© П.И. Тарасов, В.О. Фурин,
А.Г. Ворошилов,
А.В. Глебов, 2006

УДК 622.684.629.114

П.И. Тарасов, В.О. Фурин, А.Г. Ворошилов,
А.В. Глебов

НЕОБХОДИМОСТЬ СОЗДАНИЯ НОВЫХ УГЛУБОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ КИМБЕРЛИТОВЫХ КАРЬЕРОВ ЯКУТИИ

Семинар № 12

На горнодобывающих предприятиях с открытым способом разработки особая роль принадлежит карьерному транспорту. Он не только наиболее сложное и трудоемкое звено технологического процесса разработки месторождений полезных ископаемых, но в значительной степени определяет условия и показатели работы других звеньев и предприятия в целом.

По мере развития техники и технологии горных работ, увеличения глубины карьеров, ужесточения экономических требований на первый план выдвигаются комплексные проблемы развития открытых горных разработок, к числу которых следует отнести такую проблему, как соответствие параметров горных и транспортных машин конкретным горнотехническим условиям разработки месторождений.

К числу научных задач и инженерных решений проблемы транспорта глубоких карьеров относится установление эффективных по энергетическим, экологическим и экономическим показателям областей применения основных видов карьерного транспорта в различных горнотехнических условиях.

Среди задач производителей горного оборудования – создание надежных, технически новых машин, отвечающих требованиям конкретных условий эксплуатации.

В настоящее время глубина существующих и проектируемых карьеров варьируется в значительных пределах. Для решения задач выбора транспортного оборудования для карьеров различной глубины, а также на различных стадиях отработки специалистами ИГД УрО РАН предлагается систематизация карьеров, включающая классификацию по глубине и по типам применяемого транспортного оборудования (рис. 1) [1].

Эффективность открытого способа разработки возрастает при интенсивной углубке рабочей зоны и при минимальном разносе бортов карьера. Становится целесообразным вовлечение в сферу открытой разработки месторождений, залегающих на глубине 600 и более метров. Не менее важной задачей является продление срока службы карьеров достигших своей проектной глубины, а также переход от открытого способа разработки к подземному без остановки добычных работ и существенной потери мощности обогатительных фабрик.

Перечисленные задачи актуальны для кимберлитовых карьеров Якутии. По данным института «Якутнипроалмаз» горные работы на карьерах ведутся на глубине от 30 до 500 м при средневзвешенной глубине их ведения в 176 м. К 2010 г. открытые горные работы достигнут глубины 600 м и, вероятно, будут продолжены до глубины 700-760 м [2]

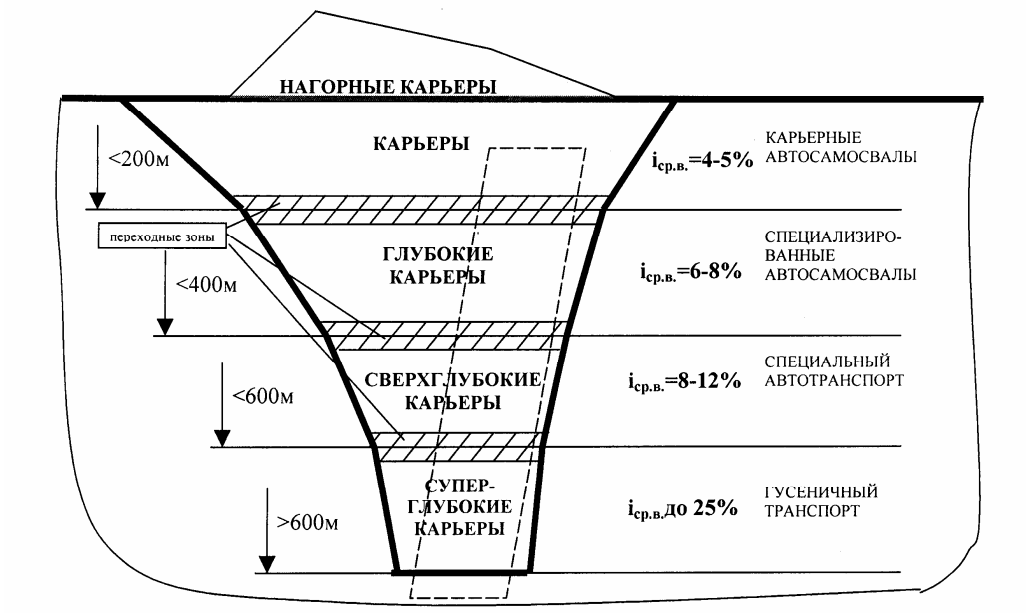


Рис. 1. Систематизация карьеров с применением автомобильного и гусеничного транспорта по горнотехническим условиям эксплуатации

Переход на подземный способ добычи алмазов требует серьезных затрат на строительство шахтных комплексов. Такие затраты могут частично перекрываться за счет продолжения открытых горных работ на карьерах, где целесообразна доработка запасов полезного ископаемого на участках, не вошедших в проектный контур карьера, а также на карьерах, где достигнутая проектная глубина может быть пересмотрена из-за применения новых технологических решений и использования нетрадиционных схем погрузочно-транспортного оборудования.

Основные факторы, характеризующие условия ведения работ на сверхглубоких, суперглубоких карьерах, в зоне интенсивной углубки:

- ограниченная ширина и крутые уклоны транспортных магистралей – до 25 %;
- отсутствие специального дорожного покрытия;
- стесненность и обводненность рабочей зоны, близость к взрывным работам;
- увеличение прочностных показателей пород по глубине залегания;
- недостаточная эффективность мер по проветриванию и вентиляции, и как следствие, сильная загазованность рабочей зоны.

На алмазодобывающих карьерах Якутии к общим влияющим факторам добавляется ряд уникальных особенностей:

- отдаленность района месторождений от промышленно-развитых регионов;
- жесткие климатические условия при перепаде температур от +35 до - 41,6 °С (карьер «Удачный»);
- слабая несущая способность основания автодорог из-за сезонного оттаивания многолетней мерзлоты;
- отсутствие ветра в безоблачную морозную погоду.

Из анализа технических параметров существующего горного оборудования

следует, что среди погрузочного оборудования ряд моделей подходит для данных условий эксплуатации. Отечественные гидравлические экскаваторы способны при перегоне преодолевать уклоны до 36 % (20º), зарубежные (по данным рекламных проспектов) – 70 % (35º).

Автосамосвалы грузоподъемностью 40-55 т основных мировых производителей могут преодолевать уклоны до 12 %. Преодоление более крутых уклонов технически возможно лишь на коротких участках, т.к. с увеличением затяжного подъема работа двигателя и трансмиссии на предельных режимах ведет к снижению надежности и выходу из строя узлов машины, повышается износ шин, возрастает расход топлива. При этом скорость транспортирования падает, а эксплуатационные затраты растут. Из-за снижения устойчивости, ухудшения видимости, невозможности движения на уклонах задним ходом остро встают вопросы безопасности.

Несмотря на это, увеличение уклона дорог на некоторых карьерах не только снижает объемы горно-капитальных работ и расстояние транспортирования, но и влияет на объемы добываемой руды.

Как показали исследования института «Якутнипроалмаз», при существующих контурах верхних горизонтов и принятых углах откоса уступов карьера за счет увеличения продольного уклона транспортной бермы на карьере «Удачный» можно значительно увеличить объем добываемой руды. Увеличение уклона сокращает длину транспортной бермы, в результате чего увеличивается вскрываемая площадь рудного тела на конечной глубине карьера. Реализация такого способа при проектной глубине карьера может обеспечить почти полугодовую работу обогатительной фабрики [3].

