

Международная научно-практическая конференция «Инновационные направления в проектировании горнодобывающих предприятий»

г. Санкт – Петербург 12 – 14 мая 2010 года

Научное обеспечение проектирования отработки месторождений полезных ископаемых

ОАО «Уралмеханобр»

зав. лабораторией геотехнологии, А.В. Котенков

младший научный сотрудник, И.Г. Харисов

Краткий реферат:

В докладе отражён современный подход ОАО «Уралмеханобр» к выпуску проектной документации на качественно новом уровне проектирования с использованием современных информационных технологий, использованием научного потенциала в технологических решениях.

Рассказано о нестандартных подходах к проектированию, которые позволяют уже на стадии проектирования получить проработанный по всем критериям качественный продукт с высокой точностью определения технико-экономических показателей отработки месторождения, а так же получить практически готовый раздел проекта, по которому будут вестись горные работы.

Приведён ряд конкретных инновационных научных и проектных разработок специалистов отдела и реализованных на практике при отработке запасов руды на некоторых рудниках.

Ключевые слова: отработка месторождения, инновационные подходы к проектированию, технологический регламент, геомеханическое обоснование, новые варианты систем разработки, схемы отработки запасов, подготовительно-нарезные работы, календарный план, программный комплекс Surpac, снижение затрат, повышение эффективности горного производства.

Современный подход к скорейшему освоению месторождений полезных ископаемых ориентирует проектные организации переходить на качественно новый уровень проектирования с использованием современных информационных технологий,

научного потенциала в технологических решениях и сокращением сроков выпуска проектной документации.

Единые правила безопасности требуют проведения экспертизы промышленной безопасности всей разрабатываемой проектной документации, её согласования в органах Ростехнадзора РФ, а при необходимости внесения каких-либо изменений в проектную документацию

повторной экспертизы и согласования. В связи с этим заказчик проекта предъявляет к проектной документации такие требования, чтобы принятые технологические решения в полной мере сохраняли бы актуальность на всех стадиях отработки запасов месторождения, исключая или значительно снижающих вероятность изменений этих проектных решений при последующей его эксплуатации.

Поэтому, осуществляя проектирование новых, реконструкцию и модернизацию действующих горных производств ОАО «Уралмеханобр» особое внимание уделяет разработке технологических регламентов для проектирования.

Наряду с традиционными подходами к выполнению технологических регламентов специалистами института на многовариантной основе детально прорабатываются принципиально новые технологические идеи и конструктивные решения. Их реализация в проектах на отработку или доработку месторождений полезных ископаемых на практике позволяет максимально исключить корректировку принятых проектных решений и тем самым повысить эффективность работы горных предприятий.

Состав технологических регламентов на отработку месторождений формируется из следующих основных разделов:

- геомеханическое обоснование технологии горных работ
- выбор применяемых систем разработки и их параметров;
- определение порядка и технологических схем выемки запасов;
- обоснование производительности и составление календарных планов выемки запасов.

Рассмотрим наполнение основных разделов более подробно. Первоначально производится геомеханическое обоснование отработки запасов включающее, в том числе, математическое моделирование с помощью специальных программ. Определяется напряжённо-деформированное состояние массивов руды и вмещающих пород по стадиям выемки запасов. На рисунках 1 и 2 приведены примеры расчётов напряжений, возникающих на контурах очистного пространства при выемке запасов по стадиям отработки.

