зоне опорного давления, которая сформировалась вследствие очистной выемки на ранних стадиях. Главные сжимающие напряжения в этой части угольного пласта не превышают 11–17 МПа. Однако при приближении к зоне подработки на севере пласта главные напряжения возрастают до 42–46 МПа на отдельных участках породного массива.

При подвигании забоя очистной лавы начинает также формироваться зона опорного давления (ЗОД)

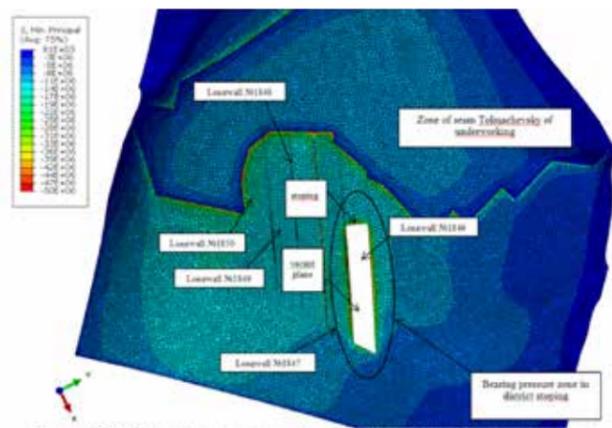
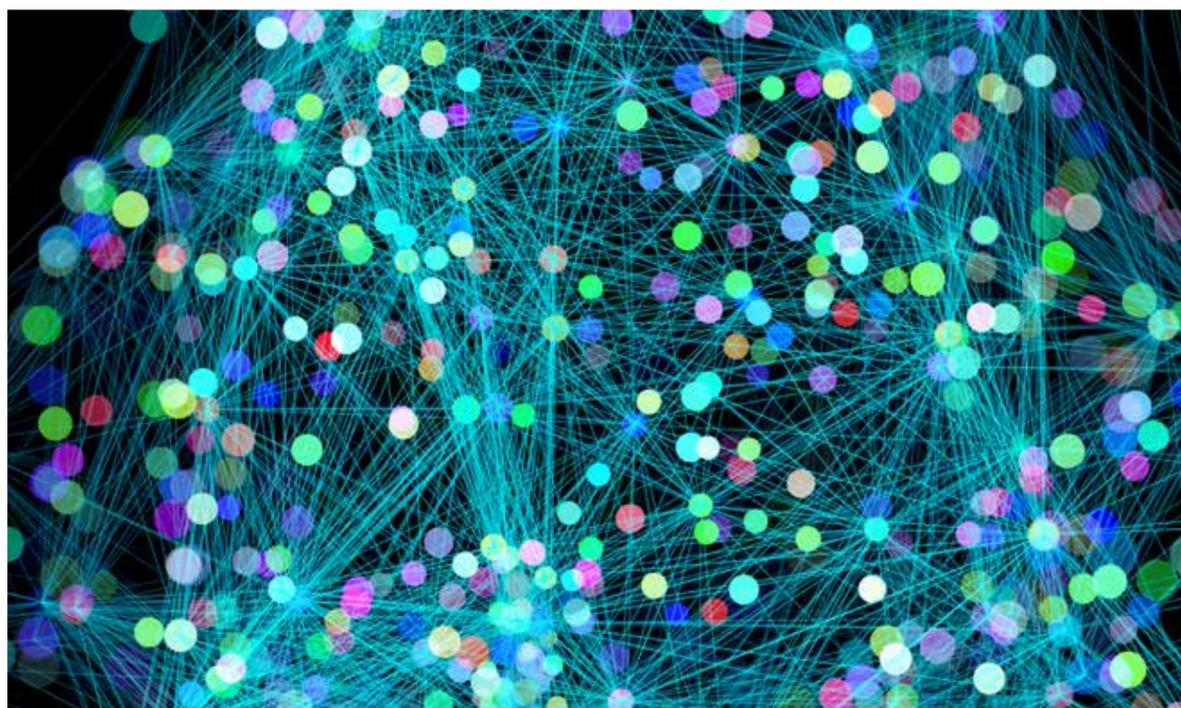


Рисунок 4. Изохормы распределения максимальных напряжений в породном массиве (1300 м от монтажной камеры)

в окрестности участка выемки. Проектные параметры ЗОД, а также предполагаемые значения напряжений в ней принимаются технологическими службами шахты, однако по результатам исследования данные параметры были скорректированы. Главные напряжения, сформированные в этой зоне, находятся в интервале 22–33 МПа. Размеры зоны опорного давления с указанными значениями главных напряжений не выходят за пределы 80–120 м от очистной выемки.

Наибольшие главные напряжения в массиве при отработке очистной лавы возникают при приближении к зоне подработки в северной части пласта.

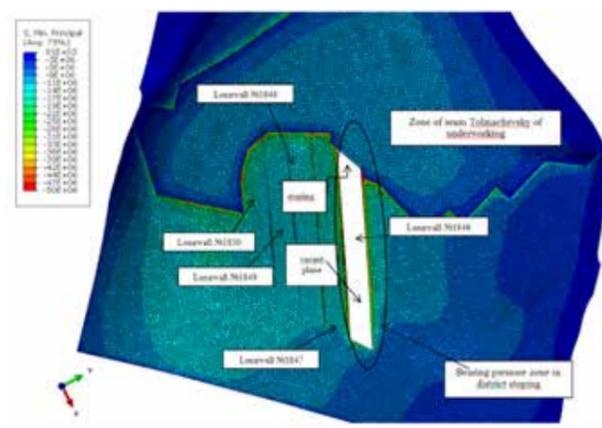


Рисунок 5. Изохормы распределения максимальных напряжений в породном массиве (2000 м от монтажной камеры)

Данная область также совпадает с осевой частью брахисинклинали, где происходит формирование максимальных значений напряженного поля.

При дальнейшем развитии горных работ, по мере увеличения числа очистных лав, максимальные количественные значения напряжений будут концентрироваться в целике между очистными лавами.

Значения напряжений, полученные расчетным путем, позволяют инженерам на предприятии подобрать оптимальный тип крепления в опасных зонах и рассчитать его параметры, тем самым повысив эффективность проходческих и очистных работ.

AFMF – величина магнитной составляющей, мВ (милливольт)

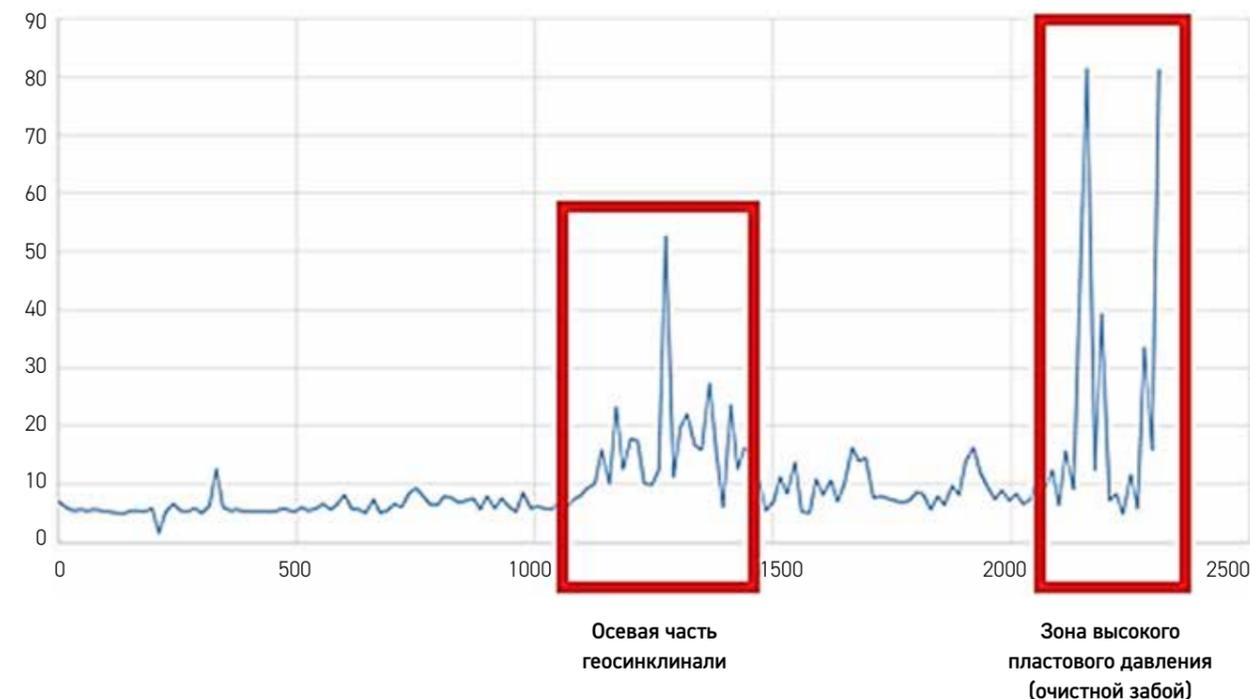


Рисунок 6. Результаты дискретного измерения импульсной составляющей нестационарных сигналов, связанных с естественным излучением горных пород

ОЦЕНКА РЕАЛЬНОЙ УДАРООПАСНОСТИ

На стадии натурной заверки результатов моделирования осуществляются исследования естественного электромагнитного поля массива с помощью прибора «Ангел-М» (рисунок 6), данные замеры позволяют оперативно выявить участки проявления опасных явлений от незначительных до крупных. Выполняя контрольные функции результатов моделирования, производятся подтверждение ранее выделенных геодинамически опасных зон (ГОЗ) и определение наличия горизонтальных напряжений в массиве пород шахтных полей.

Из данного графика видно, что выделяются две зоны – одна в середине профиля, а другая в конце. При соотношении результатов замеров и произведенных расчетов можно сказать, что последняя зона относится к зоне повышенного горного давления, а вторая соотносится с расположением оси Ленинской синклинали, где напряжения имеют повышенный природный фон и наложенный техногенный фон от проходки горных выработок и ведения очистных работ на смежных пластах.

Использование методов дискретной регистрации магнитной составляющей переменного электромагнитного поля позволило в максимально сжатые сроки осуществить достоверную заверку результатов исследования,

а в процессе дальнейшей эксплуатации месторождения осуществлять контроль за геодинамическим состоянием массива и корректировать геометрические параметры опасных зон, выделенных в ходе геодинамического районирования.

По результатам применения комплексного подхода к геодинамическому районированию установлена его высокая эффективность при разработке угольных месторождений, сложных по горно-геологическим условиям, первые удовлетворительные данные были получены при использовании морфоструктурного анализа гипсометрии угольных пластов и замеров магнитной составляющей переменного электромагнитного поля, более точный прогноз параметров потенциально опасных зон осуществлен с привлечением численного моделирования НДС углепородного массива и искусственных нейронных сетей.

Разработанная методика геодинамического районирования позволяет выявить и локализовать опасные зоны в пределах шахтных полей, где ведутся проходческие и добычные работы. В данный момент для дальнейшего обеспечения безопасного ведения горных работ выполняется сопровождение процесса отработки.



Юрий Александрович СИЛЬЧЕНКО

главный специалист
Управления промышленной,
ядерной, радиационной,
пожарной безопасности и ГЧС
Главгосэкспертизы России, к. т. н.,
горный инженер

ВОПРОСЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ НА ОБЪЕКТАХ ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

Вертикальные стволы – капитальные горные выработки шахт и рудников, от правильности принятия проектных решений на строительство которых зависит обеспечение в дальнейшем продуктивной и, главное, безопасной эксплуатации горного предприятия в течение всех периодов его жизненного цикла. На сегодняшний день в рамках технического регулирования проектировщики при выборе проектных решений и эксперты при их оценке в процессе проведения государственной экспертизы руководствуются действующими нормативными документами, обеспечивающими соблюдение на обязательной и добровольной основе требований Федерального закона от 30 декабря 2009 года № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», а также требований Федерального закона от 21 июля 1997 года № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»:

- СП 91.13330.2012 «Подземные горные выработки. Актуализированная редакция СНиП II-94-80»;
- СП 69.13330.2016 «Подземные горные выработки. Актуализированная редакция СНиП 3.02.03-84»;
- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых»;
- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах» (раздел VIII).

Ранее разработанные отраслевые и ведомственные нормативные документы носят рекомендательный характер и наравне с действующими ПБ 03-428-02 «Правила безопасности при строительстве подземных сооружений», область применения которых не распространяется на объекты ведения горных работ, могут применяться для проектирования в случае включения их в задание застройщика или технического заказчика на проектирование, на соответствие которому согласно статье 49 Градостроительного кодекса Российской Федерации с 1 января 2019 г. осуществляется оценка проектных решений в ходе проведения государственной экспертизы, и только в части, не противоречащей требованиям технических регламентов.



К УКАЗАННЫМ ДОКУМЕНТАМ ОТНОСЯТСЯ:

- «Руководство по проектированию подземных горных выработок и расчету крепи (приложение к СНиП II-94-80)» (ВНИМИ, ВНИИОМШС, 1983 г.);
 - ВНТП 5-82 «Общесоюзные нормы технологического проектирования стволов подземных рудников по добыче калийной и каменной соли», утвержденные письмом Минудобрений от 2 марта 1982 г. №30-11-7/492 по согласованию с Госстроем СССР (письмо от 10 февраля 1981 г. № АБ-708-20/3) и Госгортехнадзором СССР (письмо от 22 июля 1980 г. № 11-22/466);
 - «Технологические схемы замораживания горных пород при проходке вертикальных стволов шахт Донбасса (расчеты и выбор оборудования)» (Союзшахтострой, ВНИИОМШС, 1978 г.);
 - «Руководство к проведению инженерно-геологических исследований для обоснования проектирования проходки шахтных стволов специальными способами» (Главспецпромстрой, 1968 г.);
 - «Временная инструкция по сооружению тюбинговой крепи» (Шахтспецпроект);
- И многие другие, в большей или меньшей степени апробированные и знакомые большинству из специалистов. Перечень отраслевых и ведомственных нормативных документов огромен и включает в себя узкоспециализированные документы, такие как РД 12.18.089-90 «Инструкция по расчету и применению облегченных видов крепей с анкерами в вертикальных стволах» (ВНИИОМШС, ВНИМИ, 1990 г.).

В свете сложившейся нормативно-правовой базы предлагаю рассмотреть отдельные технологические этапы и процессы, возникающие в ходе строительства вертикальных стволов, опираясь прежде всего на действующие нормативно-технические документы (СП 91.13330.2012, СП 69.13330.2016). Для простоты и наглядности ограничимся четырьмя направлениями:

- выполнение инженерно-геологических изысканий;
- выбор способа и технологии строительства ствола;
- выбор типа и конструкции крепи ствола;
- организация работ.

Согласно требованиям пункта 5.3 СП 91.13330.2012 «Подземные горные выработки. Актуализированная редакция СНиП II-94-80» получение исходных данных для строительства вертикального ствола при выполнении инженерно-геологических изысканий осуществляется путем бурения вертикальных контрольно-стволовых скважин, требования к расположению и глубине которых определены:

- в СП 69.13330.2016 «Подземные горные выработки. Актуализированная редакция СНиП 3.02.03-84» – расположение за пределами сечения вертикального ствола, но не далее 15,0 м от его центра, а при наличии специального обоснования – в пределах сечения ствола (пункт 4.9);
- «Руководством по проектированию подземных горных выработок и расчету крепи (приложение к СНиП II-94-80)» (ВНИМИ, ВНИИОМШС, 1983 г.) – скважины бурятся не менее чем на 15,0 м глубже проходимого (углубляемого) шахтного ствола (пункт 1.29, носит рекомендательный характер).