Так как транспортировка горной массы автомобильным транспортом на крутых уклонах при ограниченной ширине съезда и отсутствии специального дорожного покрытия затруднена, а в некоторых случаях становится технически невозможной, то для эффективной работы в указанных условиях возникает необходимость создания принципиально нового типа карьерного транспорта – самосвала на гусеничном ходу с кузовом на поворотной платформе.

Основные преимущества гусеничного движителя перед колесным позволят гусеничному самосвалу успешно производить транспортировку горной массы с места выемки до перегрузочных пунктов или складов. А именно:

- высокие тяговые возможности гусеничного движителя смогут обеспечить преодоление крутых уклонов на номинальных режимах работы двигателя и трансмиссии на сравнительно высоких скоростях движения;
- проходимость и приспособляемость гусеничного самосвала к неровностям пути способны исключить затраты на подготовку и специальное покрытие дорог;
- характерная для машины на гусеничном ходу маневренность позволит с минимальными потерями времени подъезжать под погрузку и разгружаться;
- сравнительно низкое удельное давление на грунт вероятно обеспечит более безопасное перемещение по узким транспортным магистралям.

Наряду с основными функциями гусеничный самосвал сможет выполнять вспомогательные операции, такие как буксировка оборудования, эвакуация застрявших машин, доставка людей к месту работы и т.д.

Важным техническим решением в карьерном гусеничном самосвале должна стать полноповоротная платформа с установленным на ней кузовом. Такая конструкция позволит:

- устанавливать кузов под погрузку с минимальными потерями времени на маневрирование;
- исключить движение задним ходом;
- отказаться от традиционных схем подъезда под погрузку и исключить объемы работ на подготовку площадки для разворота;

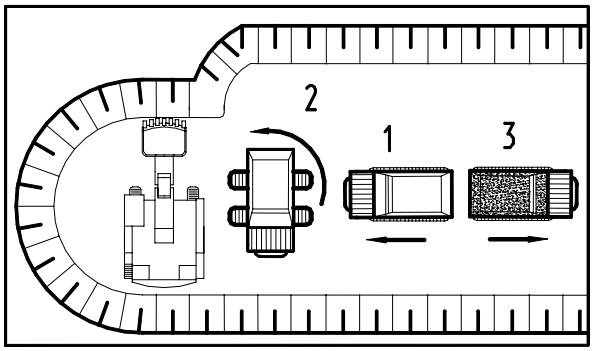


Рис. 2. Отработка тупиковой заходки с использованием гусеничного самосвала: 1 - подъезд в зону погрузки кабиной вперед; 2 - разворот кузова под погрузку; 3 - выезд из траншеи кабиной вперед

- исключить разворот машины, и, как следствие, сократить потери энергии и износ элементов ходовой части (рис. 2)

В настоящее время выпуском самосвалов на гусеничном ходу с полноповоротной платформой занимаются 2 фирмы: Hitachi Construction Machinery Co Ltd. и Komatsu Mining System. Машины этих производителей имеют грузоподъемность от 2 до 11 т, резиново-металлические гусеничные ленты и предназначены для транспортировки грузов и строительных материалов по слабым неподготовленным грунтам.

В мировой практике ведения открытых горных работ опыта использования гусеничной техники в качестве карьерного транспорта нет.

Необходимо отметить, что гусеничный транспорт грузоподъемностью 30-50 т должен рассматриваться как часть транспортного комплекса карьера применительно к зоне интенсивной углубки (рис. 3). Возможно, эксплуатационные затраты, такие как расход топлива, ремонты, материалы, будут выше, чем при использовании общепринятых видов транспорта. Однако эффективность применения новых машин может быть оценена только после сравнения эксплуатационных затрат с прибылью, получаемой от сокращения объемов горно-капитальных работ и от доработки запасов полезных ископаемых.

Сокращение объемов горно-капитальных работ с применением нового углубочного комплекса можно проследить через зависимость суммарного объема карьера от усредненного угла откоса рабочих и нерабочих бортов карьера, которая выражается известной формулой:

$$V_к = SH_к + \frac{1}{2} PH_к^2 ctg\gamma_{ср} + \frac{\pi}{3} H_к^3 ctg^2\gamma_{ср},$$

где S – площадь дна карьера, м^2; $H_к$ – глубина карьера, м; P – периметр залежи (дна карьера), м; $\gamma_{ср}$ – усреднённый угол откоса рабочих и нерабочих бортов карьера, град.

Формула определения объёма карьера чётко отражает зависимость от рабочего γ_2 и нерабочего (конечного) γ_3 углов откоса борта карьера (рис. 5), причём эта зависимость носит геометрический характер. Значение этих углов в свою очередь определяется: шириной и количеством рабочих и нерабочих площадок, высотой и углом откоса уступа (рабочего и нерабочего), количеством и шириной транспортных площадок, количеством и шириной предохранительных берм.

2. Положение борта карьера при отработке с применением углубочного комплекса.

Применение углубочного комплекса способно повлиять в сторону увеличения угла откоса как рабочего γ_2 , так и результирующего нерабочего γ_3 . За счёт повышенного уклона появляется возможность сокращения количества транспортных площадок и их ширины, так как гусеничный ход требует меньшей ширины дорожного полотна, а также меньших радиусов поворота.

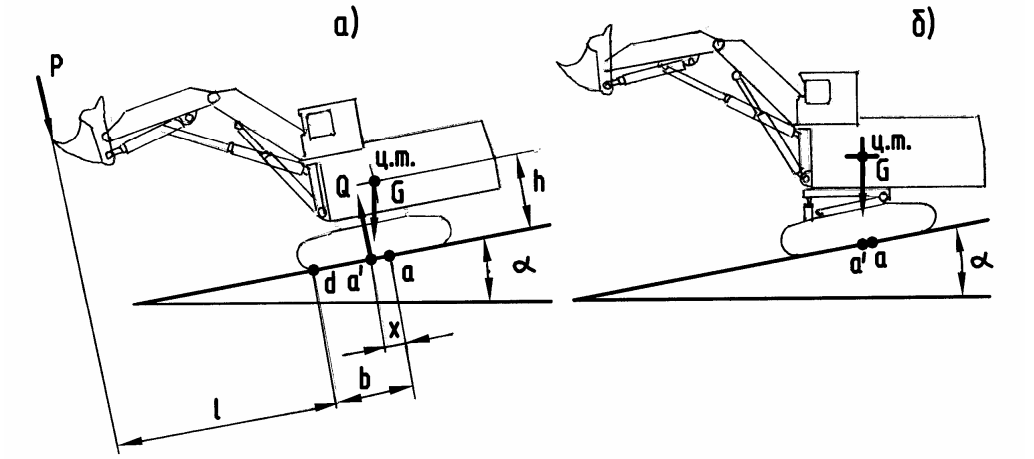


Рис. 3. а) – схема сил при работе экскаватора на уклоне; б) – экскаватор с поворотной платформой перемещающейся относительно рамы в вертикальной плоскости

Уменьшится ширина рабочих площадок, которые, как правило, в конце отработки при стеснённых условиях работы держатся минимально допустимыми. В случае применения углубочного комплекса мы находим дополнительный резерв к уменьшению их ширины за счёт применения на них полноповоротной платформы, исключающей необходимость выполнения манёвра разворота.