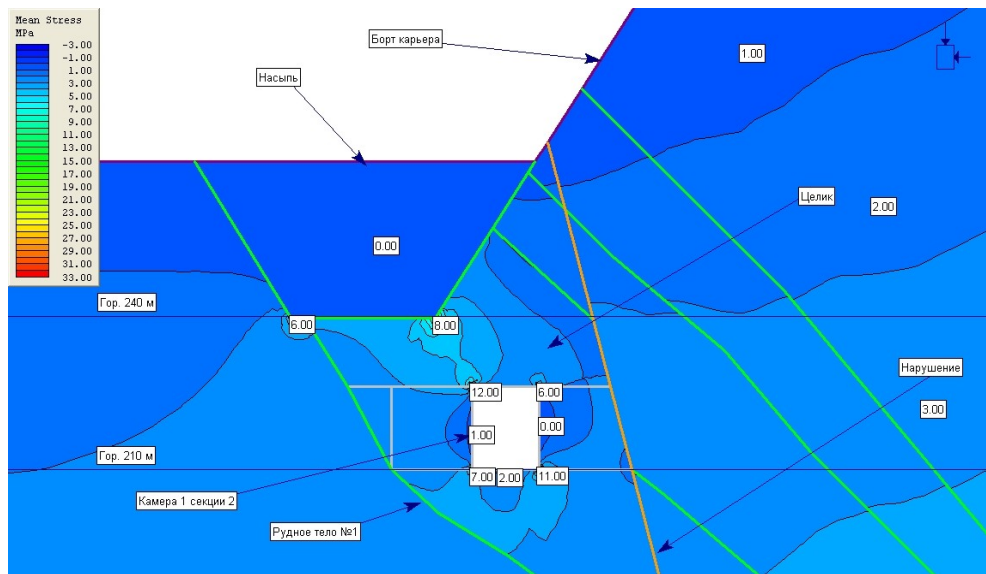


Рисунок 1. Первая стадия выемки руды.

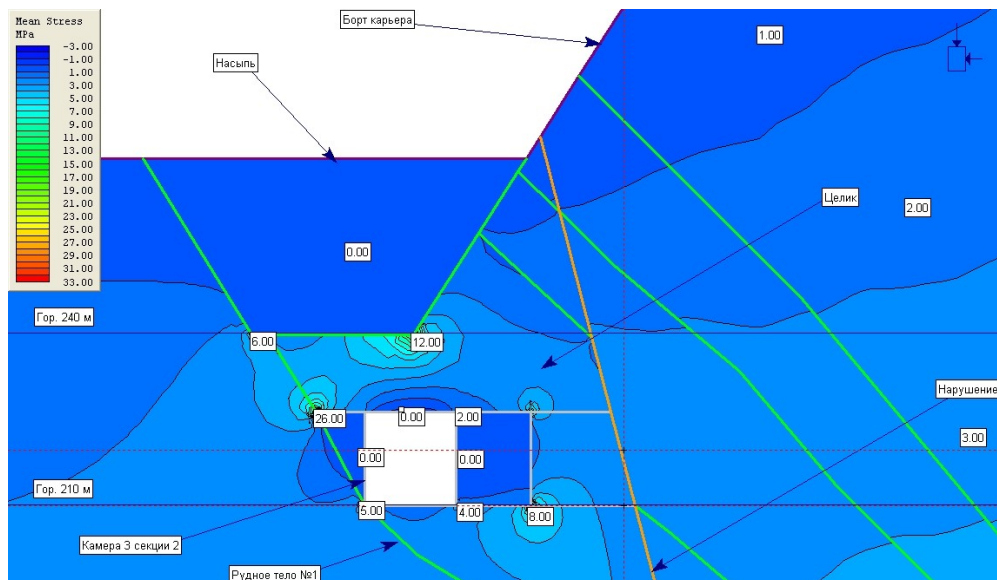


Рисунок 2. Вторая стадия выемки руды.

На основании этого моделирования и расчётов параметров по физико-механическим характеристикам определяются параметры систем разработки, необходимость оставления целиков и их размеров, выбирается порядок отработки запасов, как в плане, так и по вертикали, а так же разрабатываются необходимые мероприятия по обеспечению безопасности ведения горных работ.

На следующем этапе по результатам геомеханических расчётов осуществляется полная раскройка рудных тел на выемочные участки с определением границ конкретных выемочных единиц (камер, блоков и др.) во всех выемочных этажах и подэтажах. Пример такой раскройки приведён на рисунке 3.