Пунктами 5.4–5.6 СП 91.13330.2012 «Подземные горные выработки. Актуализированная редакция СНиП II-94-80» установлены требования к определению физико-механических свойств, гидрогеологических и, при необходимости, криологических данных. Следует отметить, что данные требования носят достаточно общий характер и, например, не учитывают варианты бурения 2-3 контрольно-стволовых скважин на месторождениях с невыдержанными условиями залегания, на участках с крутым или наклонным падением или с геологическими нарушениями в радиусе до 100,0 м от оси ствола, необходимость которых отмечена в пункте 1.29 «Руководства по проектированию подземных горных выработок и расчету крепи (приложение к СНиП II-94-80)» (ВНИМИ, ВНИИОМШС, 1983 г.).

Определившись с исходными данными, проектировщики сталкиваются с проблемой выбора способа и технологии строительства вертикальных стволов, отдельные требования к которым содержатся в разработанных в СССР ведомственных нормативных документах.

В действующих нормативно-правовых документах требования к выбору способа и технологии строительства вертикальных стволов отсутствуют.

Более того, в случае проектирования без разработки специальных технических условий отдельных решений специального способа строительства (замораживание пород) проектировщики будут вынуждены руководствоваться требованиями раздела 19 СП 45.13330.2012 «Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87», который на данный момент является единственным действующим нормативно-техническим документом, регламентирующим работы по замораживанию пород и требования к замораживающим станциям и обеспечивающим соответствие указанных решений требованиям законодательства о техническом регулировании. При этом не следует забывать, что область применения СП 45.13330.2012 распространяется на производство и приемку земляных работ, устройство оснований и фундаментов при строительстве новых, реконструкции и расширении зданий и сооружений и, соответственно, его требования только с большой натяжкой могут быть

применены для проектирования вертикальных стволов, глубина которых на порядок больше и зачастую превышает 1000,0 м.

В случаях же узкоспециализированных вопросов, таких, например, как выбор технологии бурения скважин большого диаметра и ее параметров, можно сделать вывод, что они не только не рассматриваются ни в одном из действующих нормативных документов, но и отсутствовали в нормативных документах, разработанных в СССР. Вместе с тем строительство скважин большого диаметра и стволов малого диаметра по технологии бурения, зарекомендовавшей себя достаточно надежной и безопасной, осуществлялось все прошедшие годы и будет осуществляться в дальнейшем.

Выбор способа и технологии строительства вертикальных стволов непосредственно связан с выбором типа крепи и расчетов ее параметров.

Содержание СП 91.13330.2012 «Подземные горные выработки. Актуализированная редакция СНиП II-94-80» позволяет сделать вывод, что в нем определены требования для расчета исключительно монолитной бетонной крепи вертикальных стволов. Причем даже в этом случае СП 91.13330.2012 «Подземные горные выработки. Актуализированная редакция СНиП II-94-80» нельзя использовать для всех вертикальных стволов, так как он не распространяется на условия:

- проведения выработок в зонах повышенных тектонических напряжений при величине горизонтальных напряжений в массиве горных пород более $\gamma \cdot H$;
- проведения выработок с помощью специальных средств проходки;
- проведения выработок на глубине более 1500,0 м;
- проведения выработок в сжимаемой толще оснований фундаментов существующих зданий и сооружений;
- динамических воздействий;
- самовозгорания угля;
- криолитозоны (наличие вечной мерзлоты).

И если три последних ограничения, согласно требованиям пункта 4.4 СП 91.13330.2012 «Подземные горные выработки. Актуализированная редакция СНиП II-94-80», еще возможны к рассмотрению с разработкой заключения специализированной организации, то первые четыре ограничения создают массу трудностей, для решения которых возникает закономерный вопрос о необходимости разработки Специальных технических условий для каждого объекта.

Более того, для вертикальных стволов, проходимых с применением специальных способов строительства, таких как замораживание пород, тампонаж, цементация и многие другие способы, применяемые с увеличением глубины строительства в той или иной мере на большинстве стволов, разрабатываемые специальные технические условия, помимо требований к расчету параметров крепи стволов, должны содержать и требования по выбору способа их строительства и технологии ведения работ. И это при том, что речь идет об отработанных десятилетиями технологиях.

В случае применения для крепления вертикальных стволов многослойных крепей, тюбинговых крепей, крепей с податливым слоем отводы на вопросы выбора типа крепи и расчетов ее параметров можно найти только в «Руководстве по проектированию подземных горных выработок и расчету крепи (приложение к СНиП II-94-80)» (ВНИМИ, ВНИИОМШС, 1983 г.), содержащем устаревшие данные о применяемых материалах и их параметрах, не соответствующие действующим стандартам.

Например, для расчета параметров тюбинговой крепи используется расчетное сопротивление чугуна при центральном сжатии и при изгибе, приведенное в таблице 8 приложения 3 «Руководства по проектированию подземных горных выработок и расчету крепи (приложение к СНиП II-94-80)» (ВНИМИ, ВНИИОМШС, 1983 г.), значение которого отсутствует в действующих ГОСТ 1412-85 «Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки» и ГОСТ 7293-85 «Чугун с шаровидным графитом для отливок. Марки». Более того, выпуск отливок (чугунных тюбингов) из серого чугуна марки СЧ 28, являющегося наиболее популярным при проектировании, не предусмотрен ГОСТ 1412-85 «Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки».

Не лучшим образом складывается ситуация и в части организации работ при строительстве вертикальных стволов.

Нормативные требования, учитывающие условия и специфику ведения работ при проходке вертикальных стволов для объектов ведения горных работ на сегодняшний день в основном отсутствуют, а отдельные положения действующих Правил по охране труда в строительстве, утвержденных приказом Минтруда России от 1 июня 2015 года № 336н, трудно выполнимы или просто не возможны к выполнению, например:

441. При проходке шахтных стволов и тоннелей должна быть обеспечена искусственная вентиляция с местной вытяжкой от участков производства буровзрывных и сварочных работ.

446. При проходке шахтных стволов находящиеся в забое работники должны быть защищены от падения предметов сверху предохранительным настилом, расположенным не выше 4 м от уровня разрабатываемого грунта.

Специфика ведения работ в забое ствола такова, что невозможно выполнять буровзрывные работы в забое ствола при обеспечении устройства и сохранении работоспособности воздухозабора аспирационной установки (местной вытяжки), вести механизированно работы в забое ствола, перекрыв его предохранительным настилом на высоте 4,0 м от забоя.

Кроме того, требования действующих в настоящее время нормативных документов достаточно общие и не учитывают все возможные условия их применения, в результате чего для некоторых объектов становятся просто избыточными.

Например, выполнение требований пункта 5.4.2 ПБ 03-428-02 «Правила безопасности при строительстве подземных сооружений» – устье ствола должно быть перекрыто прочной сплошной конструкцией и оборудовано открывающимися лядами, применительно к стволам большого диаметра (в качестве примера можно привести шахтные стволы канализационных коллекторов, диаметром в свету 16,0–20,0 м и более и глубиной до 90,0–100,0 м, используемые в дальнейшем для устройства канализационной насосной станции) потребует устройства сплошного перекрытия с лядами под бадьевые подъемы и спасательную лестницу, представляющего собой массивную конструкцию, рассчитанную на падение на нее подъемного сосуда с грунтом и весящего не один десяток тонн. Вместе с тем практика строительства стволов большого диаметра в Советском Союзе говорит о достаточности выполнения секционирования сечения ствола с перекрытием части секторов на уровне устья для обеспечения безопасности работников на забое и возможности их укрытия.

Таким образом, в связи с несовершенством нормативной базы и отсутствием требований в действующих нормативных документах возникает необходимость в разработке специальных технических условий.

Следует отметить, что не для всех нормативных документов действующее законодательство позволяет нам разработать специальные технические условия. Так же как разработка Обоснований промышленной безопасности опасных производственных объектов допускается только для Федеральных норм и правил



в области промышленной безопасности и не распространяется на ранее утвержденные правила безопасности.

Указом Президента Российской Федерации от 6 мая 2018 года № 198 «Об основах государственной политики Российской Федерации в области промышленной безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу» определена необходимость разработки и реализации эффективной государственной политики в области промышленной безопасности, направленной на последовательное снижение риска возникновения аварий на промышленных объектах, а также снижение избыточной административной нагрузки на субъекты предпринимательской деятельности.

Учитывая всю важность данных вопросов, а также реализуя миссию Главгосэкспертизы России – добросовестно работать для развития инфраструктуры страны, способствуя обеспечению безопасности и долговечности объектов строительства, а также эффективности капитальных вложений, на благо граждан, – в центральном аппарате Главгосэкспертизы сложилась практика проведения в ходе государственной экспертизы рабочих совещаний экспертов, представителей застройщиков и проектных организаций, направленных на выявление и всестороннее рассмотрение проблемных вопросов, путей их решения.

В качестве результатов такой совместной работы приведу примеры проектных решений на строительство вертикальных стволов за областью применения СП 91.13330.2012 «Подземные горные выработки. Актуализированная редакция СНиП II-94-80».

Пример № 1, связанный с необходимостью строительства вертикального ствола глубиной более 1500,0 м.

Для решения поставленной задачи было выполнено обоснование решений по строительству и креплению вертикального ствола глубиной 1500,0 м путем их теоретической проработки методами математического моделирования с учетом результатов геодинамического

районирования и методов определения коэффициента бокового давления в массиве горных пород λ , отраженных в последующем в разработанных Специальных технических условиях, содержащих компенсирующие мероприятия в части требований к:

- технологии строительства ствола с применением временной крепи, позволяющей реализовать деформации контура ствола и снизить напряжения во вмещающем массиве пород;
- материалу крепи ствола и ее конструкции, препятствующей накоплению напряжений как во вмещающем массиве пород, так и в самой крепи ствола;
- ведению геотехнического мониторинга, в том числе мониторинга деформационного состояния крепи ствола.

Ведение горных работ при реализации данной проектной документации предусмотрено при научном сопровождении, осуществляющем контроль соответствия фактических параметров проектным и, при необходимости, оперативное изменение принятых проектных решений в зависимости от сложившихся горно-геологических и горно-геологических условий.

Пример № 2, также связанный с необходимостью строительства вертикального ствола глубиной более 1500,0 м. Хотелось бы отметить иной подход к решению вышеуказанной проблемы в проектной документации, предполагающий выполнение следующих мероприятий:

- разработка решений по строительству и креплению вертикального ствола до глубины 1500,0 м в соответствии с требованиями СП 91.13330.2012 «Подземные горные выработки. Актуализированная редакция СНиП II-94-80»;
- выделение на глубине более 1500,0 м опытно-промышленного участка, необходимого для выполнения комплекса научно-исследовательских работ по исследованию напряженно-деформированного состояния вмещающего массива пород в окрестности проводимого вертикального ствола;
- ведение горных работ при научном сопровождении, с последующей разработкой на основании полученных фактических данных методических рекомендаций по расчету параметров крепи для конкретных горно-геологических условий, реализуемых в дальнейшем в виде Обоснования безопасности опасных производственных объектов или Специальных технических условий.

Как видно, в отличие от первого примера, несмотря на дополнительные затраты времени и материальных ресурсов, застройщик и проектировщик пошли по пути получения фактических исходных данных, повышающих достоверность первоначально принимаемых проектных решений.

Пример № 3 связан со строительством стволов на глубине менее 1500,0 м и отражает решения, направленные, прежде всего, на корректировку требований СП 91.13330.2012 «Подземные горные выработки. Актуализированная редакция СНиП II-94-80», создающие избыточный запас прочности возводимой крепи ствола для конкретных условий выполнения работ за счет введения дополнительных коэффициентов по сравнению с ранее действовавшим СНиП II-94-80:

- к определению давления горных пород на крепь вертикального ствола – 1,404 (коэффициент надежности по нагрузке 1,17 × коэффициент надежности по ответственности 1,2) взамен ранее действовавшего коэффициента перегрузки 1,3;
- к определению сопротивления бетона сжатию – 1,3 (коэффициент надежности по материалу для расчета по предельным состояниям первой группы);
- к определению расчетного сопротивления пород (массива) сжатию – принимаемый по результатам испытаний (коэффициент длительной прочности, применяется для обладающих существенной ползучестью горных пород);

И изменения подхода к расчетной глубине размещения выработки, предусматривающего определение коэффициента, учитывающего отличие напряженного состояния массива горных пород по сравнению с напряженным состоянием, вызванным собственным весом толщи пород до поверхности, по номограмме, в то время как согласно требованиям СНиП II-94-80 «Нормы проектирования. Подземные горные выработки» его значение для обычных горно-геологических условий составляло 1,0.

Все эти изменения направлены на создание жесткой прочной крепи, противодействующей давлению, вместо проработки индивидуальных решений, учитывающих совместную работу возводимой крепи ствола с массивом вмещающих пород. В результате их реализации в проектной документации возникают решения, предусматривающие применение тубинговой крепи с толщиной спинки тубинга 140–150 мм или с двумя колоннами тубингов, бетонов класса В50–В60.

В ходе выполнения поставленной задачи застройщиком совместно с проектировщиками предусмотрено:

- проведение анализа накопленных данных по месторождению с вычленением закономерностей в напряженно-деформированном состоянии нетронутого массива пород, а также особенностей изменения напряженно-деформированного состояния в зависимости от горно-геологических условий, с вычленением возможных пиковых отклонений для использования при последующем решении задач методами математического моделирования;
- получение фактических данных по стволам-аналогам и выработкам их околоствольных дворов, позволяющих проанализировать изменение прочностных свойств бе-

тона во времени, деформаций вмещающего массива пород и конструкций крепи, а также их напряженного состояния во времени и в зависимости от применяемого типа крепи – с податливым слоем и без него;

- на основании полученных исходных данных обоснование расчетной модели и выполнение математического моделирования конструкций крепи ствола для природного анизотропного распределения напряжений в массиве пород, различных вариаций технологии строительства ствола и принятых типа и параметров крепи ствола, по итогам которого разрабатывается методика расчета крепи ствола для конкретных горно-геологических и горно-геологических условий, позволяющая обеспечить сохранность конструкций крепи на весь период эксплуатации ствола, реализованная в виде Специальных технических условий.

Особенностью данной работы является рассмотрение в процессе математического моделирования возможности случайной установки дефектных тубингов (некачественная отливка с «раковинами») с более низкими прочностными свойствами, с последующим введением соответствующих повышающих коэффициентов в методику расчета крепи ствола. Как и в предыдущих примерах, ведение горных работ предусматривается при научном сопровождении, осуществляющем контроль соответствия фактических параметров проектным и, при необходимости, оперативное изменение принятых проектных решений в зависимости от сложившихся горно-геологических и горно-геологических условий.

Приведенных выше примеров с каждым днем становится только больше. К сожалению, все они носят несистемный характер, и разработка поставленных вопросов выполняется только для решения проблемных вопросов по конкретным объектам отдельных предприятий.