При проходке разрезной траншеи это преимущество позволяет сократить ширину её основания.

Одним из недостатков, с точки зрения увеличения углов откосов бортов карьера, а следовательно и сокращения объёма, является сооружение площадки перегрузки на автомобильный транспорт, что обуславливает необходимость оставления предохранительного целика. Но учитывая то, что работа углубочного комплекса планируется в нижней зоне карьера, при-

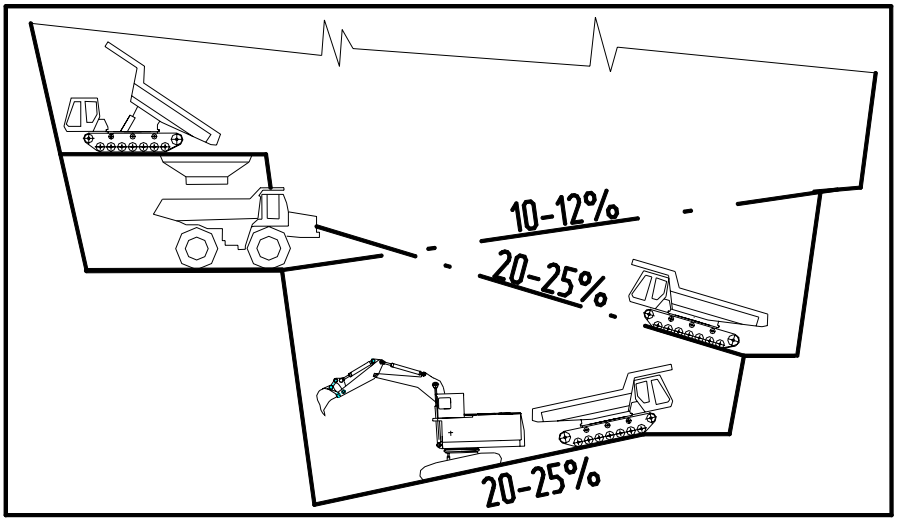


Рис .4. Отработка зоны интенсивной углубки с использованием углубочного комплекса

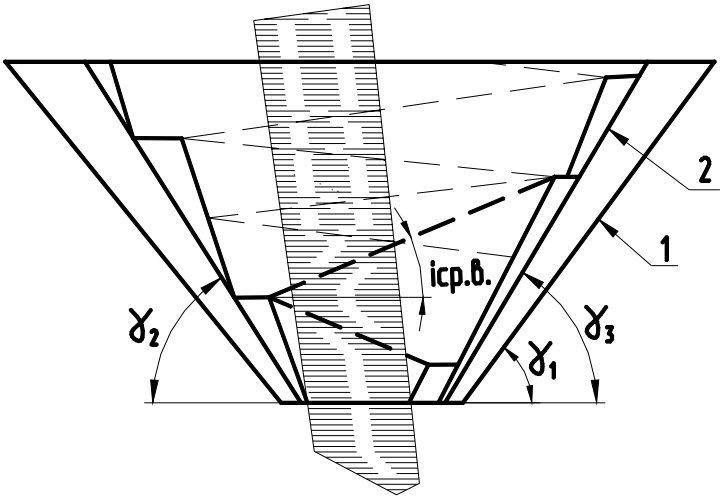


Рис. 5. 1 – положение борта карьера при отработке автомобильным транспортом; 2 – положение борта карьера при отработке с применением углубочного комплекса

чём на подходе к конечному контуру (а возможно и за ним), то за счёт специальных мероприятий таких как сдваивание либо страивание нерабочих уступов, искусственного их закрепления, вполне возможно разместить площадку, удовлетворяющую размерам перегрузочной. Учитывая относительно небольшой период работы с применением углубочных комплексов, временное закрепление вышележащих уступов не представляется опасным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Тарасов П.И.* Перспективы применения комбинированных энергосиловых установок на карьерных автосамосвалах//Геотехнологические проблемы комплексного освоения недр.- Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2004.

2. *Акишев А.Н., Бахтин В.А., Бондаренко Е.В., Бабаскин С.Л.* Управление развитием рабочей зоны кимберлитовых карьеров//Горная промышленность, 2004, №1. С. 53-58.

3. *Еремеев В.И., Забелин В.В.* Влияние продольного уклона дороги карьера «Удачный» на конечный объем добываемой руды//Алмаз, 2004.

Коротко об авторах

Тарасов П.И., Фурин В.О., Ворошилов А.Г., Глебов А.В. – Институт горного дела Уральского отделения Российской Академии наук (ИГД УрО РАН), ОАО «ОМЗ Горное оборудование и технологии».

© В.П. Сафронов, Г.А. Токарев, 2006

УДК 338:622

В.П. Сафронов, Г.А. Токарев

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕРУДНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Семинар № 12

С ростом объемов городского строительства и увеличением протяженности дорог связано увеличение спроса на строительные материалы. Все большие требования предъявляются к их качеству. Вводятся в эксплуатацию новые месторождения нерудных полезных ископаемых для нужд стройиндустрии, вновь открываются брошенные карьеры. Встает задача определения перспективности разработки того или иного месторождения.

В последнее время появилось значительное количество публикаций, касающихся оценки месторождений полезных ископаемых. Все они посвящены способам оценки месторождений с заданной технологией их освоения. Авторы публикаций признают тот факт, что для определения экономической эффективности проекта оценки месторождений необходим глубокий анализ проекта, который возможен только при детальном технико-экономическом обосновании. Составление ТЭО требует рассмотрения большого числа возможных вариантов разработки месторождения и получения продукции. Предлагается осуществлять оценку месторождения по эффективному использованию недр для производства экономически выгодной продукции. В конечном результате этот процесс будет автоматизирован и для составления ТЭО потребуется значительно меньше времени.

Работа выполнена на примере освоения месторождений нерудных полезных ископаемых открытым способом.

Предлагаемая в работе методика оценки месторождений заключается в следующем. На первом этапе оценки формируется потенциально возможный ассортимент продукции горного предприятия. Ассортимент основывается на возможности получения стандартизованных видов продукции с учетом требований ГОСТ, свойств полезного сырья и характеристики конечной продукции. Для чего месторождение разделяется на отдельные участки, в каждом из которых возможно получить тот или иной вид продукции, необходимой народному хозяйству. Предполагается, что полезное ископаемого каждого участка месторождения будет эффективно использовано для производства экономически выгодной продукции.

На втором этапе оценки месторождения производится выбор оптимальных (наиболее эффективных) условий разработки: схемы вскрытия, системы разработки, структуры комплексной механизации горных работ, а также устанавливаются параметры системы разработки.

Понятие эффективности в данном подходе по оценке месторождений неотделимо от понятия эффекта, который соизмеряет затраты и результаты технологического процесса. Расчеты экономического эффекта производятся в денежном измерении. При этом подразумевается, что результаты производственного процесса «*Р*» должны быть выше понесенных затрат «*З*».

Сопоставление «*З*» и «*Р*» можно осуществить либо в форме частного от деления одних на другие, либо в виде разности $Э = Р - З$. Собственно превышение получаемых результатов над понесенными ради них затратами и есть эффект.

Эффект «*Э*» может быть, в свою очередь, соизмерен либо с затратами «*З*», либо с результатами «*Р*» оцениваемого процесса.