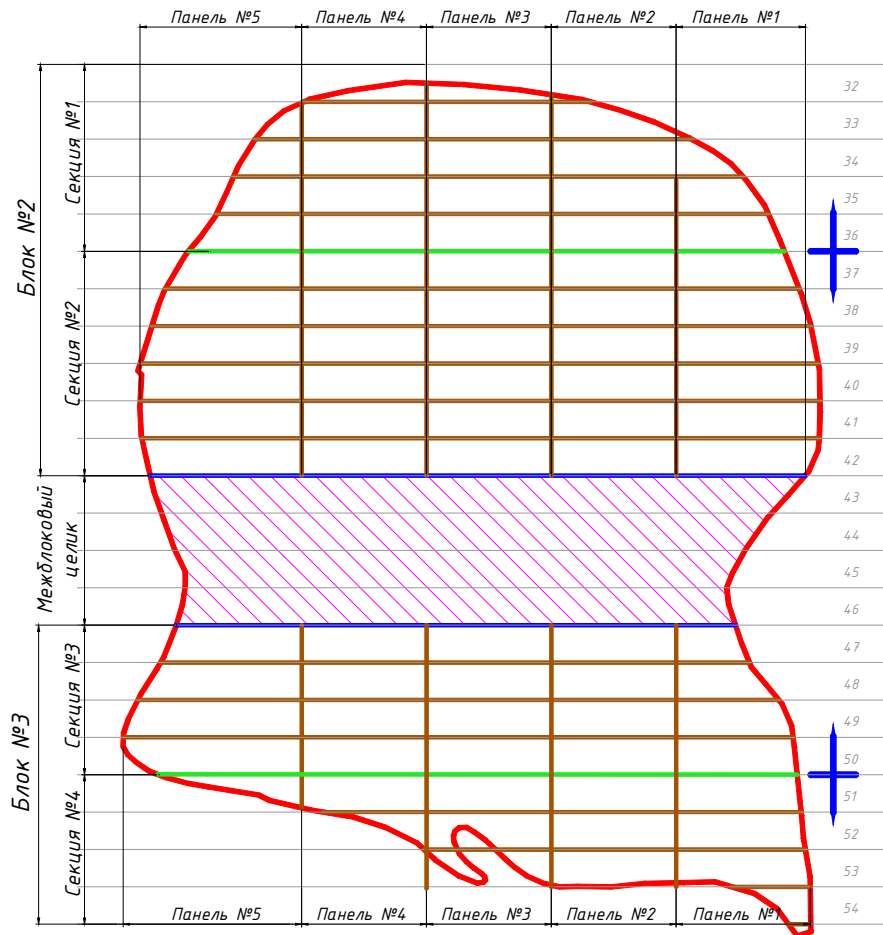


Рисунок 3. Принципиальная схема раскройки запасов подэтажа при сплошном порядке отработки

В последующем отстраиваются разрезы рудного тела по каждой линии выемочных единиц и продольные по участку (секции, блоку и др.) и анализируются условия залегания руды на конкретных участках. По результатам этого анализа отрисовывается полная подготовка запасов к выемке на всех необходимых горизонтах. Пример полной раскройки, подготовки и нарезки конкретного рудного тела приведён на рисунке 4.