В настоящее время сложилась ситуация, когда требуется актуализация или разработка огромного количества нормативно-правовых актов, регламентирующих в первую очередь технологию ведения работ, вопросы безопасности технологических процессов.

Все это требует от застройщиков, проектировщиков и экспертов поиска решений вопросов, возникающих на пути разработки и реализации проектной документации объектов ведения горнодобывающих и горно-перерабатывающих работ, необходимости расширения роли научно-технического сопровождения при выполнении проектной документации, разработки требований к математическому моделированию с применением современных программных комплексов на основе метода конечных элементов, позволяющих учитывать при расчете параметров крепи выработок различные горно-геологические и гидрогеологические условия, применяемые способы строительства и другие факторы. И только совместная работа всех заинтересованных лиц позволит конкретизировать и проработать возникающие в процессе проектирования вопросы в технологии ведения работ на опасных производственных объектах, внедрять последние инновационные достижения науки и техники.

ЛИКВИДАЦИЯ ВОДНОГО ОБЪЕКТА В КАРЬЕРЕ И ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ТРУБКИ «МИР» ПОСЛЕ АВАРИИ

4 августа 2017 года в 16:30 по местному времени на руднике «Мир» в Якутии произошла техногенная катастрофа – прорыв вод Метегеро-Ичерского водоносного комплекса (МИВК), накопившихся в карьерной выемке. Подземные горные выработки были затоплены. На момент аварии под землей находился 151 человек. В ходе спасательной операции спасти удалось 143 из них. В настоящее время рудник законсервирован (затоплен) способом «мокрой» консервации с управляемым подтоплением и поддержанием уровня воды.

Дальнейшая работа по восстановлению добычных работ на месторождении будет производиться только после ликвидации водного объекта в карьере. До аварии на руднике работало 1067 человек, это 3 % от общего числа жителей города Мирного, что говорит о его высокой социальной значимости.

С учетом сложившейся горнотехнической обстановки на руднике предлагается ликвидировать водный объект в карьере посредством его засыпки отвальными породами на высоту напора подземных вод МИВК, величина которого находится в пределах 175÷216 м от кровли водоносного комплекса до гор. 256 м.

Согласно геолого-технической информации, отвалы на руднике «Мир» представлены в основном следующими породами: мергель, песчаник, доломиты, долериты, брекчии карбонатных пород на гипс-ангидритовом цементе, а также глинистые разности пород [1]. Последние позволяют при естественном размокании и уплотнении сформировать водоупорный слой, обеспечивающий прекращение поступления воды из карьера в шахту.

На основе предварительных технических решений засыпку карьера необходимо осуществлять в два этапа. Первый этап предполагает сброс отвального грунта на дно карьера (в накопившуюся водную среду) с его верхнего борта до тех пор, пока не произойдет осушение. Наиболее вероятно, что процесс дренажирования наступит, начиная с гор. -110 м, т. е. на отметках срединной части МИВК. При этом потребуется не менее 38 млн м³ отвальных пород. На втором этапе погашения водного

объекта одновременно с засыпкой карьерной выемки можно безопасно производить откачку воды из подземных горных выработок затопленного рудника. На данном этапе ликвидационных работ по предварительным оценкам потребуется использование отвальных грунтов в объеме не менее 60 млн м³.

Для обеспечения эффективности осушения рудника параллельно с засыпкой карьера потребуется организация дополнительного водоотлива с использованием передвижной водоулавливающей станции, установленной в скиповом стволе. При этом откачку воды следует производить без повторного затопления для исключения размывания горных пород вокруг выработок. Последнее обусловлено тем, что до 70 % выработок пройдены в растворяемых породах (галитах). В техническом плане для устранения возможного последующего затопления выработок резервный насос следует располагать ниже основного на момент его обслуживания, ремонта или наращивания водоотливного става.

С точки зрения технологии засыпки карьерной выемки основным методом погашения выработанного пространства является мокрый способ [2] (отсыпка породы в воду). Он применяется при возведении земляных плотин при укладке лессовых, моренных, глинистых и обычных песчаных грунтов (иногда с примесью крупнообломочных грунтов и камня). Производство отсыпных работ мокрым способом сводится к следующему. Засыпку открытого выработанного пространства отвальной массой на начальном этапе по возможности производят с частичной от-

качкой воды из карьера (существующими насосами Ritz), при этом породы становятся практически полностью водонасыщенные. В данном случае происходит уплотнение рыхлой породы после нарушения ее структуры, например динамической нагрузкой от падения, и сжатие глинистых пород под действием прилагаемой силы.

После нарушения структуры насыщенного водой грунта он в некоторой мере разжижается, а затем постепенно уплотняется. Примером подобного явления может служить постройка плотины на глинистом сжимаемом основании, насыщенном водой. При этом в грунтовой воде основания плотины повышается давление после ее отсыпки на некоторую высоту; с течением времени вода из пор выжимается и объем порового пространства соответственно уменьшается.

В начальный период времени засыпки большая часть воды, находящейся в карьере, будет вытесняться вверх до уровня существующей водоотливной штольни и по возможности откачиваться с помощью погружных насосов Ritz на поверхность. Оставшаяся часть воды абсорбируется в сбрасываемый грунт. Со временем грунт будет увеличиваться в объеме за счет присутствия воды, что обеспечит образование естественного противотрационного экрана. Следует отметить, что под весом верхних слоев сыпучего материала интенсивно проявятся процессы слеживания и уплотнения, способствующие усилению гидроизоляционных свойств насыпного экрана (т. е. коэффициент фильтрации будет минимальным). В зимний период засыпки возможно использование эффекта льдопородной закладки. Данный эффект обуславливается тем, что часть воды (рассолов) вымораживает при взаимодействии с сыпучими грунтами (температура смерзания рассолов несколько снижается). После перекрытия выходов водоотливной штольни отвальными породами необходимо, в зависимости от поступления воды, поочередно демонтировать погружные насосы Ritz и установить их в скиповой ствол для поддержания уровня водопритоков, с целью дальнейшего использования при осушении выработок рудника.

Следует заметить, что при падении породы в карьер она будет измельчаться, что повысит ее цементирующие свойства [4]. Здесь также необходимо упомянуть о развитии кольматационных процессов, которые будут способствовать предотвращению фильтрации воды [5].

Для создания условий самозаиливания нижней отвальной массы в карьере, а также техногенных и естественных трещин существующих скважин следует предусмотреть откачку воды из действующих выработок в период пятидесятипроцентной засыпки Метегеро-Ичерского водоносного комплекса, обеспечивающей круговорот подземных вод. Данный процесс со временем будет также способствовать формированию водоупорного слоя в техногенном массиве и стремлению к естественному движению подземных вод в Метегеро-Ичерском водоносном комплексе, который существовал до его нарушения горными работами.

Доставка отвальной горной массы в карьер рекомендуется с использованием двух видов транспорта: автомобильного – автосамосвалами типа БелАЗ и кон-



Александр Михайлович НИКОЛЬСКИЙ

ГОРНЫЙ ИНЖЕНЕР, К. Т. Н., ДИРЕКТОР ООО «МАЙНИНГ ПРО», СТАРШИЙ НАУЧНЫЙ СОТРУДНИК ИНСТИТУТА ГОРНОГО ДЕЛА ИМ. Н. А. ЧИНАКАЛА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН



Сергей Алексеевич НЕБЕРОВ

ГОРНЫЙ ИНЖЕНЕР, К. Т. Н., ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ПРОЕКТОВ ООО «МАЙНИНГ ПРО», ЗАВЕДУЮЩИЙ ЛАБОРАТОРИЕЙ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ИНСТИТУТА ГОРНОГО ДЕЛА ИМ. Н. А. ЧИНАКАЛА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН



Максим Вячеславович ТИШКОВ

ГОРНЫЙ ИНЖЕНЕР, К. Т. Н., ЗАВЕДУЮЩИЙ ЛАБОРАТОРИЕЙ ТЕХНОЛОГИЙ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ ИНСТИТУТА «ЯКУТНИПРОАЛМАЗ» АК «АЛРОСА» (ПАО)



Александр Алексеевич НЕБЕРОВ

ГОРНЫЙ ИНЖЕНЕР, К. Т. Н., ЗАМЕСТИТЕЛЬ ДИРЕКТОРА ПО НАУКЕ ООО «МАЙНИНГ ПРО», ВЕДУЩИЙ НАУЧНЫЙ СОТРУДНИК ИНСТИТУТА ГОРНОГО ДЕЛА ИМ. Н. А. ЧИНАКАЛА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН



вейерного. Ленточные конвейеры за счет большой производительности обеспечат существенное сокращение сроков формирования породной подушки в карьерной выемке. Производительность применяемого транспорта для эффективного создания естественного водоупорного слоя в карьере «Мир» должна составлять не менее 2500 м³/ч. Последнее обусловлено максимальными во-

допритоками в карьер (1200 м³/ч), которые способствуют размоканию отвальных пород и последующему их уплотнению.

По предварительным расчетам с учетом высокого резерва объемов засыпных работ (до 5000 м³/ч) необходимое количество автотранспортной и бульдозерной техники на 1 год восстановительных работ (для перемещения

отвальных пород в объеме 38 млн м³) и в соответствии с существующим парком машин Мирнинского ГОКа [6] составит: экскаватор Komatsu 2000 (12 м³) – 22 шт.; экскаватор-драглайн – ЭШ-11/70 – 1 шт.; бульдозер Т25.01 – 12 шт.; автосамосвал БелАЗ-7557 (90 т) – 48 шт.; автосамосвал БелАЗ 7547 (45 т) – 22 шт. (существующий парк); автосамосвал Scania (95 т) – 8 шт. (существующий парк);

автосамосвал Volvo (29 т) – 10 шт. (существующий парк); автосамосвал Volvo (22 т) – 3 шт. (существующий парк).

Для ускорения процесса засыпки карьера предлагается частичное крупноблочное обрушение пород борта карьера с помощью буровзрывных работ (БВР). Учитывая месторасположение карьера трубки «Мир», а также существующую промышленно-производственную и социальную инфраструктуру (производственные и жилые здания, площадку аэропорта, отвалы, дороги и т. д.), основным вопросом является обоснованность выбора участка борта карьера, допускающего возможность его безопасного обрушения. В соответствии с выполненным анализом транспортных сетей, расположения объектов капитального строительства и отвалов, в качестве участка буровзрывных работ по крупноблочному обрушению пород рекомендуется использовать борт со стороны аэропорта. После выполнения работ по 1-му этапу и заиливания водоотливной штольни следует рассмотреть дополнительную возможность обрушения транспортного съезда, ведущего к насосам Ritz.

В процессе заполнения карьера отвальными породами одной из основных станет проблема создания безопасных условий работы автотранспортного оборудования вблизи отработанного пространства. При этом повышенные риски связаны с работой бульдозеров, сталкивающих в карьер отвальную массу, и с возможным скоплением ее в навалах у кромки карьера, что создает невозможным дальнейшее отвалообразование.

Для мониторинга уровня подземных вод в отсыпных породах на уровень напора Метегеро-Ичерского водоносного комплекса рекомендуется организовать автомобильный съезд на поверхность техногенного массива с сооружением в его центре наблюдательной скважины до появления воды, но не более чем на 100 м от верхнего уровня предполагаемого напора. После заиливания водоотливной штольни можно установить фактический напор существующих водоотливных скважин насосов Ritz, что обеспечит мониторинг за уровнем подземных вод.

Для проведения оценочных расчетов проанализированы прогноз затрат и фактические расходы при аналогичных авариях.

Ущерб от аварии на руднике «Мир» АК «АЛРОСА» предварительно оценила в 10–12 млрд руб. [7], а период до начала добычи в 5–7 лет как минимум. Специалисты инвестиционной компании «Атон» предполагают, что простой рудника «Мир» неминуемо скажется на финансовых результатах компании от недопроизводства вследствие доналоговой прибыли (ЕБИТДА), т. е. потери АК «АЛРОСА» могут достичь 12–15 млрд руб. ЕБИТДА (на руднике «Мир» ежегодно добывалось более 3 млн карат алмазов).

Комиссия Ростехнадзора, расследовавшая причины аварии, оценила экономический ущерб в 10,216 млрд рублей [8].

Следует отметить, что на восстановление крупнейшей шахты «Распадская», где в мае 2010 года произошла авария, вызвавшая частичное подтопление горных вырабо-

Таблица 1.
Сводная смета затрат для восстановительных работ рудника «Мир»

Наименование объектов, работ и затрат	Общая сметная стоимость, млн руб.
Засыпка карьера трубки «Мир» (98 млн м³ отвальных пород)	27 400
Откачка воды (2560,0 тыс. м³ воды)	27
Частичное обрушения борта с помощью БВР (13,44 млн м³)	1200
Чистка (120,0 тыс. м³ горной массы (пульпы)) и ремонт выработок	1813
Проходка наклонного конвейерного ствола (3200 п. м)	700
Проходка вентиляционного уклона (900 п. м)	206
Приобретение и монтаж оборудования (экскаватор Komatsu 2000 (12 м³) – 22 шт.; экскаватор-драглайн – ЭШ-11/70 – 1 шт.; бульдозеры Т25.01 – 12 шт.; автосамосвал БелАЗ-7557 (90 т) – 48 шт.; ленточный конвейер длиной 1200 м – 1 шт.; отвалообразователь типа Z 7000-90 – 1 шт.; изгибающий конвейер типа Joy – 1 шт.; комбайн фрезерного типа Wirtgen – 1 шт.; ленточный конвейер длиной 1000 м – 5 шт.)	6830
Проектно-изыскательские и научно-исследовательские работы	750
Всего по сводке	38 926

ток, собственниками шахты планировалось затратить 8,6 млрд рублей [9]. Фактические затраты на ликвидацию последствий аварии, ее восстановление и приведение в безопасное состояние составили порядка 6,8 млрд рублей [10].

При разработке предварительных показателей стоимости восстановительных работ для рудника «Мир» использовались материалы проектов и смет по видам промышленного транспорта, погрузочно-разгрузочным сооружениям и устройствам, выполненные проектными и научно-исследовательскими институтами, а также расценки ФЕР. Расчет ценовых показателей предложенных технических решений для восстановительных работ сведен в табл. 1.

Реальная величина затрат будет зависеть от выбранной горнотранспортной техники, существующего парка оборудования, а также от состояния существующих горных выработок после откачки воды и результатов их обследования. Срок выполнения предложенных мероприятий при этом составит до 5 лет.

Следует отметить, что использование горных пород из существующих отвалов рудника для обратной засыпки карьера позволит улучшить экологическую обстановку в городе и уменьшить ежегодные экологические платежи и штрафы компании.

Основными преимуществами предлагаемых концептуальных решений по ликвидации водного объекта в карьере «Мир» являются: высокая безопасность работ; ресурсосберегаемость, экологичность – рекультивация нарушенных земель (размещение отходов производства); простота организации восстановительных работ за счет наличия местных материалов в непосредственной близости от аварийного предприятия, что позволит начать работы в кратчайшее время.