В первом случае мы получим показатели *относительного* эффекта $Э_{отн} = \frac{P - З}{З}$ — характеризующие «съем» эффекта с каждого рубля понесенных ради него затрат. Это — показатель, более «жестко» характеризующий эффективность, чем Э: если принять его в качестве критерия, то он станет «пропускать в жизнь» не все варианты приносящие эффект, а лишь те из них, у которых достаточно высока величина эффекта, получаемого на каждый 1 руб. затрат.

Во втором случае получаются показатели *удельного* эффекта $Э_{уд} = \frac{P - З}{P}$, отражающие величину эффекта на каждую единицу получаемых результатов. По критерию удельного эффекта «$Э_{уд}$» предпочтение отдается вариантам очень эффективным, но, возможно, дающим очень малые объемы выпускаемой продукции.

В зависимости от того, за какой период времени учтены затраты и результаты, эффект «Э» может быть годовым или общим (общий эффект относится к полному периоду «жизненного цикла» рассматриваемого объекта — от начала его проектирования до завершения срока его службы).

Следовательно, показатель «$Э_{уд}$» нуждается в совершенствовании. Поэтому нами предлагается построение оптимизационных математических моделей со специально вводимыми в них требованиями по обеспечению общих потребностей в объемах соответствующей продукции. Такие требования вводятся в математическую модель в виде ограничений. Ввод этих ограничений гарантирует, что какой бы оценочный критерий ни был принят, при решении задачи оценки месторождения в любом случае будут учтены объемы выпускаемой продукции. Наличие вводимых ограничений типично для оптимизационных моделей математического программирования.

Модель имеет следующий вид

$Э_{уд} \to \max$ при $P' \geq P'_{треб}$,

где P' – объем выпускаемой продукции (или объем извлекаемых из недр запасов).

Оценочный критерий выполняет роль чистого мерила эффективности, а контроль за получением должных объемов выпускаемой продукции переносится на ограничения.

Предлагаемый методический подход в оценке освоения месторождений нерудных полезных ископаемых предусматривает, что минимальный годовой объем по видам выпускаемой продукции $P'_{треб}$ может быть определен, например, исходя из опыта работы аналогичных горных предприятий соответствующего профиля. Далее устанавливаются затраты за весь период разработки месторождения, результаты горного производства, выраженные в стоимостной форме и годовой объем получаемой продукции для каждого варианта технологии его освоения.

Как известно, открытая разработка месторождений включает пять основных последовательно осуществляемых этапов работ: подготовка поверхности, осушение месторождения, вскрытие, эксплуатация месторождения, восстановление поверхности (рекультивация). Для реализации конкретного примера первые два этапа подробно в работе не рассматривались и

Блок-схема алгоритма оценки освоения месторождений

принимались одинаковыми для всех рассматриваемых вариантов. Были включены подготовка горных пород к выемке, выемочно-погрузоч-ные работы, транспортирование горной массы, переработка полезного ископаемого, отвалообразование.

В базу компьютера введена модульная система исходных данных: элементы технологических процессов, комплексы оборудования и виды продукции. Блок-схема алгоритма оценки освоения месторождений представлена на рисунке.

Программа осуществляет перебор возможных вариантов сегментирования залежи полезного ископаемого по направлениям его использования; для каждого из вариантов выбираются соответствующие ему схема вскрытия, система разработки, структура комплексной механизации для заранее определенного объема производства продукции. При этом устанавливаются параметры системы разработки, параметры осуществления каждого технологического процесса, параметры рекультивации нарушенных земель. Затем рассчитываются производительность предприятия в натуральном выражении, затраты на полный срок существования карьера и результат, выраженный в денежной форме.

Таким способом перебирается весь перечень возможных

комбинаций схем вскрытия, систем разработки, структур комплексной механизации для данного варианта сегментирования залежи по видам продукции. Далее осуществляется переход к следующему варианту «раскройки» карьерного поля и процедура повторяется.

В результате пошагового перебора вариантов выбирается вариант с максимальным удельным эффектом.

Предлагаемая методика может быть использована при составлении бизнес-планов разработки месторождений, где требуется ТЭО, а также для увеличения эффективности работы существующих карьеров за счет управления ассортиментом продукции и технологией разработки.

Апробация методики была произведена при выполнении проекта реконструкции Богдановского месторождения строительных известняков, расположенного в Тульской области. Эксплуатационная разведка обнаружила, что в верхней части полезной толщи залежи повсеместно имеют распространение блоки (блоки облицовочного камня должны отвечать требованиям ГОСТ 9479–98) пригодные для производства облицовочных изделий.

Была выбрана наиболее эффективная технология добычи щебня и блоков известняка, заключающаяся в следующем. Выемка и перемещение блочного камня в забое осуществляется погрузчиком L-34 HSW с укладкой на настил. Погрузка блочного камня производится автокраном КС-3577 в автосамосвалы потребителя. В качестве грузозахватного устройства для погрузки и разгрузки блочного камня используется петлевая стропа. Далее блоки природного камня транспортируются на камнеобрабатывающий завод потребителя с последующим использованием его при производстве облицовочных плит и других изделий. Околы в процессе формирования забоя отгружаются погрузчиком в автосамосвалы КрАЗ-6510 и доставляются на ДСУ для дальнейшей переработки в щебень. Во избежание снижения качества добываемых блоков было принято решение отказаться от буро-взрывных работ и использовать механическое рыхление.

Удельный эффект при переходе от сплошной добычи с применением БВР к селективной выемке блоков и механическом рыхлении изменился с 0,2 до 0,35, а результаты труда (выручка) увеличились на 40 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Астахов А.С.* Экономическая оценка запасов полезных ископаемых. – М.: Недра, 1981. – 287 с.

2. *Буянов Ю.Д.* Разработка месторождений нерудных полезных ископаемых/ Ю.Д. Буянов, А.А. Краснопольский. М.: Недра, 1973. – 388 с.

Коротко об авторах

Сафронов В.П. – доктор технических наук, профессор,
Токарев Г.А. – магистр, аспирант,

Тульский государственный университет

© П.А. Шеметов, 2006

УДК 338:622

П.А. Шеметов

ПОВЫШЕНИЕ СТЕПЕНИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Семинар № 12

Основным поставщиком благородных металлов в Узбекистане является мощный, глубокий карьер Мурунтау. При этом с увеличением глубины разработки природные ресурсы делаются все менее доступными и требуют повышения затрат на их извлечение и транспортировку. В этой связи значительная часть минерально-сырье-вых ресурсов месторождения и техногенных образований не предусматривается к использованию по технико-экономическим соображениям. Это обстоятельство наряду с возрастающими потребностями в минеральном сырье и систематическим увеличением его стоимости определяет необходимость создания комплекса научно-технических методов, обеспечивающих возможность вовлечения всех ресурсов в хозяйственный оборот, что позволит получить дополнительную продукцию и продлить срок существования горно-перераба-тывающего комплекса. Поэтому повышение степени использования геоэкономического потенциала месторождений непосредственно связано с количеством и качеством добываемого минерального сырья, а также экономической эффективностью добычи полезных ископаемых.

При разработке крутопадающих месторождений открытым способом затраты на добычу увеличиваются, что в глубоких карьерах повышает для недропользователей привлекательность отработки более богатой части запасов для сохранения высокого уровня прибыли. В результате в недрах остается значительная часть минерального сырья, что противоречит принципам рационального использования недр. Очевидно, что рост затрат на добычу по мере увеличения глубины карьеров связан с повышением доли вскрышных работ и стоимости транспортирования. Следовательно, степень использования запасов месторождения может быть повышена за счет снижения этих затрат, что позволит вовлечь в отработку обедненную часть минерального сырья относительно к забалансовым запасам, сохранив приемлемый уровень прибыли. Целесообразность такого решения повышается на фоне неизбежного падения во времени ресурсного потенциала месторождений.