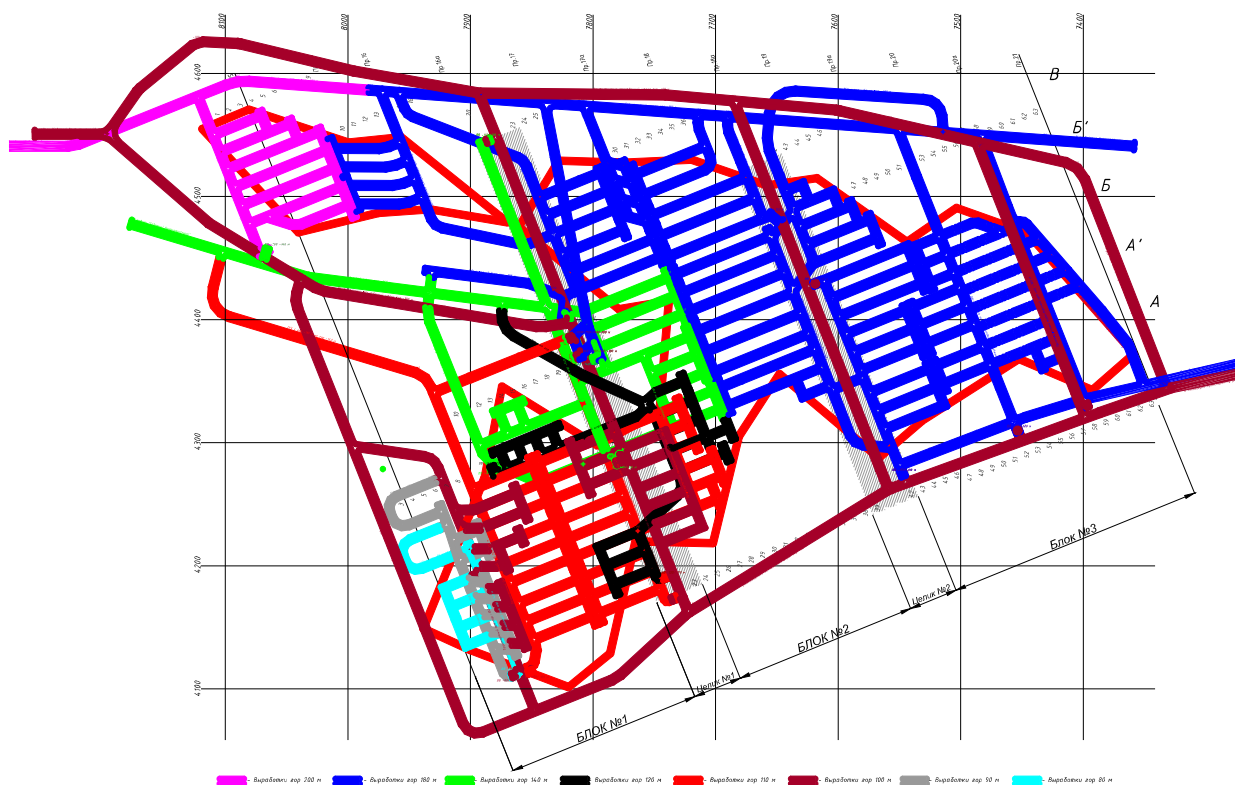


Рисунок 4. Схема подготовительных работ рудной залежи

По схемам подготовки залежей определяются реальные объёмы горно-подготовительных и нарезных работ с разделением на рудную и породную проходку.

Определение производительности залежей по общепринятым методикам (по условиям понижения горных работ и учёта рудных площадей) носит прикидочный характер и не даёт полного представления о возможных объёмах добычи руды, особенно с учётом ограничений накладываемых на порядок выемки запасов с точки зрения горного давления, применения различных схем выемки руды и систем разработки.

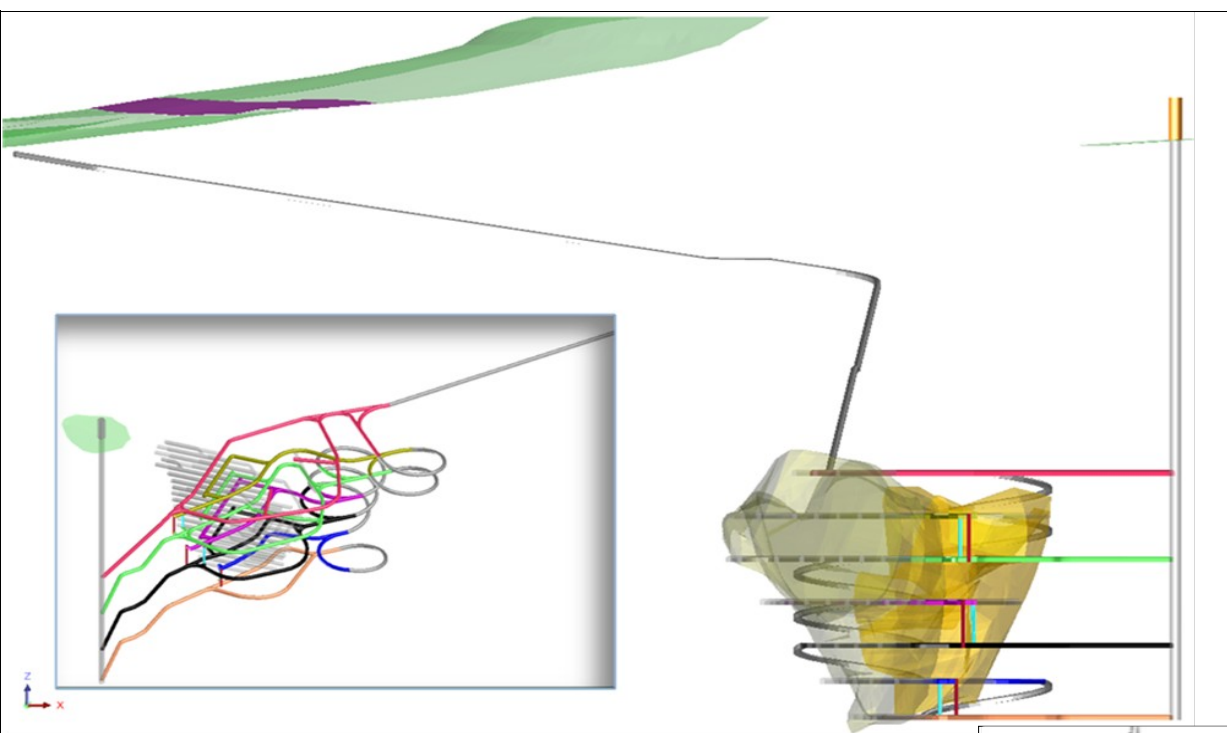
С учётом вышеизложенного определение производительности рудника производится путем составления календарного графика отработки запасов для применяемых систем разработки с набором по конкретным выемочным единицам. Для этого определяются их запасы, намечаются к отработке первоочередные выемочные единицы, а последующие подключаются по мере возможности с учётом принятого порядка отработки запасов. Такой подход помимо высокой точности полученных значений производительности позволяет выделить участки с наиболее характерными условиями залегания рудных тел, а вследствие этого правильно определить средневзвешенные потери и разубоживание руды для рудника в целом, отдельных рудных залежей, этажей, участков и т.д. Пример составления календарного плана добычи руды приведён на рисунке 5.