ПРИ ПОДГОТОВКЕ СТАТЬИ БЫЛИ ИСПОЛЬЗОВАНЫ СЛЕДУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ:

1. Коноваленко В. Я. Справочник физико-механических свойств горных пород алмазных месторождений Якутии / В. Я. Коноваленко; АК «АЛРОСА»; ин-т «Якутнпроалмаз». – Новосибирск, 2012. 276 с.
2. Чугаев Р. Р. Гидротехнические сооружения. Учеб. пособие для студ. гидротехн. спец. вузов. В 2-х ч. // Чугаев Р. Р. 2-е изд., перераб. и доп. Ч. I. Глухие плотины. – М.: Агропромиздат, 1985. – 318 с.
3. Аверин И. В. Контроль качества производства работ при возведении фундаментов и подземных сооружений в сложных грунтовых условиях / Аверин И. В. // Диссертация на соиск. уч. ст. канд. техн. наук. – Москва: ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет». – 2017. – 158 с.
4. Рейш А. К. Земляные работы. Справочник строителя / Рейш А. К., Куртинов А. В., Дегтярев А. П. и др. Под ред. А. К. Рейша. 2-е изд., переработ. и доп. – М.: Стройиздат, 1984. – 320 с.
5. www.mining-enc.ru/k/kolmatatsiya (дата обращения: 11.04.2018).
6. www.alrosa.ru/производство/технологический-транспорт/ (дата обращения: 11.04.2018).
7. www.rbc.ru/rbcfreenews/59d7649b9a7947a3b4ce9e3e (дата обращения: 13.11.2018).
8. www.rbc.ru/business/10/11/2017/5a05bcbb9a79474d0d989f3e (дата обращения: 15.11.2018).
9. www.rbc.ru/rbcfreenews/20100917155408.shtml (дата обращения: 13.11.2018).
10. www.raspadskaya.ru/docs/RASP_MDA_FY2017_RUS_final.pdf (дата обращения: 11.04.2018).



ГЛАВГОСЭКСПЕРТИЗА
РОССИИ

ОЗНАКОМИТЬСЯ С ПЛАНом
СЕМИНАРОВ НА 2019 ГОД
МОЖНО НА САЙТЕ
GGE.RU В РАЗДЕЛЕ
«УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР»

Учебный центр Главгосэкспертизы России приглашает проектировщиков и заказчиков строительства на семинары

Учебный центр Главгосэкспертизы – флагманский центр компетенций по подготовке высококвалифицированных кадров для строительной отрасли

Семинары проходят как на московской площадке, так и в 12 филиалах Главгосэкспертизы, расположенных в Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, Казани, Кисловодске, Красноярске, Омске, Ростове-на-Дону, Самаре, Саратове, Севастополе, Хабаровске и Ханты-Мансийске. Возможна как очная, так и дистанционная форма посещения: участие во всех семинарах возможно в режиме видео-конференц-связи в филиалах Главгосэкспертизы.

Семинары рассчитаны на инженеров-проектировщиков, главных инженеров проектов, представителей служб технического заказчика и руководителей проектов предприятий и компаний.

В ходе семинаров даются разъяснения по самым сложным вопросам подготовки проектно-сметной документации на строительство особо опасных и технически сложных объектов, в том числе объектов топливно-энергетического комплекса и транспортной инфраструктуры.

Спикеры Учебного центра – эксперты Главгосэкспертизы России, специалисты-практики, в ежедневном режиме проводящие государственную экспертизу проектной документации и результатов инженерных изысканий на строительство, реконструкцию и капитальный ремонт уникальных, особо опасных и технически сложных объектов.

В проектах Учебного центра задействованы эксперты, отвечающие за проверку сметной документации и экспертизу проектов организации строительства, а также специалисты в сфере ценообразования и сметного нормирования в строительстве. Слушатели получают именную сертификат Главгосэкспертизы России.

В 2018 году количество слушателей обучающих программ центра превысило 2000 человек. Постоянные заказчики программ Учебного центра Главгосэкспертизы России: структуры НК «Роснефть», АО «Гипротрубопровод», ГК «Росатом», ГК «Металлоинвест», ОАО «РЖД», АО «ЦИУС ЕЭС», ПАО «Транснефть» и др.

Семинары Главгосэкспертизы России в 2019 году в Москве

19 сентября

Основные вопросы, возникающие при рассмотрении проектной документации строительства, реконструкции объектов, связанных с размещением и (или) обезвреживанием отходов I–V классов опасности

27 сентября

Отдельные вопросы инженерных изысканий, проектирования и экспертизы для объектов производственного и гражданского назначения. Требования современных нормативных документов

11 октября

Основные требования по объему и содержанию технических решений, предъявляемые к проектной документации в части автоматизации инженерных систем при проведении государственной экспертизы





Юрий
Витальевич
ДМИТРАК

ПРОФЕССОР, Д. Т. Н., РЕКТОР
СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО
ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО
ИНСТИТУТА (ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА)

ПОДГОТОВКА КАДРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ГОРНОЕ ДЕЛО» ДЛЯ ПРОЕКТНЫХ И ЭКСПЕРТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Актуальные цели и задачи, сформулированные Президентом Российской Федерации В. В. Путиным в обращении к гражданам России от 23 марта 2018 года, ставят перед страной новые вызовы, заключающиеся в создании современной инфраструктуры в различных областях экономики. Строительство новых объектов промышленности, сельского хозяйства, военно-промышленного комплекса, проектирование и конструирование современной высокоэффективной техники и оборудования, применение современных цифровых и высокоинтеллектуальных технологий требуют совершенно нового подхода к подготовке кадров для проектных и экспертных организаций.

От современных проектировщиков требуется владение современными профильными компьютерными программами для конструирования и проектирования (AutoCAD, Компас-3D, Solid Works, Autodesk Inventor и др.), знание постоянно меняющейся нормативной базы, обладание опытом практической работы на объектах, являющихся в его работе предметом проектирования или экспертизы. И конечно, и проектировщики, и эксперты должны обладать фундаментальным образованием в той области знаний, где им предстоит работать.

Не секрет, что ни одно высшее учебное заведение мира не готовит проектировщиков как специалистов. Существуют отдельные курсы проектирования и конструирования, например горных машин. Но целостной системы подготовки инженеров-проектировщиков не существует.

В последнее время в стремлении продвинуться вверх в международном рейтинге вузов российские высшие учебные заведения все чаще переходят на двухуровне-

вую систему образования (бакалавр-магистр), недостаточно внимания уделяя такой форме обучения, как специалитет. Бесспорно, в некоторых областях экономики это оправданно. Однако существует ряд направлений подготовки высшего образования, например, «Горное дело», где необходима исключительно инженерная подготовка. Дело в том, что практически все места трудоустройства будущих выпускников, оканчивающих вуз по направлению подготовки высшего образования «Горное дело», относятся к категории опасных производственных объектов. Для подготовки такого специалиста требуется программа специалитета, а выпускник данного направления должен обладать всеми необходимыми навыками и знанием нормативно-разрешительной базы, которые формируются у будущего горного инженера в течение всего пятилетнего срока обучения.

Еще раз подчеркнем: специально инженера-проектировщика не готовит ни один вуз Российской Федерации. При этом абсолютно ясно, что проектировщик, уже не го-



воря об эксперте, – это штучный специалист, художник в своем деле, а проектирование или экспертиза проектной документации требуют наивысшей степени подготовки специалиста.

Какие пути я вижу для выхода из создавшейся ситуации? Первое, на чем я хотел бы остановиться в этой статье, – это корпоративная подготовка кадров для проектных и экспертных организаций. Сегодня весь мир использует данную систему. Но в России она дает сбой. А причина проста: предприятие не хочет вкладываться в подготовку специалиста для своего производства, и хочет, чтобы выпускник после окончания вуза сразу занял руководящую должность и начал приносить прибыль предприятию. Но такого не бывает. За границей предприятия вкладывают огромные деньги в оснащение лабораторий, оборудование мест практик студентов, материальное стимулирование труда преподавателей. У нас же все по-другому.

Но вернемся к системе корпоративной подготовки. Суть ее очень проста. Предприятие, в том числе это может быть Главгосэкспертиза России, проектный институт, горное предприятие, заказывает у ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)» (далее – СКГМИ (ГТУ)) конкретного специалиста под конкретное рабочее место. При этом производственники формируют список дополнительных компетенций, которыми должен обладать их будущий работник, а вуз подбирает соответствующие учебный план и дисциплины

по выбору. К счастью, современные образовательные стандарты нового поколения позволяют в значительной степени самостоятельно формировать учебные планы обучающихся. Таким образом, уже на втором-третьем курсах студент учится по индивидуальному учебному плану, получает с предприятия в рамках курсового проектирования конкретные задачи и решает их для предприятия, проходит на своем будущем рабочем месте учебную, производственную и преддипломную практики, решает реальные производственные задачи в рамках выполнения выпускной квалификационной работы. При этом крайне приветствуется привлечение выпускников к чтению лекций своим будущим работодателям. В итоге к концу обучения предприятие получает полноценного специалиста на конкретное рабочее место, «заточенного» на решение конкретных задач и, самое главное, знающего, как их решать. И только в этом случае можно рассчитывать, что выпускник вуза сразу приступит к качественному исполнению своих должностных обязанностей. При этом, если подсчитать, сколько времени и финансов тратит руководитель на доводку выпускника вуза до требуемого уровня, то корпоративная подготовка обойдется предприятию значительно дешевле.

В качестве примера в таблице 1 приведена примерная смета затрат на корпоративную подготовку горных инженеров-механиков и горных инженеров – подземных технологов, которая осуществляется в СКГМИ (ГТУ).

Таблица 1.
Смета расходов Учебно-методического центра СКГМИ по целевой подготовке специалистов на семестр (сентябрь 2019 – январь 2020 года)

Наименование затрат	Стоимость часа	Количество часов	Сумма
1. МГГУ			471 000
оплата услуг преподавателей	1000	256	256 000
оплата услуг штатных сотрудников:			215 000
– зам. руководителя	15 000	5×15 000	75 000
– системный администратор	7000	5×7000	35 000
– ответственные по направлениям (2 чел.)	7000	5×2×7000	70 000
– методист	4000	5×4000	20 000
– уборщица	3000	5×3000	15 000
2. Другие вузы			135 000
оплата услуг преподавателей	1000	135	135 000
3. Подготовка и издание УММ			60 000
СКГМИ			40 000
другие вузы			20 000
4. Стипендии (на группу 3×10 000; 6×8000)			234 000
СКГМИ – 2 группы			156 000
Другие вузы – 1 группа			78 000
5. Начисления на заработную плату (ЕСН – 30,2%)			173 160
СКГМИ			132 860
другие вузы			40 300
6. Накладные расходы (20%)			120 772
20% от заработной платы преподават. СКГМИ			120 772
ИТОГО			1 193 932

Как видно из таблицы 1, затраты более чем умеренные, особенно если учесть, что речь идет об индивидуальной инженерной подготовке под каждое конкретное рабочее место. Подготовленный по такой системе специалист уже с первого своего рабочего дня начинает полноценно участвовать в рабочем процессе предприятия.

СКГМИ (ГТУ) могут быть предложены заинтересованным организациям дополнительные дисциплины для подготовки специалистов в области проектирования и экспертной оценки проектной документации в горнодобывающей отрасли промышленности, приведенные в таблице 2.

Таблица 2.
Тематика дисциплин для подготовки кадров для проектных и экспертных организаций по направлению «Горное дело»

№ п/п	Тема
1.	Изучение инженерно-геологических и гидрогеологических условий месторождений полезных ископаемых на поисково-оценочной и разведочной стадиях
2.	Составление отчета к технико-экономическому обоснованию (временных и постоянных) кондиций
3.	Разработка и аудит проектной документации на соответствие более экономичным решениям с учетом экологических последствий и рисков возникновения аварийных ситуаций, сдача на государственную экспертизу
4.	Анализ основных замечаний государственной экспертизы на проектно-изыскательские работы
5.	Выполнение комплекса инженерных (инженерно-геодезических, инженерно-геологических, инженерно-экологических и инженерно-гидрометеорологических) изысканий для подготовки проектной документации для строительства и эксплуатации объектов горно-обогатительного комбината
6.	Аудит комплексных инженерных изысканий на их соответствие требованиям СНиП к инженерным изысканиям и возможность использования их в полной мере для разработки проектной документации; подготовка заданий на проведение инженерно-изыскательских работ и заверочного бурения
7.	Разработка (или уточнение ранее утвержденных разведочных кондиций (временных и постоянных)), а также эксплуатационных кондиций для месторождений, эксплуатируемых горнодобывающими предприятиями, в связи с изменением цен на товарную продукцию
8.	Аудит проектной документации на строительство горнодобывающих предприятий и объектов, технических проектов на разработку месторождений, выполненных проектными организациями, а также консалтинговыми компаниями (Pre-FeasibilityStudy, FeasibilityStudy) и др.
9.	Экологический аудит предприятий и их отдельных объектов на соответствие действующему природоохранному законодательству в рамках подготовки к проверкам контролирующих органов
10.	Совершенствование параметров и повышение безопасности буровзрывных работ при проходке горных выработок
11.	Оценка технического состояния подземных горных выработок, зданий и сооружений
12.	Проведение технологического аудита предприятий, экспертиза технической документации, результатов выполненных работ и т. д.
13.	Маркшейдерский аудит опорных сетей на подземных рудниках и служб горного производства
14.	Разработка, проектирование и внедрение программно-технических средств снижения риска возникновения и развития опасных аварийных ситуаций на предприятиях горно-металлургического комплекса
15.	Разработка разделов «Промышленная безопасность», «Охрана труда» в проектах вновь строящихся и реконструируемых рудников
16.	Анализ нормативной базы в области горного права при разработке проектной документации, порядок проведения государственной экспертизы

Как видно из таблицы 2, практически все основные направления подготовки инженеров-проектировщиков вуз может обеспечить, применив систему корпоративной подготовки.

В качестве примера в таблице 3 приведено описание реального заказа, который СКГМИ (ГТУ) получил недавно от горнорудного дивизиона госкорпорации «Росатом» на подготовку инженеров-проектировщиков.

Таблица 3. Список программ повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов по направлению «Горное дело» для проектных и экспертных организаций

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ОТ 72 ЧАСОВ И БОЛЕЕ ВЕДЕТСЯ ПО НАПРАВЛЕНИЯМ:	ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПЕРЕПОДГОТОВКА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ НОВОГО ВИДА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ПО НАПРАВЛЕНИЯМ:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Горное электроснабжение. 2. Руководство горными и взрывными работами. 3. Горные машины и оборудование. 4. Технология обогащения полезных ископаемых. 5. Экологическая безопасность. 6. Горное право. 7. Инженерно-геологические изыскания. 8. Инженерно-геодезические изыскания для строительства. 9. Промышленная безопасность опасных производственных объектов. 10. Организация кадровой службы и управления персоналом. 11. Охрана окружающей среды. 12. Антикоррупционная деятельность в органах государственной власти. 13. Управление государственными и муниципальными закупками. 14. Контрактная система в сфере госзакупок. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Инвестиционно-строительная деятельность: правовые аспекты. 2. Горное дело. 3. Горные машины и оборудование. 4. Электротехника и электроэнергетика. 5. Строительство (автомобильные дороги; промышленное и гражданское строительство). 6. Технология художественной обработки материалов. 7. Ландшафтный дизайн. 8. Дизайн интерьеров. 9. Судебная строительно-техническая и стоимостная экспертиза объектов недвижимости. 10. Технология транспортных процессов (безопасность дорожного движения). 11. Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств. 12. Гражданское право. 13. Нотариат и гражданский оборот. 14. Государственная и муниципальная служба. 15. Интернет-предпринимательство.