Таким образом, повышение экономической эффективности горных работ в глубоких карьерах является основой для расширения сырьевой базы и увеличения геоэкономического потенциала месторождений, а проблема в этом случае заключается в поиске комплекса научно-технических решений, обеспечивающих повышение степени его использования за счет предотвращения или уменьшения негативного влияния роста глубины карьеров на технико-экономические показатели разработки. При этом поиск таких решений должен быть направлен на:

- уменьшение объемов вскрышных работ;
- рационализацию режима горных работ;
- внедрение более экономичных технологий горного производства;
- сокращение потерь минерального сырья;

- оптимизацию производительности системы «карьер - завод».

Сравнительный анализ проектных и фактических параметров открытых горных работ показывает, что, несмотря на прогрессивную роль, которую играет способ открытой разработки в горнодобывающей промышленности, технико-экономическое обоснование решений, закладываемое в проектах и планах развития карьеров, зачастую бывает чрезмерно упрощенным, что ведет к увеличению объемов вскрыши, следствием которых является упущенная прибыль. Уменьшение объемов вскрышных работ базируется на рационализации параметров борта карьера и реализуется через применение профиля борта переменной кривизны и уменьшения коэффициента запаса его устойчивости с глубиной. Предложен профиль борта, обеспечивающий при равной глубине, ширине по дну и поверхности минимальный объем выработанного пространства карьера, обеспечивающий сокращение объемов горных работ, а также наибольшую устойчивость уступов, поскольку его контур максимально разгружен от напряжений. Такое решение позволяет увеличить угол наклона борта карьера в его нижней части до 50-60^0 без потери устойчивости на больших глубинах. Расчеты показывают, что применение предложенного профиля борта карьера Мурунтау позволяет увеличить его глубину на 200-250 м по сравнению с проектом без расширения границ по поверхности. Реализация рекомендуемого метода построения профилей бортов осуществляется расчетами по разработанным для ЭВМ программам.

Рационализация режима горных работ базируется на разработанном компьютерном комплексе проектирования, методах непрерывного планирования и проектирования горных работ и рациональном развитии рабочего пространства карьера с разделением на зоны. При этом управляемость такого процесса в изменяющихся горнотехнических условиях и дефиците горно-транспортного оборудования предполагает создание иерархически организованной системы природно-техноло-гических зон, в которой карьер является верхним, а экскаваторный забой нижним иерархическим уровнем с характерными размерами, объемами горных работ, задачами и методами управления. Разделение зоны на выемочные блоки осуществляется по общему пространственному или функциональному признаку: выемочные блоки вскрыши, попутной и основной добычи; выемочные блоки целевых работ (изменение схемы вскрытия, создание площадок для внутрикарьерных буферных складов, транспортных и перегрузочных комплексов и т.д.). Сокращение активной части рабочей зоны на вытянутых участках карьерного поля с концентрацией оборудования в выемочных блоках позволяет выполнить поставленную перед природно-технологической зоной задачу. При этом работы на блоках выполняются циклично, последовательно прекращаясь и возобновляясь. Изменение приоритета и значимости природно-технологических зон во времени требует периодической корректировки планов их развития, а наличие разно-родных грузопотоков – согласованного ведения работ. Для решения этих задач предложен метод непрерывного проектирования и планирования горных работ. Его реализация с использованием комплекса компьютерных программ позволила своевременно принимать корректирующие решения при изменениях горно-геологической, технической и экономической ситуации. В результате минимизации объемов работ и корректировке ролевой функции зон доказана возможность увеличения углов капитального борта карьера с 28-31^0 до 36-38^0, что является предпосылкой к увеличению глубины разработки и сокращению объема вскрышных работ.

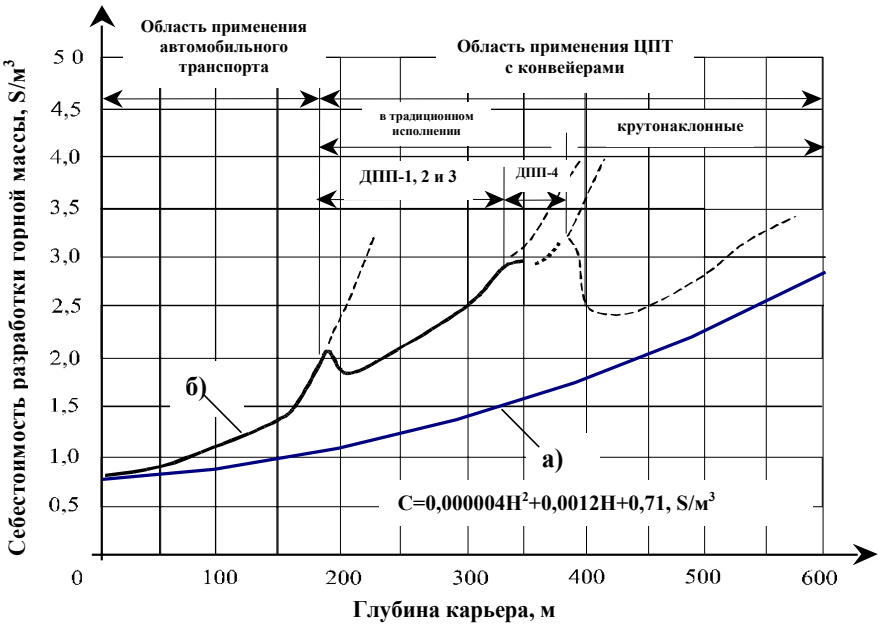


Рис. 1. Взаимосвязь себестоимости транспортирования горной массы от глубины карьера: а, б – теоретическая и фактическая себестоимости транспортирования горной массы

Внедрение более экономичных технологий предполагает замену циклич-ной технологии на циклично-поточную технологию. При этом реальная себестоимость транспортирования долж-на максимально быть приближена к теоретически достижимой (рис. 1). Для своевременного выбора и внедрения эффективного вида транспорта и технологий при отработке глубокого карьера установлена взаимосвязь себестоимости транспортирования горной массы и увеличения глубины карьера (рис. 1, *а*) по минимальным энергетическим затратам. Совмещение теоретического и фактического графиков себестоимости транспортирования горной массы от глубины карьера реализуется через последовательное внедрение менее затратных технологий и менее энергоемкого горнотранспортного оборудования. Приведенный на (рис. 1, *б*) график характеризует область эффективного использования цикличного и циклично-поточного видов транспорта в карьере. Анализ фактической себестоимости транспортирования горной массы показывает, что реальное развитие транспортного звена карьера проводилось не по лучшему сценарию, фактическая себестоимость транспортирования горной массы значительно выше теоретической, рассчитанной по минимальным энергетическим затратам. Автомобильный транспорт эффективен до глубины карьера 150 м, а возможности существующего комплекса ЦПТ практически исчерпаны. При достижении карьером глубины порядка 350-400 м эффективность использования комплекса ЦПТ снижается. Эта тенденция обусловлена: отставанием строительства перегрузочных пунктов от развития горных работ и понижения рабочей зоны, вследствие чего к моменту их ввода в эксплуатацию не происходит запланированного сокращения расстояния транспортирования горной массы и транспортных затрат. Отставание перегрузочных пунктов ЦПТ от зон интенсивного ведения горных работ ведет к

значительным финансовым потерям. В этих условиях предложен проект реконструкции поточного звена ЦПТ IV очереди карьера в котором предусмотрен переход от конвейеров традиционного исполнения к крутонаклонным конвейерам (КНК), т.е. создание нового технологического объекта ЦПТ-руда, позволяющего снизить себестоимость транспортирования горной массы.