При проектировании в том числе используется программное обеспечение компании SURPAC MINEX GROUP, предназначенной для создания передового технического программного обеспечения горного производства.

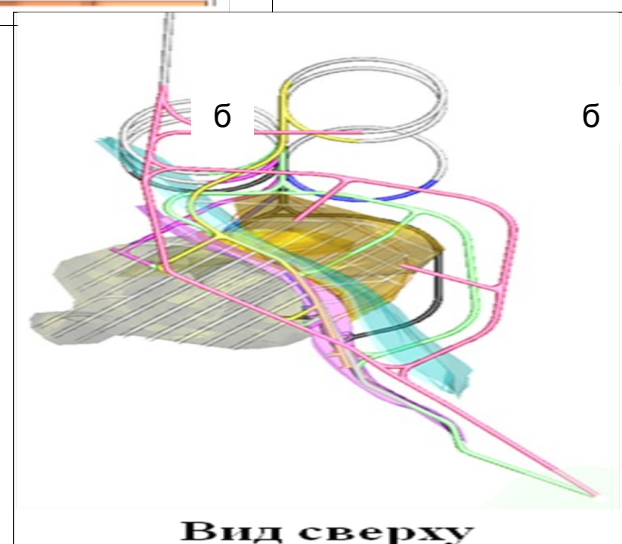
С использованием этой системы очень легко формируются трехмерные модели месторождений с построением рудных тел, горных выработок различного назначения, планов поверхности и т.д.

Построенная модель месторождения позволяет в последующем использовать её для построения разрезов и сечений в любых плоскостях, упростить обработку данных в последующем (на стадиях строительства и отработки), вывести на печать графическую информацию, спроектировать проходческие, буровзрывные работы с подсчётом их параметров и объёмов, а так же спланировать календарь отработки запасов с обеспечением необходимых объёмов и качества добываемой руды.

Технология отработки месторождения в ПО SURPAC была применена для «Озёрного» месторождения (ОАО «Учалинский ГОК») (рисунок 6).



а
Рисунок
6. Разработка и
создание 3-х
мерной модели
месторождения
«Озёрное»



Вид сверху

- а) Схема вскрытия месторождения – пространственное расположение;
- б) Вид сверху.

Предложенный подход к составлению технологических регламентов позволяет уже на стадии проектирования получить проработанный по всем критериям качественный продукт с высокой точностью определения технико-экономических показателей отработки месторождения, а так же получить практически готовый раздел проекта, по которому будут вестись горные работы.