Еще один важный элемент сотрудничества вузов, проектных и экспертных организаций – это открытие филиалов проектных институтов на базе вузов. У СКГМИ (ГТУ) уже подписаны договора о сотрудничестве с ведущими проектными институтами Госкорпорации «Росатом», в которых в том числе говорится об открытии их филиалов на базе СКГМИ (ГТУ). Преимущества такого сотрудничества очевидны. Это и возможность проектных институтов напрямую участвовать в образовательном процессе своих будущих работников, и проведение гибкой кадровой политики, когда работники нанимаются только под определенные объемы проектирования, и значительно более низкая средняя заработная плата проектировщиков по сравнению, например, с московским или северными регионами.

Еще один важный элемент сотрудничества между вузами, проектными и экспертными организациями – это повышение квалификации уже действующих проекти-

ровщиков и экспертов и их переподготовка (таблица 4).

Здесь необходимо отметить, что в СКГМИ (ГТУ) имеется перечень более чем 250 программ повышения квалификации специалистов в области горного дела. Вуз готов сформировать специальные программы повышения квалификации конкретных специалистов. При этом можно параллельно решать очень важную проблему нехватки квалифицированных кадров на одном направлении проектирования или экспертизы и их переизбытка на другом направлении. Профессиональная переподготовка специалистов с выдачей дипломов государственного образца, в том числе второе высшее образование, позволяет оперативно и качественно решать эту проблему в СКГМИ (ГТУ).

Отдельная тема – это обязательная стажировка на промышленных предприятиях действующих специалистов и будущих проектировщиков и экспертов. Общеизвестно: не может специалист состояться как проекти-

Таблица 4. Перечень необходимых знаний потенциальных сотрудников для работы в АО «ВНИПИпт»

НЕОБХОДИМЫ СПЕЦИАЛИСТЫ В ОБЛАСТИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, ИМЕЮЩИЕ СТАЖИРОВКУ НА ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ, ЖЕЛАТЕЛЕН ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ. ГОРНАЯ ЧАСТЬ	
1.	Какими современными методами исследований, проектирования владеют потенциальные сотрудники, аппаратное, программное оснащение.
2.	Владение основами проектирования вскрытия рудных месторождений, основные этапы, программное обеспечение.
3.	<p>Владение современными знаниями по направлениям:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● требования ЕПБ, других нормативных документов при подземной разработке урановых месторождений, ● высокопроизводительные системы разработки, тенденции, ● особенности подземной разработки урановых месторождений, ● выбор систем разработки при подземной разработке урановых месторождений, ● разработка урановых месторождений системами с закладкой выработанного пространства, виды закладки, тенденции, ● требования к порядку отработки урановых месторождений, ● вентиляция уранового рудника, критерии расчета необходимого количества воздуха, ● современные средства ведения буровзрывных работ, ● доставочная техника, сравнительная оценка различных ПДМ, ● подземный транспорт, новые эффективные виды транспорта, ● автоматизация основных производственных процессов, ● управление горным давлением, технологическое, региональное, ● динамические проявления горного давления, борьба с горными ударами, ● современные виды крепления горных выработок, ● обеспечение безопасности подземных рабочих, личной, общешахтной.

ровщик или эксперт, если он не знает производства по своему направлению деятельности. В СКГМИ (ГТУ) все студенты горных специальностей проходят практику на профильных горных и металлургических предприятиях Осети, Российской Федерации и за рубежом. Это АО «Норильский никель», АО «Новоангарский» и «Горевский» ГОК, Московский метрострой, АО «Электроцинк», АО «Победит» и другие предприятия.

На основании вышеизложенного предлагаю СКГМИ (ГТУ) стать опорным вузом по формированию перечня дисциплин, необходимых для подготовки специалистов-проектировщиков и экспертов профильных организаций и провести работу по введению данных дисциплин в рабочие учебные программы вузов, осуществляющих подготовку специалистов по направлению «Горное дело».

В завершение хочется сказать несколько слов о нормативной базе, которой пользуются в своей работе проектировщики и эксперты. На мой взгляд, проблема

распадается на две части. С одной стороны, постоянно меняющаяся нормативная база требует мгновенного реагирования со стороны проектировщиков и экспертов, с другой – введение новых норм и правил затягивается в связи с процедурой прохождения этапов согласования в министерствах и ведомствах. Здесь горные вузы страны могут оказать помощь. Например, в СКГМИ (ГТУ) на базе юридического факультета можно организовать постоянно действующие курсы по повышению квалификации инженеров-проектировщиков и экспертов в области горного права, основанные на действующей в настоящий момент нормативной базе.

Хотелось бы также отметить, что СКГМИ (ГТУ) обладает всеми необходимыми условиями и возможностями для подготовки кадров, повышения квалификации и профессиональной переподготовки по направлению «Горное дело» для сотрудников проектных и экспертных организаций.



**Василий
Иванович
ПОДРЕЗ**

НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА ОБЪЕКТОВ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ, ЯДЕРНОЙ, РАДИАЦИОННОЙ, ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ГОЧС ГЛАВГОСЭКСПЕРТИЗЫ РОССИИ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ: СООТВЕТСТВИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ИСХОДНОГО СЫРЬЯ И РАЗМЕЩЕНИЮ ОТХОДОВ

Любое предприятие по обогащению полезных ископаемых предусматривает образование отходов переработки сырья, и для недропользователей главной проблемой становится вопрос по размещению данных отходов. Отходы всегда сопровождали горнодобывающее и горноперерабатывающее производство, однако почти до середины XX века отходы горного производства не рассматривались как особая проблема. С ростом добычи полезных ископаемых с низким содержанием ценных компонентов количество отходов стало расти значительно быстрее, чем выход продукции. Постоянное увеличение объемов образующихся в горнодобывающей и перерабатывающей промышленности различных видов отходов и складирования их в хранилищах приводит к негативному воздействию на окружающую среду.

В результате механического и химического разрушения в процессе разработки месторождения возникают тонкодисперсные минеральные фазы механического рассеяния – минеральная пыль, различающаяся по составу, химической активности и степени подвижности в природных потоках.

С увеличением глубины обогащения и уменьшением крупности помола исходного сырья выход отходов уменьшается, но так как в настоящее время все чаще в разработку вовлекаются месторождения с пониженным содержанием полезных компонентов, ужесточается эко-

логическое законодательство, вопрос по размещению отходов становится все более актуальным.

В данной статье будут рассмотрены аспекты проведения государственной экспертизы проектных технологических решений по складированию отходов обогатительных фабрик в хвостохранилищах и соответствию этих решений принятым проектным решениям по переработке исходного сырья.

При совместной работе недропользователей и проектировщиков над подготовкой проектной документации по размещению отходов обогащения следует руководствоваться исходными данными для проектирования:



1. Лицензия на право пользования недрами с целью разведки и добычи полезных ископаемых.
2. Протокол заседания Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых с рекомендациями.
3. Заключение экспертной комиссии по результатам рассмотрения материалов, представленных на ГКЗ с рекомендациями, – неотъемлемое Приложение к протоколу ГКЗ.
4. Проектная документация и результаты инженерных изысканий на строительство, реконструкцию объектов обогащения полезных ископаемых.
5. Технологический регламент обогатительной фабрики, разработанный по результатам исследования свойств полезных ископаемых.

При проведении оценки разработанных проектных решений в процессе проведения государственной экспертизы дополнительно рассматриваются:

1. Проектная документация и результаты инженерных изысканий на строительство, реконструкцию объектов размещения отходов.
2. Заключение экологической экспертизы по объектам размещения отходов обогащения.
3. Декларация (проект декларации) безопасности гидротехнических сооружений (далее – ГТС).

При проведении государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий в части технологических решений по эксплуатации хвостохранилища эксперт руководствуется действующими нормативными документами [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

В связи с необходимостью повышения производительности, выхода полезных компонентов, снижения объемов размещаемых отходов и экономической привлекательности производства постоянно ведется работа по совершенствованию технологии обогащения, для чего проводятся исследовательские работы, результатом которых становится изменение технологических регламентов обогатительных фабрик и, как следствие, изменение технологии складирования отходов для вновь строящихся и реконструируемых предприятий.

Этот аспект необходимо учитывать проектировщикам при разработке проектных решений по складированию отходов, так как откорректированные регламенты в большинстве случаев предусматривают использование новых технологий, а именно:

- вовлечение в переработку исходного сырья с новыми качественными показателями;
- увеличение глубины обогащения;
- доизмельчение исходного сырья флотации;
- дополнительное сгущение хвостовой пульпы;
- фильтрация и полусухое складирование отходов.



В качестве примера результатов оценки соответствия проектной документации, в части технологических решений по обогащению и технологии размещения отходов обогащения в хвостохранилище, ниже представлены характерные замечания к проектной документации:

ИСХОДНО-РАЗРЕШИТЕЛЬНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

- В Задании на проектирование и в проектной документации по объекту не приводятся сведения об уровне ответственности всех ГТС – проектируемых, а также существующих, которые планируется использовать [10];
- В проектной документации не приводятся сведения о классах всех проектируемых гидротехнических сооружений и существующих ГТС [11];
- В составе проектной документации не представляются Декларации безопасности ГТС (разделы в составе общей Декларации безопасности рассматриваемого комплекса ГТС) [12];
- Не представляются результаты инженерно-геологических обследований на намывных накопителях I, II и III классов, в целях подтверждения соответствия физико-механических характеристик намывных в упорную призму хвостов (отходов) [13];
- В отчетных материалах по объекту не представляются результаты обследования состояния конструкций существующих ГТС (один из видов инженерных изысканий) [14].

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Как правило, в технологических решениях не всегда учитываются следующие требования нормативных документов [13]:

- Изменение сырьевой базы, технологии обогащения и, как следствие, изменение физико-механических свойств отходов не отражаются в проектной документации;
- Проектные решения по укладке отходов отличаются от ранее рассмотренных проектных решений в части схемы заполнения, способов выпуска пульпы, технологии укладки и интенсивности;
- Схема заполнения накопителя и указания по технологии укладки отходов в летний и зимний периоды не учитывают требования;
- Баланс воды с учетом оборотного водоснабжения обогатительной фабрики не обеспечивает технологические потребности и требования;
- Сбор сточных вод с территории фабрики, не предусмотренных проектной документацией, не соответствует требованиям.

Очевидных ошибок в проектировании можно избежать путем строгого соблюдения требований нормативных документов и согласованного подхода к решению возникающих при проектировании проблем.

В целях повышения качества проектирования и сокращения сроков реализации объектов, включая экспертизу проектной документации, рекомендуется застройщикам, техническим заказчикам и проектному сообществу использовать созданную Главгосэкспертизой России «Систему учета предварительных заявок» для планирования инвестиционного процесса с учетом проведения экспертизы проектной документации и (или) результатов инженерных изысканий.

Предлагаемый подход позволит обеспечить безопасное строительство и эксплуатацию объектов капитального строительства в горнодобывающей и горно-перерабатывающей промышленности.

Особую озабоченность вызывает отсутствие актуализированных нормативных документов, используемых как проектировщиками при проектировании, так и экспертами при проведении государственной экспертизы проектной документации. Данные нормативные документы морально устарели, не учитывают внедрение нового оборудования и технологий, требуется переработка действующих документов, связанных с вопросами пользования недрами, с привлечением всех заинтересованных организаций:

- ВНТП 3-92 «Временные нормы технологического проектирования обогатительных фабрик», утвержденные 8 декабря 1992 года протоколом Комитета угольной промышленности;
- ВНТП 21-86 «Временные нормы технологического проектирования флотационных фабрик для руд цветных металлов», утвержденные протоколом Министерства цветной металлургии СССР 28 февраля 1986 года № 97;
- ВСН 16-86 «Отраслевые требования, предъявляемые к проектированию предприятий по добыче и переработке полезных ископаемых с целью рационального и комплексного использования минерального сырья», утвержденные протоколом Министерства цветной металлургии СССР 9 января 1986 года № 3;
- РДП 21-89 «Положение о составе, порядке разработки и утверждения технологических регламентов для проектирования предприятий цветной металлургии», утвержденное 7 июля 1989 года № 21-89 Министром цветной металлургии СССР;
- ПБ 03-438-02 «Правила безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов», утвержденные Постановлением Госгортехнадзора России от 28 января 2002 года № 6.

Долгосрочная программа Российской Федерации по использованию природных ресурсов предусматривает дополнительные мероприятия в части повышения эффективности использования минерально-сырьевых ресурсов в народном хозяйстве. Одной из задач данной программы является утилизация отходов горно-металлургического производства, а также разработка и осу-

ществление мероприятий, обеспечивающих существенное снижение потерь и повышение уровня извлечения полезных ископаемых и компонентов при добыче и переработке сырья.

Решение поставленных задач возможно при условии совершенствования нормативной базы и технологических процессов переработки минерального сырья.

ПРИ ПОДГОТОВКЕ СТАТЬИ БЫЛИ ИСПОЛЬЗОВАНЫ СЛЕДУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ:

1. Федеральный закон от 21 июля 1997 года № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
2. Федеральный закон от 21 июля 1997 года № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» (изм. от 29.07.2018).
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 2 ноября 2013 года № 986 «О классификации гидротехнических сооружений».
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 19 января 2006 года № 20 «Об инженерных изысканиях для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства».
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 6 ноября 1998 года № 1303 «Об утверждении Положения о декларировании безопасности гидротехнических сооружений».
6. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке полезных ископаемых», утвержденные приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 декабря 2013 года № 599.
7. ПБ 03-438-02 «Правила безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов».
8. ПБ 07-600-03 «Правила охраны недр при переработке минерального сырья».
9. «Инструкция о порядке определения критериев безопасности и оценки состояния гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов на поднадзорных Госгортехнадзору России производствах, объектах и в организациях», утвержденная Постановлением Госгортехнадзора России от 4 февраля 2002 года № 10.
10. Федеральный закон от 30 декабря 2009 года № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;
11. Постановление Правительства Российской Федерации от 2 ноября 2013 года № 986 «О классификации гидротехнических сооружений»;
12. Федеральный закон от 21 июля 1997 года № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений»;
13. ПБ 03-438-02 «Правила безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов»;
14. Положение о выполнении инженерных изысканий для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства, утвержденное Постановлением Правительства Российской Федерации от 19 января 2006 года № 20 (п. 4).



Любовь
Петровна
ПЕХОВА

ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ ОТДЕЛА
КОМПЛЕКСНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ
КРАСНОЯРСКОГО ФИЛИАЛА
ГЛАВГОСЭКСПЕРТИЗЫ РОССИИ

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА СТАДИИ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

При осуществлении деятельности по добыче и переработке полезных ископаемых существуют риски, связанные с минерально-сырьевой базой, из-за необъективной (недостаточной) оценки качества запасов полезных ископаемых. В соответствии с законодательством о недропользовании [1] предоставление недр в пользование для добычи полезных ископаемых разрешается только после проведения государственной экспертизы их запасов. Качество полезных ископаемых для постановки их на государственный баланс изучается с учетом необходимости разработки технологии переработки на основе определенных требований, предъявляемых к качеству полезных ископаемых, и их комплексного использования. При этом определяются содержания основных и попутных ценных компонентов, токсичных и вредных примесей, формы их нахождения и особенности распределения в продуктах обогащения и переработки.