Эти же цели преследует оптимизация параметров технологических потоков, что позволяет иметь минимум запланированных затрат. Многообразие природных и горнотехнических условий определяет и многообразие вариантов использования горно-транспортной техники, а инженерной задачей в этом случае является выбор оборудования, наиболее соответствующего конкретным условиям карьера. Исследования технологических потоков на карьерах в различных природных условиях позволяют выбрать оборудование, параметры которого обуславливают возможность его работы с наибольшей отдачей в значительных интервалах изменения высот уступа, средних размеров кусков взорванной горной массы, сложности строения рудных тел и т.п. По результатам проведенного анализа диапазона изменения физико-механических свойств пород и технологических параметров разрыхленных взрывом массивов разработаны номограммы, раскрывающие взаимосвязи емкости ковша экскаватора с: размером среднего куска разрыхленной горной массы и удельным расходом ВВ; высотой уступа и соответствующего ему рациональному диаметру скважин; грузоподъемностью автосамосвала; требуемой площадью рабочей зоны и возможностью выполнения в ней планируемых объемов выемочно-погрузочных работ.

Номограммы позволяют, ориентируясь на емкость ковша экскаватора, определить: допустимый для него размер среднего куска горной массы, сравнить его с фактическим или планируемым размером куска в забое и определить достаточный для его получения удельный расход ВВ; диапазон возможного изменения высоты уступа и соответствующий диапазон изменения диаметра скважин; рациональный диапазон изменения грузоподъемности автосамосвала; площадь рабочей зоны, требуемой для работы одноковшовых экскаваторов.

Сокращение потерь минерального сырья базируется на следующих технологических, технических и организационных решениях:

- определении границ карьера с учетом перспективных кондиций;
- целенаправленного формирования техногенных месторождений;
- разделении горной массы по сортам при планировании горных работ;
- применении GPS для определения качества руды в самосвале;
- разделении руды по сортам с помощью лазерной техники;
- покусковой сортировки;
- формировании однородного рудного потока.

Разработана структура формирования рудного потока при отработке золоторудного месторождения Мурунтау (рис. 2) на современном этапе развития техники и технологии.

Реализация предварительной сортировки рудной массы осуществляется следующим образом. В процессе планирования горных работ и составления сортовых планов выемочных блоков выделяются участки, где товарная руда контактирует с породой внутренней вскрыши, содержащей руду, и пустой породой. В первом случае посамосвальная сортировка осуществляется на основе данных системы GPS, а во втором – на основе данных фотометрического опробования горной массы в кузове самосвала. При этом товарная руда вывозится самосвалами на ППК или конвейерной линией № 1 на склад, а порода – конвейерной линией № 2 комплекса ЦПТ в отвал.

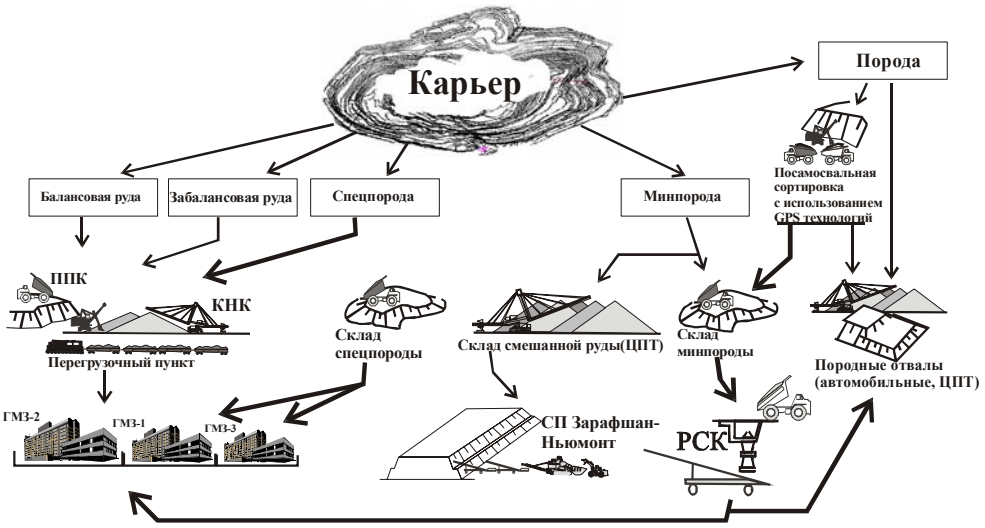


Рис. 2. Структура формирования рудного потока при отработке месторождения Мурунтау на современном этапе развития техники и технологии:
- предложенные; в настоящее время

Неуклонное снижение содержания в перерабатываемой руде, вызванное уменьшением доли руды с высоким содержанием явилось главной предпосылкой к переходу на упрощенную технологию отработки рудных тел. Учитывая, что карьер разделен на автономно работающие природно-технологические зоны, каждая из которых имеет индивидуальную целевую функцию развития, то формирование однородных рудных потоков базируется на регулировании количества рудной массы, добываемой в разных зонах.

Возникновение ситуаций, когда богатая или бедная руда будут добываться в количествах, превышающих необходимое количество, рассматривается в качестве неизбежного технологического элемента, сопровождающего разработку месторождения сложного строения. Нейтрализовать отрицательное влияние этого технологического элемента предложено следующим образом. Добычные блоки делятся на две группы. В первую группу выделяются блоки с низким и средним содержанием, из которых формируется «основной фронт добычи». Во вторую относятся блоки с высоким содержанием, из которых формируется «стабилизирующий фронт добычи». Поблочное планирование и последующий контроль соблюдения плановых сроков подготовки и отработки применяются только в отношении блоков стабилизирующего фронта добычи. Поэтому целью планирования является обеспечение постоянной доли блоков с высоким содержанием металла в общей структуре фронта добычи.

Если в процессе подготовки окажется, что в некотором блоке стабилизирующего фронта добычи качество руды ниже требуемого, такой блок переводится в основной фронт добычи и вместо него вводится другой с высоким содержанием металла.