Отделом горной науки ОАО «Уралмеханобр» на всех стадиях внедрения проектных решений при отработки месторождений осуществляется комплексное научно-методическое сопровождение горных работ, включающее геомеханическое обеспечение разработки месторождений, обоснование параметров выемки руд, корректировку технологических процессов отбойки, выпуска и транспортировки горной массы и производства закладочных работ в конкретных условиях действующих предприятий.

Постоянно ведётся разработка и внедрение принципиально новых вариантов систем разработки и схем отработки запасов с адаптацией к существующим условиям, в том числе и при отработке в сложных горно-геологических и горнотехнических условиях.

Приведем ряд конкретных инновационных научных и проектных разработок специалистов отдела и реализованных при отработке запасов руды на некоторых рудниках:

- 1.) Технология отработки прибортовых запасов руды с сохранением их устойчивости бортов карьера (Сибайский рудник).
- 2.) Способ отработки разделительного целика в дне Учалинского карьера между открытыми и подземными работами в условиях одновременного ведения работ в карьере без разноса его бортов (Учалинский рудник).
- 3.) Технология отработки запасов месторождений в сложных горнотехнических условиях. Такими примерами могут служить изыскание возможности и обоснование технологии отработки запасов на участках месторождений, где невозможно применение разработанных ранее проектных решений. Примерами отработки таких участков могут служить отработка опытного блока на Гайском подземном руднике, а так же отработка запасов Северной выклинки Учалинского месторождения в отметках горизонтов 300 – 340 м.
- 4.) Технологиях отработки запасов месторождений в восходящем порядке. При отработке «Озёрного» месторождения (ОАО Учалинский ГОК) планируется использовать систему разработки с камерной выемкой руды в восходящем порядке. Данная технология

помимо снижения объёмов подготовительно-нарезных работ и упрощения организации производства горных работ позволяет существенно (более чем на 50%) сократить затраты на закладочные работы. Схема отработки камерных запасов в восходящем порядке представлена на рисунке 7.

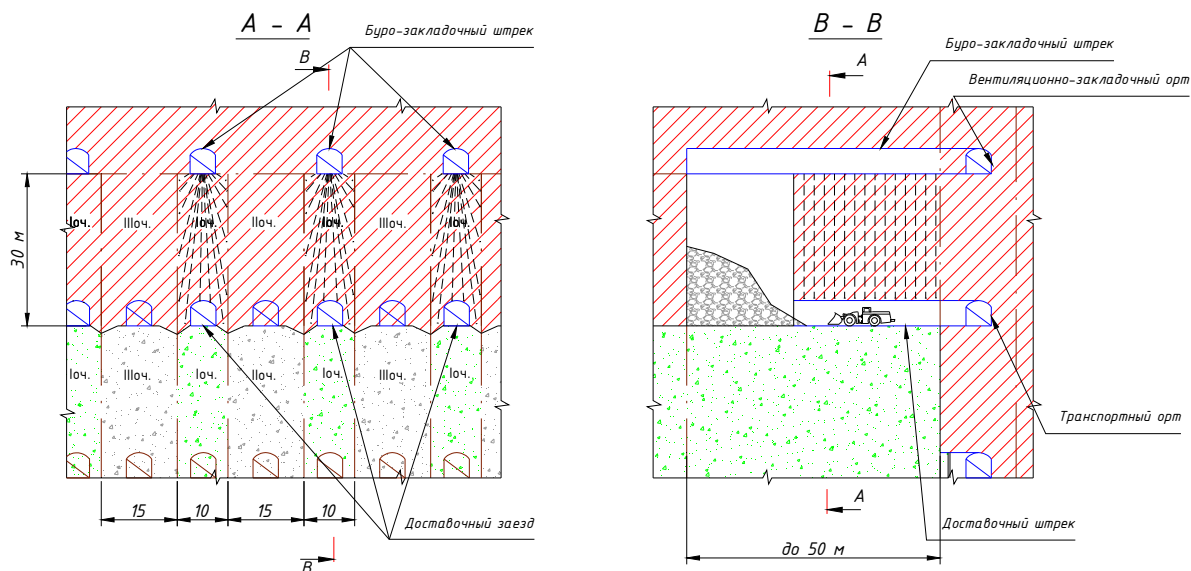


Рисунок 7. Схема отработки камерных запасов в восходящем порядке.