В соответствии с Классификацией запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых [2], месторождения полезных ископаемых по степени их изученности подразделяются на разведанные и оцененные.

К разведанным относятся месторождения (участки недр), запасы которых, их качество, технологические свойства, гидрогеологические и горнотехнические условия разработки изучены с полнотой, достаточной для технико-экономического обоснования их вовлечения в промышленное освоение.

Вещественный состав и технологические свойства полезного ископаемого таких месторождений должны быть изучены с детальностью, которая обеспечивает получение исходных данных, достаточных для проектирования рациональной технологии их переработки с учетом комплексного извлечения полезных компонентов, имеющих промышленное значение, а также определения направления использования отходов производства или оптимального варианта их складирования или захоронения.



К оцененным относятся месторождения, запасы которых, а также качество, технологические свойства, гидрогеологические и горнотехнические условия разработки изучены в степени, позволяющей обосновать целесообразность дальнейшей разведки и разработки. Вещественный состав и технологические свойства полезного ископаемого таких месторождений должны быть оценены с полнотой, необходимой для выбора принципиальной технологической схемы переработки, обеспечивающей рациональное и комплексное использование полезного ископаемого.

Таким образом, для исключения рисков, связанных с недропользованием, наиболее приемлемым вариантом является наличие запасов, обеспечивающих достоверные исходные данные для проектирования объектов по добыче полезных ископаемых и переработке минерального сырья (обогатительных фабрик, участков кучного выщелачивания, дробильно-сортировочных комплексов, в том числе с применением радиометрических методов сортировки руд).

Проектирование обогатительных фабрик осуществляется на основании задания на проектирование, утвержденного застройщиком.

Наряду с заданием на проектирование, основополагающим документом для разработки технологической схемы переработки минерального сырья и разработки в целом проектной документации обогатительных фабрик на всех стадиях проектирования является технологический регламент [3, 4]. Разработка технологических регламентов осуществляется в соответствии с отраслевой Инструкцией [5]. Про-

ектные организации не должны принимать технологические регламенты без решения в них вопросов максимального извлечения всех полезных компонентов из сырья, поставленных на государственный баланс, утилизации отходов обогащения и без законченных исследований по технологии очистки стоков и промышленных выбросов.

На месторождениях со сложным вещественным составом руд целесообразно прорабатывать вопрос строительства опытно-промышленного предприятия небольшой производственной мощности для установления оптимальных показателей извлечения полезных компонентов, усовершенствования технологической схемы и отдельных ее узлов.

Достоверные исходные данные для проектирования могут быть получены только в результате выполненных на представительных пробах исследований обогатимости руд, следовательно, качество подготовки исходных данных существенным образом может влиять на выбор технологической схемы обогащения полезных ископаемых.

Ответственность за полноту и достоверность исходных данных для проектирования несет заказчик [4]. Ответственность за правильность и полноту разработки технологического регламента, за точность определенных в нем исходных данных и правильное их использование при проектировании несет организация – разработчик регламента [5]. К исходным данным для проектирования обогатительных фабрик, полученным в результате проведенных исследований обогатимости руд и учитывающих специфику горнодобывающего производства, относятся [4]:



1. Характеристика сырья, поступающего на переработку, которая включает:

- промышленный тип месторождения, перечень основных и попутных полезных компонентов для комплексного их извлечения, возможность использования продуктов переработки и отвальных хвостов;

- технологическую изученность руд и характеристику технологических проб по типам и сортам, их представительность по вещественному составу и содержанию ценных компонентов, физико-механическим свойствам и технологическим показателям;

- результаты геолого-технологического картирования руд по типам и сортам; календарный график отработки месторождения с указанием пределов колебаний показателей качества руды и их влияния на показатели технологического процесса; необходимость и рекомендуемые методы усреднения руды; возможность или отсутствие возможности селективной добычи технологических типов руды;

- химический, минералогический, фазовый состав руд по типам и сортам; данные по крупности и характеру вкрапленности рудных минералов, необходимая степень измельчения для их раскрытия;

- физико-механические свойства руд по типам и сортам (коэффициент крепости по Протодьяконову, объемная и насыпная масса, абразивность руды, естественная влажность, угол естественного откоса, содержание глины, слеживаемость, подвижность), а также изменение этих свойств от времени года и глубины залегания, условия хранения руды в бункерах;

- данные о дробимости и измельчаемости руды, склонность к вторичному ошламованию; оценка необходимости усреднения руды по измельчаемости, оценка возможности и целесообразности применения операций самоизмельчения и рудногалечного измельчения в схеме обогащения руды;

- вещественный состав вмещающих пород, степень их оруденения; содержание полезных и вредных компонентов; признаки, отличающие руду от вмещающих пород.

2. Результаты исследований обогатимости руды, включающие:

- сведения о возможности (отсутствии возможности) предварительной концентрации полезных компонентов (операции фотометрической сортировки, обогащения в тяжелых суспензиях, радиометрическими и другими физическими методами), целесообразности применения операции предварительной промывки руды (например, на марганцевых и валунчатых железных рудах);

- данные по обесшламливанию, сгущаемости и фильтруемости продуктов обогащения (концентратов, промпродуктов и хвостов);

- рекомендуемую технологическую схему переработки руды, соответствующую вещественному составу руды, на которой должны быть приведены технологические показатели и режимные параметры;

- реагентный режим (перечень реагентов, расход реагентов и точки их подачи в технологический процесс).

3. Производительность фабрики по исходной руде (устанавливается в соответствии с производительностью рудника).

4. Изменчивость показателей по сырью (по данным организации, выполняющей горную часть проекта, на основании данных геологической разведки и календарных планов горных работ). В результате исследований обогатимости руды должны быть получены сведения о влиянии качества руды на показатели извлечения и выход товарной продукции заданного качества.

5. Крупность руды, поступающей на обогатительную фабрику.

6. Рекомендации по выбору типа технологического оборудования (в том числе для переработки абразивных руд), защите оборудования и технологических коммуникаций при высокой щелочности или кислотности пульпы, а также удельные нагрузки на оборудование по всем операциям для расчета количества оборудования.

7. Баланс водопотребления и водно-шламовая схема; требования и условия использования оборотной воды и ее очистки (схема, степень и качество очистки), необходимый уровень водооборота и его влияние на технологические показатели.

8. Баланс металлов.

9. Удельные нормы расхода материалов и других ресурсов.

10. Химический, минералогический состав готовой продукции и отходов (отвальных хвостов).

11. Рекомендации по метрологическому обеспечению технологического процесса (перечень контролируемых параметров с указанием точек отбора проб руды, продуктов, растворов реагентов; диапазон и периодичность измерений, пределы погрешности определения параметров и пределы запаздывания информации по каждому параметру, рекомендуемые способы измерений контролируемых параметров).

12. Рекомендации по автоматизации производственных процессов, механизации труда при ремонтных и вспомогательных операциях.

Указанные выше исходные данные приводятся в технологических регламентах для проектирования обогатительных фабрик.

Следует отметить, что обогащение бедных и труднообогатимых руд требует более совершенной технологии для их переработки: включения в технологическую схему переработки руд операций по сортировке руды, усреднению, предварительной концентрации, а также применения комбинированных методов обогащения с использованием гидрометаллургии, пирометаллургии и других процессов для доводки черновых концентратов или промпродуктов.

При несовершенстве принятых в проектной документации технологических схем переработки руд и схем оборотного водоснабжения возникает необходимость в проведении дополнительных научно-исследовательских работ, корректировке технологического регламента и реконструкции действующего производства.

От эффективности процессов обогащения полезных ископаемых зависят комплексность и экономическая эффективность использования минерального сырья, освоение новых видов сырья, обеспечение охраны окружающей среды.

Это может быть достигнуто только за счет дальнейшего совершенствования процессов обогащения полезных ископаемых и нормативно-правовой базы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Закон Российской Федерации от 21 февраля 1992 года № 2395-1 «О недрах».
2. Приказ Министерства природных ресурсов РФ от 11 декабря 2006 года № 278 «Об утверждении Классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых».
3. ВНТП 21-86 (Минцветмет СССР, 1986). Нормы технологического проектирования флотационных фабрик для руд цветных металлов.
4. ВСН 16-86 (Минцветмет СССР, 1986). Отраслевые требования, предъявляемые к проектированию предприятий по добыче и переработке полезных ископаемых с целью рационального и комплексного использования минерального сырья.
5. Инструкция о порядке разработки, согласования и утверждения технологических регламентов и использования их при проектировании предприятий цветной металлургии (Минцветмет СССР, 1985).



Дмитрий
Александрович
АРТЕМЕНКО

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР
ООО «ИНЖИНИРИНГОВАЯ
КОМПАНИЯ ЦЕНТРПРОЕКТ»

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

На сегодняшний день, несмотря на широкое распространение специализированного программного обеспечения для моделирования угольных месторождений и планирования горных работ, на многих угледобывающих предприятиях информация о строении месторождения, его тектонике и морфологии, количественном и качественном составе полезного ископаемого представлена двухмерными графическими материалами, на бумажных и электронных носителях.

Для примера на рисунках 1, 2 и 3 приведены геологические разрезы (двухмерные модели геологического строения участков угольного месторождения).

Вследствие этого при планировании и проектировании горных работ вынужденной мерой является работа на материалах геологических отчетов, представленных двухмерными графическими чертежами, что требует выполнения значительного числа операций: построение сечений, измерение площадей, подбор и обработка информации по элементам залегания, арифметические вычисления для подсчета объемных и количественных показателей.

В большинстве случаев выходные материалы геологических отчетов представлены картами выходов пластов угля под наносы, структурными картами почвы пластов, разрезами по геологическим разведочным линиям, планами подсчета запасов (в зависимости от углов падения угольных пластов – проекции на вертикальную либо горизонтальную плоскость), структурными колонками. Данные графические материалы минимизируют информативность визуальных данных, что значительно усложняет процесс планирования.

Наличие пластов разного качества – коксующегося и энергетического угля, а также окисленной зоны, большое

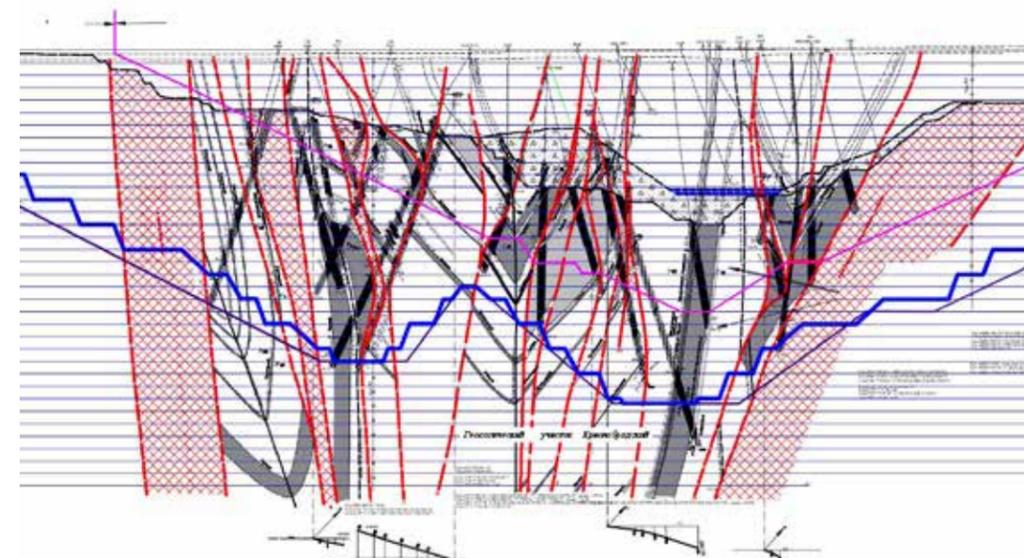


Рисунок 1

количество угольных пластов, их пространственная невыдержанность, а также дифференциация каждого из них по марочному составу – обуславливает большой объем работы при подсчете объема добычи угля классическим способом в процессе календарного планирования.

В настоящее время практически не осталось горнодобывающих компаний, не знакомых с возможностями специализированного горно-геологического программного обеспечения. Различными компаниями предлагаются разнообразные программные решения для геологов, горных инженеров, маркшейдеров и других специалистов, значительно оптимизирующие трудозатраты и время, затрачиваемое специалистами на решение тех или иных задач.

Наиболее известное компьютерное программное обеспечение мировых компаний Datamine, Vulcan, Micromine, GEOVIA Surpac, Minex, Gems и отечествен-

ный разработки, такие как ГЕОМИКС, MineFrame. С их помощью успешно выполняют блочное моделирование сложных геологических объектов, проводят многовариантную оценку запасов месторождений, выполняют оптимизацию и проектирование карьеров и подземных рудников.

Процесс внедрения подобных систем на угольных предприятиях – это комплексный и поэтапный процесс. На начальном этапе выполняется систематизация всех данных месторождения, полученных как из геологических скважин, так и при эксплуатации предприятия.

Вся информация заносится в единую базу данных, которая в дальнейшем может расширяться и актуализироваться. На основании этих данных создается геологическая 3D-модель месторождения (рис. 4, 5).