Для реализации метода были проведены расчеты, позволившие установить граничное значение содержания, по которому выемочные блоки относятся к основному или стабилизирующему фронту работ. Анализ полученных результатов показывает, что качество рудного потока стабилизируется, если за границу раздела при-

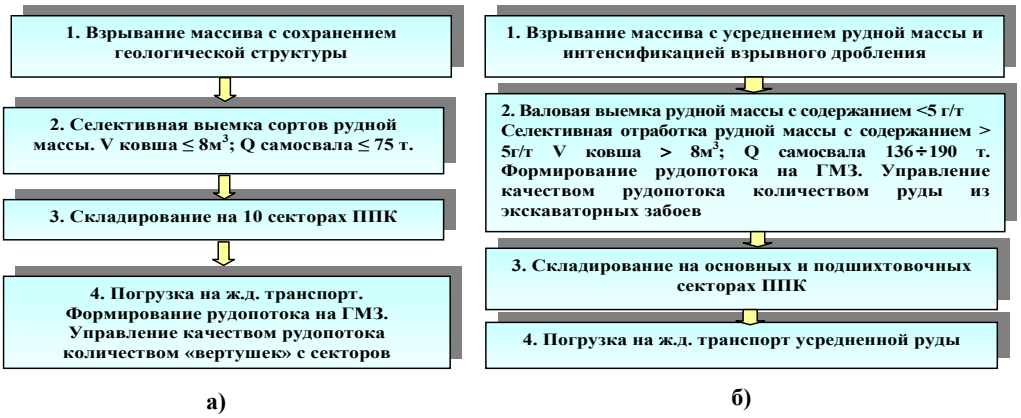


Рис.3. Структурные схемы формирования рудопотока заданного качества до (а) и после (б) рационализации выемочно-погрузочного комплекса

нять содержание 5 г/т. Поэтому, в первую группу выделяются блоки с содержанием до 5 г/т, а во вторую - более 5 г/т. Технология упрощенной отработки рудных зон, предполагающая девять из десяти выемочных блоков отрабатывать валовым способом и только один – с частичной селекцией, в процессе которой выделена руда с содержанием более 5 г/т, отработана в условиях карьера.

С переходом на упрощенную технологию отработки рудных зон (рис. 3) необходимо определиться с количеством богатой руды, извлекаемой селективно, и целесообразностью вовлечения в отработку «пустых» участков и краевых частей рудных зон. Вовлечение в отработку краевых частей рудных залежей не имеет технологических или технических трудностей, а определяется только экономической целесообразностью выполнения поставленных задач по выпуску золота. Расчеты показывают, что с экономической точки зрения минимально промышленное содержание золота в добываемой руде находится на уровне 0,40÷0,45 г/т, что практически вдвое ниже содержания золота в краевой части залежей. Поэтому с экономических позиций вовлечение этих частей в переработку оправданно.

Несколько иная ситуация складывается при вовлечении в отработку участков «пустых» пород внутри рудных залежей, оказывающих значительное влияние на величину потерь и разубоживания при отработке рудных блоков. Как показывает практика, размеры и форма включений таких пород имеют различие по первой и второй рудным залежам. Поэтому способ отработки «пустых» пятен (селективный, валовый или селективно-валовый) должен выбираться индивидуально для каждого конкретного случая. При этом селективный способ предполагает раздельную выемку рудных участков и «пустых» пятен по существующей технологии, валовый – совместную выемку рудных участков и «пустых» пятен, селективно-валовый – валовую выемку рудных участков с частью «пустых» пятен и селективной выемкой оставшейся части «пустых» пятен.

Экономический анализ показывает, что включение «пустого» пятна в выемочный контур оправдано, если количество металла, получаемого из «пустого» пятна, компенсирует его возможные потери при селективной отработке, а содержание металла в добываемой руде не меньше бортового содержания.

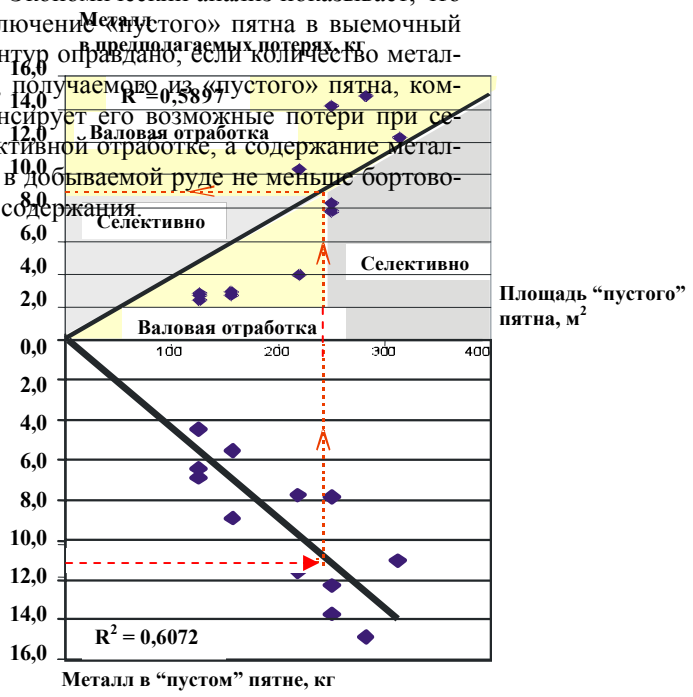


Рис. 4. Номограмма по определению соотношения предполагаемых потерь металла, площади «пустого» пятна и количества металла в нем

Эти критерии были взяты за основу при определении параметров «пустого» пятна, подтверждающих необходимость его валовой или селективной отработки. Результаты расчетов представлены в виде номограммы (рис. 4) а их анализ позволил для высоты уступа 15 м получить следующие критерии для вовлечения «пустого» пятна в отработку: «пустые» пятна должны находиться внутри рудных контуров, отстроенных по бортовому содержанию 1,0 или 1,5 г/т; площадь «пустого» пятна не должна превышать 300 м^2; «пустое» пятно должно иметь относительно сложную форму ($К_{сл}$≥0,15); ширина вскрываемого участка «пустого» пятна не должна превышать 30 % ширины заходки экскаватора.

Таким образом, уже при подготовке блока к отработке на основе информации о структуре его запасов, в том числе и по «пустым» пятнам (площадь пятна, объем руды и количество металла в нем, а также предполагаемые потери руды и металла, возникающие при селективной отработке «пустого» пятна) можно решить вопрос о валовой или селективно-валовой выемке «пустого» пятна. Например (рис. 4) если в «пустом» пятне имеется 11 кг металла, то для включения этого пятна в валовую отработку должны соблюдаться условия: площадь этого «пустого» пятна должна быть меньше 240 м^2; потери, возникающие при селективной отработке «пустого» пятна, должны быть больше 9 кг.

Выпуск золота Навоийским ГМК в ближайшие 4-5 лет будет обеспечиваться в основном за счет карьера Мурунтау. В настоящее время производительность завода определяется директивно с обоснованием в минимальном объеме технической возможности и экономической целесообразности. Под эту производительность подбирается производительность карьера по руде и горной массе. Однако директивное задание годовой производительности карьера по руде в реальной практике далеко не всегда относится к лучшему решению, следствием которого является упущенная прибыль и снижение степени использования геоэкономического потенциала месторождения.

Предложено стратегию (сценарий) развития глубокого карьера разрабатывать на основе использования математической модели функционирования системы

«карьер – завод» по критерию максимального получения прибыли за весь срок существования карьера. На основе математической модели месторождения с использованием компьютерной технологии строится график ведения горных работ в карьере. Построение календарного графика горных работ базируется на заданной производительности карьера по горной масса, производительности перерабатывающего завода и программе выпуска золота, чем оптимизируется производительность системы «карьер – завод».

Заключение.

Результаты работы внедрены в производственную и проектную практику. Рекомендации внедрены при: оценке стратегии развития карьера Мурунтау на перспективу; обосновании рационального соотношения горно-транс-портного оборудования; обосновании эксплуатационных кондиций на руду; обосновании перехода на упрощенную селективно-валовую отработку рудных зон; разработке ТЭО схемы предварительного обогащения рудной массы; обосновании производительности системы «карьер – завод»; разработке проекта IV очереди карьера Мурунтау Навоийского ГМК.