5.) В последнее время на горных предприятиях произошло значительное увеличение глубины горных работ. Вновь проектируемые месторождения, особенно на Урале, находятся так же на очень значительных глубинах. Как известно, в таких условиях горное давление начинает накладывать очень значительные ограничения на параметры и технологию отработки запасов. Приходится увеличивать геометрические размеры целиков, уменьшать размеры выемочных единиц или переходить на сплошной порядок выемки запасов в этаже (подэтаже). При этом значительно сокращается производительность системы разработки. Для таких условий специалистами отдела горной науки была разработана и предложена к проектированию для глубоких горизонтов Гайского подземного рудника (ОАО «Гайский ГОК») так называемая «шахматная» схема отработки камерных запасов руды в подэтажах. Отработка запасов осуществляется блоками, состоящими из 4-х выемочных камер, днища которых находятся на разных уровнях (подэтажах). При реализации данной схемы в некоторой степени усложняется организация ведения горных работ, но при этом удастся снизить давление, действующее в элементах системы разработки на всех стадиях отработки блока, параметры выемочных камер остаются довольно значительными (высота 55 метров, ширина 20 метров), сохраняется камерно-целиковый порядок выемки запасов в блоке, что обеспечивает

необходимую производительность системы разработки, а так же появляется возможность сокращения затрат на закладочные работы за счет частичного применения бесцементной закладки.

Схема камерной системы разработки с закладкой выработанного пространства в «шахматном» порядке представлена на рисунке 8.

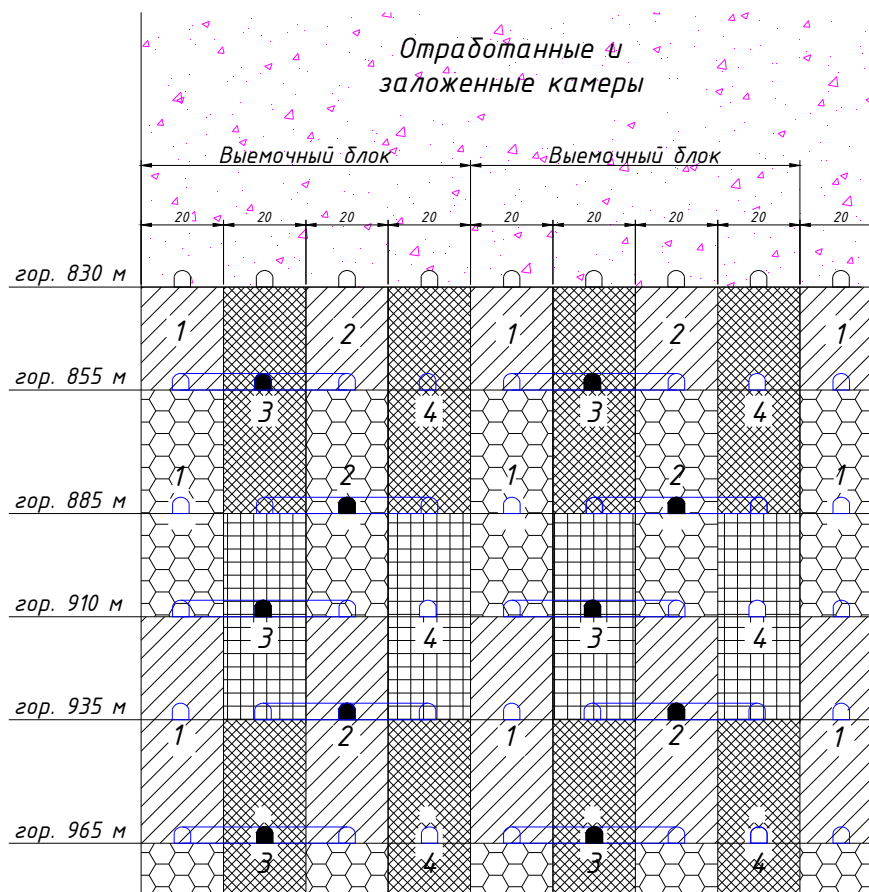


Рисунок 8. Схема отработки камерных запасов руды с закладкой выработанного пространства в «шахматном» порядке.