Одна из особенностей строения угольных месторождений состоит в наличии четких контактов между

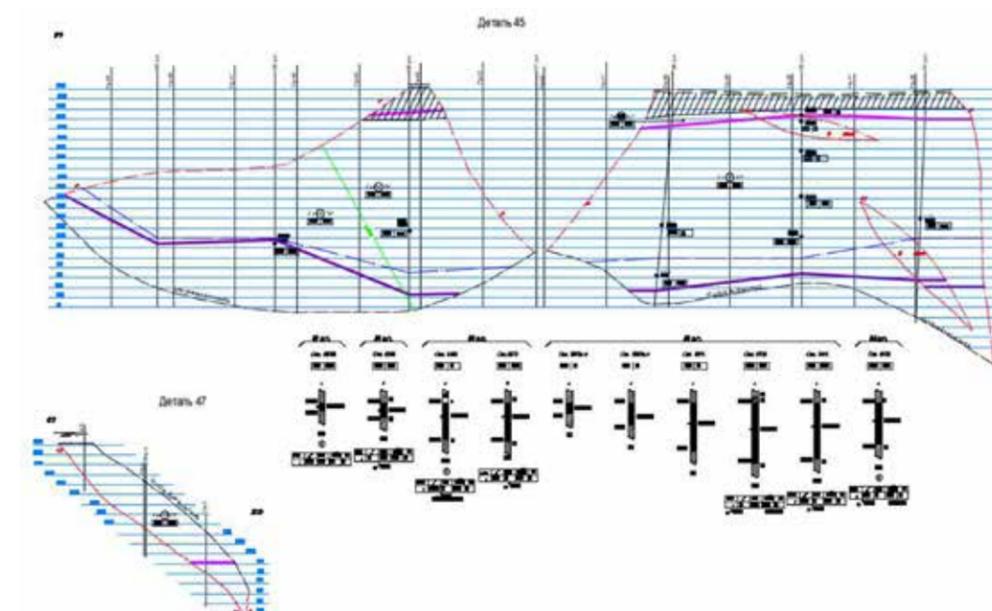


Рисунок 2

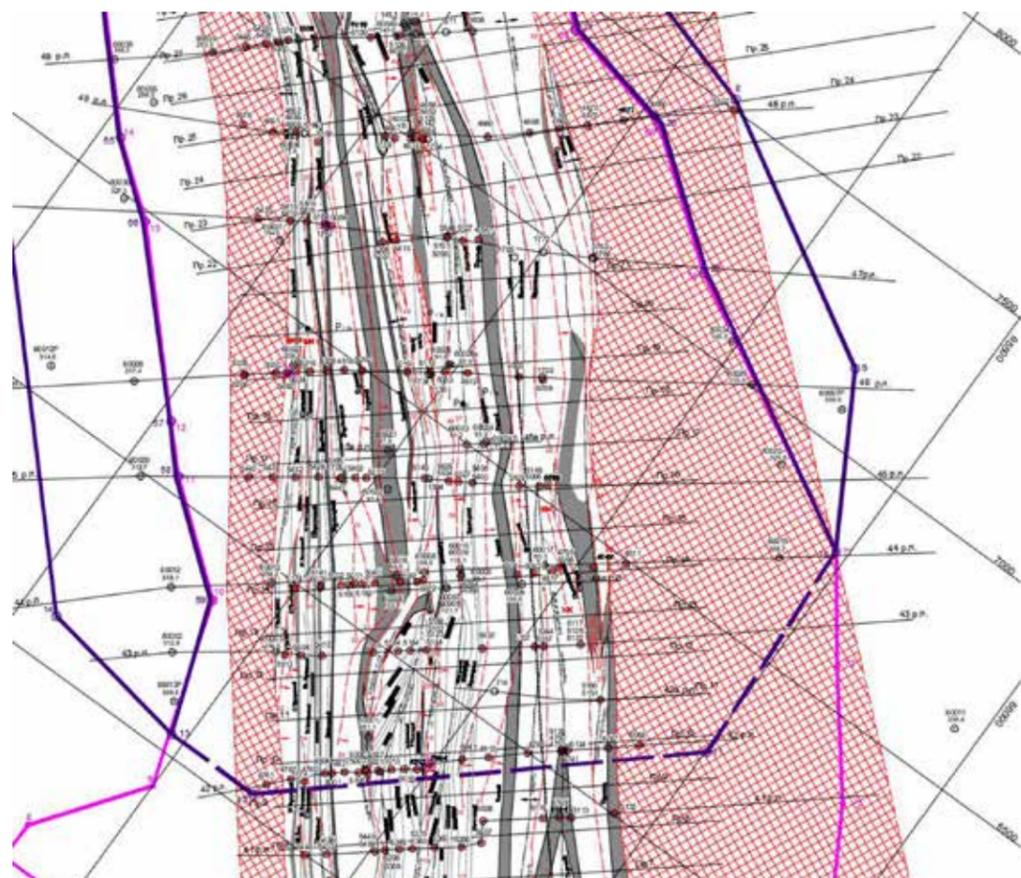


Рисунок 3

угольным пластом и вмещающими породами. Это значительно упрощает решение вопросов проектирования технологии горных работ. Вместе с этим физико-механические и качественные характеристики угля в пределах одного пласта, как правило, не имеют чрезвычайной изменчивости, что позволяет оперировать средними их величинами. Осадочное происхождение месторождений также дает возможность рассматри-

вать толщу вскрышных пород как единый горный массив, обладающий усредненной по мощности горно-геологической информацией, особенно при пологом и горизонтальном залегании залежи. Таким образом, наиболее важными являются данные об изменчивости мощности вскрышных пород и угольных пластов в пределах месторождения, которые можно получить с помощью моделирования.

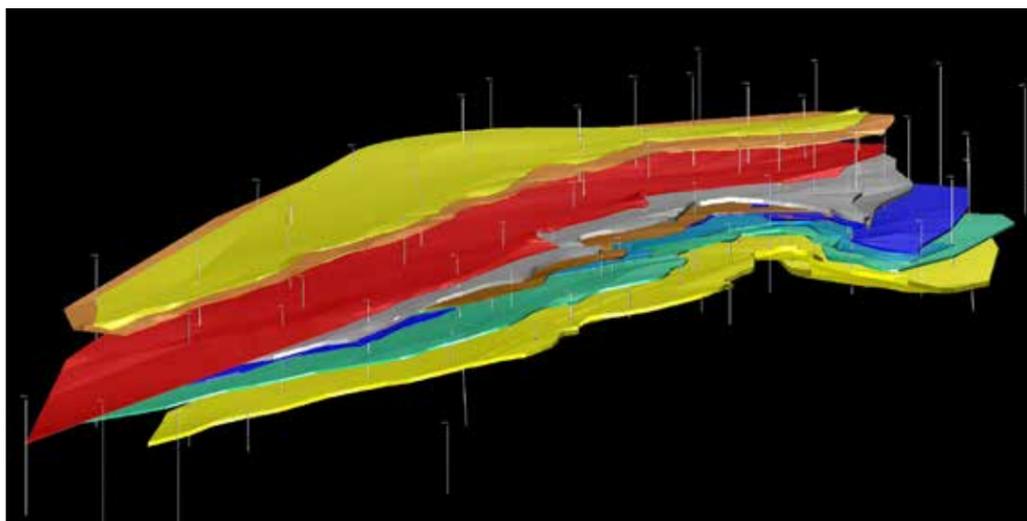


Рисунок 4

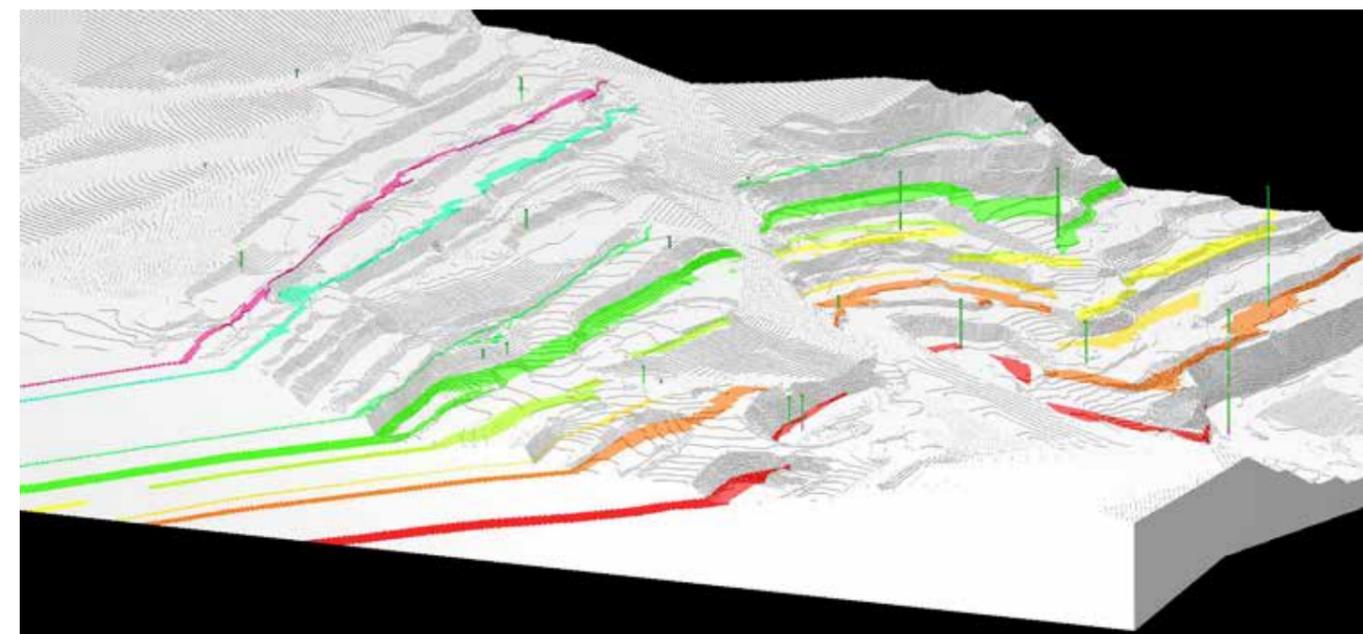


Рисунок 5

Модель включает в себя блочные модели угольных пластов, построенных с учетом нарушений, в дальнейшем она наполняется качественными характеристиками угля.

После создания геологической модели выполняются построение и актуализация трехмерных моделей горных выработок, отстраивается положение горных работ, а также отвалы вскрышных пород. Исходными данными для их построения могут являться результаты съемки, чертежи, выполненные в AutoCAD или растровая графика. Дальнейшая работа по проектированию и актуализации модели может выполняться исключительно в программных комплексах.

Работа в программных комплексах позволяет в достаточной степени обеспечивать адекватность реальным горно-геологическим условиям и требуемую для данной исходной информации погрешность расчетов, с минимальной трудоемкостью подготавливать исходную информацию для ввода, минимизировать вероятность появления случайных ошибок при расчете, а их выявление и устранение не влекут большие затраты труда и времени, обеспечивает возможность корректировать, пополнять и развивать модели по мере поступления новых геологических данных.

ТАКИМ ОБРАЗОМ, МОЖНО ВЫДЕЛИТЬ СЛЕДУЮЩИЕ ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ:

Создание единого геоинформационного пространства

Оно позволяет упростить работу и взаимодействие между всеми службами предприятия. Кроме того, данная модель позволяет выявить участки с недостаточной степенью разведанности. Благодаря возможности внесения новых данных модель месторождения всегда остается актуальной.

Разработка стратегии отработки запасов на основании качественных показателей угля

На основании модели можно принимать оперативные решения, связанные с краткосрочным планированием, а также на основании анализа качественных показателей угля, тектоники, расположения пластов принимать решения о перспективном направлении ведения работ, то есть решать задачи долгосрочного планирования.

Управление качеством выпускаемой продукции за счет создания оптимальной шихты на основе 3D-модели

Созданная модель наглядно показывает распределение качественных показателей, что помогает принимать решения, связанные с распределением нагрузки на добычные забои и решать такую важную задачу, как создание оптимальной шихты.

Таким образом, с использованием программного обеспечения задачи моделирования месторождения полезных ископаемых и подсчета объема горных работ значительно сокращаются сроки выполнения работ в процессе календарного планирования и проектирования, оперативное выполнение многовариантных проработок порядка отработки, исключается вероятность случайной ошибки в процессе вычислений, обусловленной человеческим фактором.

К основным стоп-факторами к внедрению подобных программных комплексов можно отнести высокую стоимость ПО и разработки 3D-геологической модели месторождения, дефицит специалистов, владеющих навыками работы в ПО, длительный процесс обучения специалистов и внедрения ПО (происходит с отрывом от выполнения непосредственных обязанностей).

РЕШЕНИЕ

РЕГИОНАЛЬНОГО СОВЕЩАНИЯ ПО ВОПРОСАМ ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ОБЪЕКТОВ УГОЛЬНОЙ И ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. ПРОБЛЕМЫ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

18-19 апреля 2019 года в г. Красноярске на базе Федерального автономного учреждения «Главное управление государственной экспертизы» (ФАУ «Главгосэкспертиза России») проведено региональное совещание по вопросам проведения государственной экспертизы проектной документации объектов угольной и горнорудной промышленности, проблемам и основным направлениям совершенствования.

Основная цель регионального совещания состояла в освещении основных аспектов и актуальных вопросов в процессе подготовки проектной документации для проведения государственной экспертизы проектной документации по объектам горнодобывающей и горноперерабатывающей промышленности, в том числе обсуждении вопросов, возникающих при проведении государственной экспертизы и организации эффективного взаимодействия участников процесса.

В совещания приняли участие представители государственных органов власти Российской Федерации, представители научных, проектных, изыскательских, специализированных, строительных организаций и недропользователи.

1. В РЕЗУЛЬТАТЕ ОБСУЖДЕНИЯ ДОКЛАДОВ И ОБСУЖДЕНИЙ УЧАСТНИКИ РЕГИОНАЛЬНОГО СОВЕЩАНИЯ ПРЕДЛАГАЮТ:

1.1. Учитывая, что объекты горных работ являются специфическими, а правовое регулирование их обращения осуществляется в соответствии с градостроительным, земельным законодательством и законодательством о недрах, предлагается внесение изменений в действующее законодательство:

- Дополнить часть 3 статьи 70.1 Земельного кодекса Российской Федерации: «Допускается резервирование земель для государственных или муниципальных нужд в отношении земельных участков, необходимых для целей недропользования, на срок до двадцати пяти лет»;

- Внести изменение в Земельный кодекс Российской Федерации в части определения понятия «работы, связанные использованием недрами» и механизма предоставления земельных участков, расположенных за границами горных отводов и непосредственно связанных с использованием недрами;

- Внести в Земельный кодекс Российской Федерации норму о том, что изъятию для государственных и муниципальных нужд подлежат как участки, расположенные в границах горных отводов, так и участки, расположенные согласно проектной документации за границами горных отводов, необходимые недропользователю для размещения вспомогательных объектов (дорог, отвалов, складов, ВЛ и т. п.).



- Дополнить абзац 5 подпункта «б» пункта 10 «Положения о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87: «за исключением проектной документации опасных производственных объектов, на которых ведутся горные работы, в том числе предусматривающей размещения объектов, используемых для размещения и (или) обезвреживания отходов I–V классов опасности».

- При прохождении государственной экологической и государственной экспертиз на законодательном уровне исключить требование об изменении категории земельных участков, используемых для недропользования. После принятия решения о продаже участка недр (лицензии) недропользователю для разработки месторождений полезных

ископаемых в порядке межведомственного взаимодействия: изменять категорию земельных участков сельскохозяйственного назначения (находящихся в собственности субъектов РФ или права на которые не разграничены) на категорию земли промышленности; переводить участки лесного фонда в категорию эксплуатационные леса.

- Часть 1 статьи 48 Градостроительного кодекса Российской Федерации изложить в новой редакции:

«Архитектурно-строительное проектирование осуществляется путем подготовки проектной документации применительно к объектам капитального строительства и их частям, строящимся, реконструируемым в границах принадлежащего застройщику или иному правообладателю (которому при осуществлении бюджетных инвестиций в



объекты капитального строительства государственной (муниципальной) собственности органы государственной власти (государственные органы), Государственная корпорация по атомной энергии "Росатом", Государственная корпорация по космической деятельности "Роскосмос", органы управления государственными внебюджетными фондами или органы местного самоуправления передали в случаях, установленных бюджетным законодательством Российской Федерации, на основании соглашений свои полномочия государственного (муниципального) заказчика земельного участка, а также в случаях подготовки проектной документации применительно к опасным производственным объектам, на которых ведутся горные работы, в границах принадлежащего иным правообладателям (в случае если в отношении земельных участков, необходимых для целей недропользования, принято решение о резервировании земельных участков), а также раздела проектной документации "Смета на капитальный ремонт объекта капитального строительства" при проведении капитального ремонта объекта капитального строительства в случаях, предусмотренных частью 12.2 настоящей статьи».

1.2 Объекты, на которых ведутся горные работы и работы по переработке и обогащению полезных ископаемых, имеют определенную специфику, обусловленную особенностями проектирования, строительства и эксплуатации таких объектов. В процессе строительства и эксплуатации возникает необходимость корректировки проектной документации, получившей положительное заключение государственной экспертизы, в части объектов горного комплекса (строительство новых капитальных горных выработок и горизонтов, изменение отметок заложения горизонтов и т. д.). Заявители при представлении откорректированной проектной документации для проведения повторной государственной экспертизы не представляют результаты инженерных изысканий, мотивируя это тем, что проектирование и строительство объектов горного комплекса ниже поверхности земли осуществляется на основании материалов геолого-разведочных работ, выполненных до глубин 1000, 2000 и более метров, а не результатов инженерных изысканий, предусмотренных ГрК РФ.

С учетом вышеизложенного предлагается внесение изменений в действующее законодательство:

- Дополнить часть 5 статьи 47 Градостроительного кодекса Российской Федерации: «Необходимость выполнения отдельных видов инженерных изысканий для архитектурно-строительного проектирования опасных производственных объектов, на которых ведутся горные работы (объектов горного комплекса, включающих капитальные подземные горные выработки (шахты, рудники)), устанавливается застройщиком в задании на выполнение инженерных изысканий».

1.3 В соответствии со статьей 23.2 Закона Российской Федерации от 21 февраля 1992 г. № 2395-1 «О недрах» порядок подготовки, согласования и утверждения технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых и иной проектной документации на выполнение работ, связанных с использованием участками недр, устанавливается Правительством Российской Федерации по видам полезных ископаемых и видам пользования недрами. Технический проект до утверждения пользователем недр подлежит согласованию с комиссией, создаваемой Роснедрами или его соответствующим территориальным органом. В состав комиссии включаются представители Минприроды России, Роснедр, Ростехнадзора и Росприроднадзора или их территориальных подразделений. Таким образом, цель разработки технических проектов не соответствует цели разработки проектной документации, которая связана со строительством или реконструкцией объектов ведения горных работ, как объектов поверхностного комплекса, так и объектов горного комплекса.

Структура и оформление проектной документации на разработку месторождений полезных ископаемых, установленной Приказом МПР России № 218 от 25.06.2010, отличается от структуры и оформления проектной документации, установленной Постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию». Данное обстоятельство вынуждает недропользователя оформлять проектную документацию в двух вариантах – для Роснедр и для Главгосэкспертизы.

С учетом вышеизложенного предлагается внесение изменений в действующее законодательство:

1.3.1 Внести изменения в ст. 7 Закона Российской Федерации «О недрах»:

«Предварительные границы горного отвода устанавливаются при предоставлении лицензии на пользование недрами. После разработки технического проекта выполнения работ, связанных с использованием недрами, и согласования указанного проекта в соответствии со статьей 23.2 настоящего Закона, получения положительного заключения государственной экспертизы проектной документации, орган государственного горного надзора или в случаях, установленных Правительством Российской Фе-

дерации, орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации (относительно участков недр местного значения) оформляет документы, которые удостоверяют уточненные границы горного отвода (горноотводный акт и графические приложения) и включаются в лицензию в качестве ее неотъемлемой составной части.

1.3.2 В целях совершенствования правового регулирования подготовки проектной документации для строительства или реконструкции объектов горных работ необходимо внесение изменений в Постановление Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87 в части установления особенностей подготовки проектной документации по таким объектам.

1.4 Приказом Ростехнадзора от 21 ноября 2018 г. № 580 утверждены изменения в Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых», утвержденные приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 декабря 2013 г. № 599 (далее – Правила). Указанные изменения в том числе касаются опытно-промышленных испытаний (далее – ОПИ), в отношении которых предусмотрено:

- Правилами предусмотрены ОПИ только для систем разработки, и не учитывают испытание технологии разработки в целом и проходки горных выработок в частности (в том числе специальных способов проходки стволов, применения новых видов крепей и т. д.);

- Правилами не предусмотрена разработка проектной документации на ведение работ по ОПИ (искажена терминология: «рабочий проект», «проект на разработку...»);

- Правилами не предусмотрено и не регламентировано научное сопровождение ОПИ по аналогии с авторским надзором (ведение работ ограничено предварительными заключениями научно-исследовательской проектной организации (института));

- Максимальный срок проведения ОПИ необоснованно установлен 1 год и не подразумевает его расчетного определения.

В связи с вышеизложенным предлагается внесение изменений в редакцию пп. 22, 22.1 Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых», утв. Приказом Ростехнадзора от 11.12.2013 № 599, с увеличением срока проведения опытно-промышленных испытаний новых и усовершенствования существующих технологий разработки месторождений полезных ископаемых и их параметров с одного года до трех лет.

1.5. В целях повышения безопасности ведения горных работ, при отработке месторождений, склонных к горным ударам, внезапным выбросам угля (породы) и газа, при

выявлении категории «опасно» предусматривать преимущественное применение дистанционных технологий приведения горного массива в безопасное состояние перед локальными технологиями, применяемыми непосредственно из забоев горных выработок в присутствии людей.

1.6. Проектной документацией рассчитывается производственная мощность предприятия. В случае отклонения производственной мощности от расчетной при объективных обстоятельствах, связанных с временным изменением рыночной конъюнктуры при согласовании ПРГР в Ростехнадзоре, требуется корректировка проектной документации в части изменения производственной мощности предприятия и календарного плана. Для исключения необходимости корректировки проектно-разрешительной документации предлагается установить на законодательном уровне отклонение производственной мощности горного предприятия, обоснованное проектными решениями.

1.7 Отсутствует обновленная нормативная документация по проектированию горнодобывающих предприятий. Существующие ГОСТы и Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий устарели.

Требуется актуализация нормативной документации для проектирования горнодобывающих предприятий.

Считать необходимым выполнение корректировки действующего СП 91.13330.2012 «Подземные горные выработки. Актуализированная редакция СНиП II-94-80» в части включения в него или уточнения требований:

- к строительству при повышенных тектонических напряжениях;
- к специальным способам строительства;
- к бурению стволов и скважин большого диаметра;
- к крепи вертикальных стволов, отличной от монолитной бетонной крепи, и расчетам ее параметров, в том числе методами математического моделирования, реализованными в современных программных комплексах.

1.8 На текущий момент в нормативно-правовой базе отсутствуют нормативные требования к составу и объему изысканий для объектов ведения горных работ открытым способом (карьеров, разрезов, отвалов вскрышных пород). При разработке новых «Правил обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, угольных разрезов и отвалов» нужно детально проработать вопросы обеспечения геомеханических организаций качественными исходными данными на системном уровне – начиная от геологической разведки и заканчивая дополнительными работами на этапе разработки проектной документации (в том числе геомеханических заключений для проектной документации).

1.9 Объекты поверхностного комплекса ведения горных работ, предприятий по переработке и обогащению полезных ископаемых, как и большинство промышленных объектов, имеют специфику своего конструктивного исполнения, строящегося вокруг технологического обо-

рудования с учетом обеспечения непрерывности и безопасности протекания технологического процесса.

Учитывая особенности проектирования зданий и сооружений промышленных предприятий, современный уровень внедрения автоматизации технологических процессов и, соответственно, ограниченное пребывание работников в основных зданиях и сооружениях предприятий для обеспечения работы технологического оборудования, предлагается внесение следующих изменений в действующее законодательство:

1.9.1. Внести уточнение в пункт 6 статьи 16 Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» в части требований учета аварийной расчетной ситуации при расчетах строительных конструкций при проектировании зданий и сооружений повышенного уровня ответственности производственного назначения;

1.9.2. Внести уточнения в пункт 5.2.6 ГОСТ 27751-2014 в части необходимости обязательного проведения расчета на прогрессирующее обрушение при проектировании зданий и сооружений повышенного уровня ответственности производственного назначения;

1.9.3. Внести изменения в пункт 10.5 ГОСТ 27751-2014 в части уточнения критериев необходимости проведения научно-технического сопровождения;

1.9.4. Внести изменения в пункт 12.7 ГОСТ 27751-2014 в части исключения обязательности разработки специальных технических условий на изготовление и возведение строительных конструкций при проектировании зданий и сооружений повышенного уровня ответственности производственного назначения.

2. В РЕЗУЛЬТАТЕ ОБСУЖДЕНИЯ ДОКЛАДОВ И ОБСУЖДЕНИЙ УЧАСТНИКИ РЕГИОНАЛЬНОГО СОВЕЩАНИЯ РЕШИЛИ:

2.1. Первоочередными задачами в совершенствовании методологии проектирования горнодобывающих предприятий считать:

- создание новых норм технологического проектирования горных предприятий, способствующих применению инновационных технологий для повышения уровня безопасности горного производства и наиболее полной отработки месторождений полезных ископаемых;
- совершенствование методики геодинамического районирования;
- совершенствование нормативных и методических документов по вопросам выбора эффективных схем вскрытия, подготовки, технологии разработки угольных пластов и рудных залежей и предотвращения опасных геодинамических и газодинамических явлений в сложных горно-геологических условиях;



● совершенствование организационно-правовых форм государственного контроля и регулирования процессов подготовки нормативно-методических документов, проектирования и эксплуатации месторождений полезных ископаемых;

● совершенствование методик оценки рисков геодинамических, газодинамических, гидродинамических и сейсмических явлений при отработке месторождений.

2.2. Считать необходимым подготовку нового нормативно-технического документа (Руководство по безопасности) по определению устойчивости бортов, откосов уступов карьеров (разрезов) и отвалов пород, с включением в его состав:

- методик расчета устойчивости бортов, откосов уступов карьеров (разрезов) и отвалов пород, выполняемых для различных сочетаний постоянных, временных и кратковременных нагрузок и воздействий;
- требований к выполнению геодинамического районирования для объектов открытых горных работ и их учету при выполнении расчетов устойчивости;
- требований к объемам и достоверности исходных данных, необходимых для выполнения расчетов устойчивости методами предельного равновесия и методами математического моделирования, реализованными в современных программных комплексах, а также способам их получения;
- требований к выбору нормативных коэффициентов запаса устойчивости с учетом предъявляемых требований по надежности и безопасности для основных и особых сочетаний нагрузок;

● требований к составляемым расчетным моделям при выполнении расчета устойчивости бортов, откосов уступов карьеров (разрезов) и отвалов пород методами предельного равновесия и методами математического моделирования, реализованными в современных программных комплексах.

2.3 Считать необходимым подготовку нового нормативно-технического документа (Руководство по безопасности) по организации проветривания горных выработок рудников, регламентирующего единые требования в части:

- методики расчета количества воздуха для проветривания выработок и рудника в целом;
- методики расчета теплового режима в выработках;
- требований к вентиляционным устройствам и обеспечению устойчивости проветривания;
- требований к дегазации;
- требований к аэрогазовому контролю и др.

2.4. Считать необходимой актуализацию ГОСТ 2.850-75...2.857-775 «Горная графическая документация», в целях установления единых требований к оформлению графической документации на объекты ведения горных работ.

Считать необходимой актуализацию «Инструкции по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости» (изд. ВНИМИ, г. Ленинград, 1971), дополнив ее правилами применения современных методик ведения маркшейдерских работ и

высокоточного деформационного мониторинга, включая ведение наземного и космического радарного мониторинга, лазерного сканирования, спутникового определения координат (GPS, ГЛОНАСС), стереофотограмметрических работ и т. д.

Считать необходимой актуализацию «Методических указаний по наблюдениям за деформациями бортов разрезов и отвалов, интерпретации их результатов и прогнозу устойчивости» (изд. ВНИМИ, Ленинград, 1987), «Методических указаний по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров» (изд. ВНИМИ, Ленинград, 1972). В новых «Методических указаниях...» должны быть учтены все достижения в решении проблемы обеспечения устойчивости бортов и отвалов за последние 20 лет. Для обеспечения сохранности территорий, прилегающих к открытым выработкам, и обоснования параметров высоких устойчивых уступов на предельном контуре на современном этапе система мониторинга за состоянием уступов, бортов карьеров, отвалов должна выполняться с помощью высокоточного измерительного оборудования (GPS, ГЛОНАСС, Leica GeoMos, лазерные сканирующие и наземные радарные системы, дроны и т. д.). Структура новых правил должна соответствовать новым требованиям к составлению нормативных документов.

2.5 Проработать в ФАУ «Главгосэкспертиза России» поставленные вопросы совершенствования законодательства в области землепользования при ведении работ, связанных с использованием недр, с вынесением подготовленных рекомендаций на Совет государственной экспертизы ФАУ «Главгосэкспертиза России».

2.6 С целью приведения в соответствие с положениями пункта 19 «Правил подготовки, рассмотрения и согласования планов и схем развития горных работ по видам полезных ископаемых», утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 6 августа 2015 г. № 814, и пункта 44 «Положения об организации и проведении государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 5 марта 2007 г. № 145, направить в Федеральную службу по экологическому, технологическому и атомному надзору предложение о внесении изменений в пункт 9 «Требований к планам и схемам развития горных работ в части подготовки, содержания и оформления графической части и пояснительной записки с табличными материалами по видам полезных ископаемых, графику рассмотрения планов и схем развития горных работ, решению о согласовании либо отказе в согласовании планов и схем развития горных работ, форме заявления пользователя недр о согласовании планов и схем развития горных работ», утвержденных Приказом

Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 29 сентября 2017 г. № 401, в части исключения необходимости корректировки проектной документации в случаях уменьшения объемов (уровней) добычи полезных ископаемых от предусмотренных в проектной документации на выполнение работ, связанных с использованием участками недр, без внесения изменений в иные решения проектной документации.

Считать необходимой подготовку проекта изменений в «Правила подготовки, рассмотрения и согласования планов и схем развития горных работ по видам полезных ископаемых», утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации от 6 августа 2015 г. № 814, в части исключения необходимости корректировки технического проекта разработки месторождения полезного ископаемого в случаях уменьшения объемов (уровней) добычи полезных ископаемых от предусмотренных в техническом проекте разработки месторождения полезного ископаемого, при отсутствии внесения изменений в иные решения технического проекта разработки месторождения полезного ископаемого.

2.7 Считать необходимым проведение совещаний по вопросам проведения государственной экспертизы проектной документации объектов угольной и горнорудной промышленности на регулярной основе.

3. РЕЗОЛЮЦИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КРУГЛОГО СТОЛА РЕГИОНАЛЬНОГО СОВЕЩАНИЯ

Участники совещания затронули вопросы изменения законодательства, регулирующего проведение государственной экспертизы; рассмотрели примеры развития BIM-моделирования объектов угольной и горнорудной промышленности и иные актуальные вопросы, решение которых будет способствовать эффективному развитию института экспертизы и в целом горнодобывающего комплекса.

Отметить актуальность рассмотренных вопросов, согласиться с предложениями о внесении изменений в нормативно-правовые акты.

Резолюция регионального совещания принята голосованием «За» единогласно.

Участники регионального совещания по вопросам проведения государственной экспертизы проектной документации объектов угольной и горнорудной промышленности, по совершенствованию проектной документации

(Красноярск, 18-19 апреля 2019 года)