Для ОАО «Учалинский ГОК» отделом горной науки института выполнен ряд научных работ направленных на повышение эффективности горного производства.

- Разработана, опробована и внедрена схема образования отрезной щели в камерах высотой до 15 – 20 метров без проведения отрезного восстающего. Это позволило значительно снизить стоимость и время проведения ПНР в камерах, что очень важно при сплошном порядке выемки, применяемом на рудниках УГОК при выемке запасов руды.
- Дальнейшим шагом был полный отказ от проведения подводящих выработок к камере на вентиляционно-закладочном горизонте. Для этого была разработана, рассчитана, внедрена и согласована в органах Ростехнадзора схема проветривания очистного пространства камеры через вентиляционные скважины.

- Одним из важнейших факторов при организации работ является интенсивность отработки запасов внутри ограниченного по размерам участка рудного тела. Особенно остро данная проблема возникает при выбывании рудных площадей по мере выемки руды в рудных телах. Специалистами института была разработана технология, позволяющая повысить интенсивность отработки руды в горизонтально залегающих рудных телах системами разработки с твердеющей закладкой выработанного пространства на 38%. Помимо прочего снижаются расходы на закладочные работы на 29% за счёт частичного применения породной бесцементной закладки. Данная технология отработки запасов будет внедряться в 2010-2011 годах при отработке запасов Верхнего яруса Узельгинского месторождения.

В заключении хотелось бы отметить. Использование научного потенциала в разработках технологических регламентов для проектирования отработки месторождений полезных ископаемых позволяет научно обосновать технологические решения, используемые в ТЭО и проектах. Инновационный подход, применяемый при составлении технологических регламентов, и решении конкретных задач по отработке тех или иных участков месторождений, позволяет в значительной степени повысить качество и достоверность выпускаемой проектной документации, а так же увеличить эффективность отработки месторождений, в том числе за счёт снижения затрат и вовлечения в добычу дополнительных объёмов руды.

Котенков Алексей Владимирович,

Горный инженер,

Заведующий лабораторией геотехнологии ОАО «Уралмеханобр»,

Екатеринбург, ул. Хохрякова, 87

Телефон (факс), (343) 344-27-42 (доб. 2141)

e-mail: gpgr@umbr.ru

Харисов Ильдар Газинурович,

Горный инженер,

Младший научный сотрудник лаборатории геотехнологии ОАО «Уралмеханобр»,

Екатеринбург, ул. Хохрякова, 87

Телефон (факс), (343) 344-27-42 (доб. 2141)

e-mail: gpgr@umbr.ru

ОТЗЫВ

На статью А.В. Котенкова и И.Г. Харисова:

Научное обеспечение проектирования отработки месторождений полезных ископаемых

Современный подход к скорейшему освоению месторождений полезных ископаемых ориентирует проектные организации переходить на качественно новый уровень проектирования с использованием современных информационных технологий, научного потенциала в технологических решениях и сокращением сроков выпуска проектной документации. Осуществляя проектирование новых, реконструкцию и модернизацию действующих горных производств ОАО «Уралмеханобр» наряду с традиционными подходами к выполнению технологических регламентов специалистами института на многовариантной основе детально прорабатываются принципиально новые технологические идеи и конструктивные решения. Их реализация в проектах на отработку или доработку месторождений полезных ископаемых на практике позволяет максимально исключить корректировку принятых проектных решений и тем самым повысить эффективность работы горных предприятий.

Авторами статьи постоянно ведётся разработка и внедрение принципиально новых вариантов систем разработки и схем отработки запасов с адаптацией к существующим условиям, в том числе и при отработке в сложных горно-геологических и горнотехнических условиях.

Такой инновационный подход, применяемый при составлении технологических регламентов, и решении конкретных задач по отработке тех или иных участков месторождений, позволяет в значительной степени повысить качество и достоверность выпускаемой проектной документации, а так же увеличить эффективность отработки месторождений, в том числе за счёт снижения затрат и вовлечения в добычу дополнительных объёмов руды.

Статья достойна публикации в «Записках Горного Института».

Профессор, доктор технических наук
Уральский Горно-Геологический Университет

О.В. Славиковский