Анализ технико-экономических показателей работы карьера Мурунтау показывает, что применение рекомендаций обеспечивает повышение эффективности работы предприятия, ориентирует проектировщиков на выбор открыто-подземного способа доработки месторождения, создание дополни-тельных циклов по предварительной сортировке рудной массы. Оценка инвестиций в эти производства показала их эффективность и быструю окупаемость.

Коротко об авторах

Шеметов П.А. – начальник рудника Мурунтау Центрального Рудоуправления НГМК, кандидат технических наук.

Д И С С Е Р Т А Ц И И

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	*Название работы*	*Специальность*	*Ученая степень*
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ОРГАНИЗАЦИИ, МЕХАНИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ СТРОИТЕЛЬСТВУ			
БОЛГОВ Сергей Владимирович	Автоматизированное проектирование строений с заданным уровнем безопасности функционирования на этапе эксплуатации	05.13.12	к.т.н.

© О.В. Шпанский, К.С. Арзуманян, И.А. Ишкулова, 2006

УДК 622.271

О.В. Шпанский, К.С. Арзуманян, И.А. Ишкулова

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГРАНИЦ И ФОРМИРОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ КАРЬЕРОВ

Семинар № 12

Современное соотношение объемов полезного ископаемого добываемого открытым и подземным способом свидетельствует о превалировании последнего, как минимум, на ближайшую перспективу. Поэтому все задачи, связанные с открытой разработкой и, прежде всего, методы проектирования должны обеспечивать высокую эффективность работы добывающих предприятий, их конкурентоспособность в условиях новых экономических отношений. Кроме того, проектная организация должна курировать работу добывающих предприятий, быстро реагируя на изменение горно-геологических условий месторождения, на совершенствование техники и технологий, на изменение спроса и предложения на рынке минерального сырья и т.д. Вполне естественно, что проектные методы должны постоянно совершенствоваться, учитывая изменение условий разработки.

Стратегическими задачами проектирования разработки месторождений открытым способом являются:

- определение границ карьеров;
- определение развития производительности карьеров по полезному ископаемому и горной массе.

В современной проектной практике при проектировании карьеров, отрабатывающих крутопадающие залежи, задачи рассматриваются и решаются с использованием линейных конечных бортов и следующих основных принципов оконтуривания: $n_Г \geq n_К$.; $n_Г \geq n_Т$; $n_Г \geq n_{СР}$, где $n_Г$ – граничный коэффициент вскрыши, а $n_К$, $n_Т$, $n_{СР}$ соответственно контурный, текущий и средний коэффициенты вскрыши.

Однако, как показывают геологические исследования структуры горных массивов, большое количество крутопадающих месторождений сложены разными по физико-механическим свойствам породами по глубине, что, вполне естественно, предопределяет карьер с изменяющимися углами конечных бортов по глубине. По этой причине при проектировании следует считать целесообразным рассматривать борта сложной формы (вогнутые, выпуклые, комбинированные), т.е. с углами откосов по глубине (по данным ВНИМИ), соответствующими тем породам, которые эти борта слагают.

Исходя из изложенного, используемые при оконтуривании карьеров на поперечных профилях принципы (в частности $n_Г \geq n_К$) требуют усовершенствования и, прежде всего, в интерпретации контурного коэффициента вскрыши.

На рис. 1 приведена модель карьера на крутопадающем месторождении. Конечные контуры первоначально были получены с линейными бортами при реализации принципа $n_Г \geq n_К$.

В современной проектной практике при проектировании карьеров, отрабатывающих крутопадающие залежи, *задачи рассматриваются и решаются с использованием линейных конечных бортов*. Однако, как показывает геологическое исследование структуры горных массивов, большое количество крутопадающих месторождений сложены разными по физико-механическим свойствам породами по глубине, что вполне естественно предопределяет карьер с изменяющимися углами конечных бортов по глубине.

	Традиционный способ				Предлагаемый способ			
	Q, м^3	$Q_{НАР}$, м^3	P, м^3	$P_{НАР}$, м^3	Q, м^3	$Q_{НАР}$, м^3	P, м^3	$P_{НАР}$, м^3
1	585,8	585,8	54,6	54,6	585,8	585,8	54,6	54,6
2	1033,4	1619,2	146,2	200,8	1347	1932,8	147,2	201,8
3	2490,8	4110	230,2	431	2249	4181,8	229,6	431,4
4	1559,4	5669,4	261,2	692,2	1974,2	6156	270,8	702,2
5	1579	7248,4	378,2	1070,4	1424	7580	411,2	1113,4
6	794,6	8043	294,4	1364,8	862,2	8442,2	329,6	1443
7	1008,6	9051,6	410	1774,8	880,4	9322,6	339,2	1782,2
8	1248	10299,6	261,6	2036,4	977	10299,6	254,2	2036,4
9	653,8	10953,4	184,6	2221	653,8	10953,4	184,6	2221
10	393	11346,4	164,2	2385,2	393	11346,4	164,2	2385,2

Рис. 1. Схематический поперечный разрез карьера с линейными и сложными бортами

По этой причине, следует считать целесообразным *рассматривать борта сложной формы* (вогнутые, выпуклые, комбинированные), т.е. с углами откосов по глубине (по данным ВНИМИ), соответствующим тем породам, которые эти борта слагают.

С этой целью была построена модель карьера на крутопадающем месторождении (рис. 1). Конечные контуры первоначально были получены с линейными бортами (рис. 1, контур ACB) при использовании принципа $n_Г \geq n_K$, т.е. приравнивания контурного коэффициента n_K граничному $n_Г$.

Далее было принято положение о том, что по мере углубления происходит смена пород с более слабых (рыхлых) на скальные (полускальные) (рис. 1, глубина H_2). При этом угол откоса, первоначально пологий (что характерно для слабых пород), становится более крутым (что характерно для крепких пород), а это в свою очередь формирует выпуклый борт (рис. 1, контур $A_1D_1CE_1B_1$).

Для бортов сложной (ломаной) формы, когда они складываются из нескольких участков по глубине за счет разных свойств пород их слагающих, и, естественно, разных конечных углов откосов на этих участках, использование зависимости для линейных бортов не обеспечит корректных результатов. В связи с этим нами предлагается значение контурного коэффициента вскрыши устанавливать на основе соотношения проекций вышеуказанных участков бортов на горизонтальную плоскость.

Выположенный в верхней части участок сложного выпуклого борта вовлек на определенной глубине в конечные контуры карьера дополнительные 24,7 % объема вскрышных пород при неизменных запасах полезного ископаемого, а контурный коэффициент вскрыши превзошел экономически допустимый граничный. Для возвращения контурам карьера экономической целесообразности и обеспечения эффективности ведения в них открытых горных работ была решена задача определения кон-турного коэффициента при ломанной форме бортов (рис. 1, контур $A_2D_2C_2E_2B_2$). При этом глубина карьера уменьшилась на 23,3 %, объем вскрышных пород на 23 %, а запасы полезного ископаемого на 24,7 % (забалансовая руда).

Таким образом, отстройка сложного борта ведет к экономически целесообразному и необходимому поднятию дна карьера уже на ранней стадии проектирования, что позволяет не вовлекать в разработку нерентабельную забалансовую руду, и уменьшить объем вскрышных пород,

что ведет к уменьшению экономических затрат на вскрышные работы и повышению эффективности отработки полезного ископаемого.

Составление проекта на разработку месторождения открытым способом независимо от директивно заданной заказчиком производительности предусматривает обязательное определение развития возможной (максимальной по горно-техническим факторам) производительности карьера по нескольким причинам:

- знать предельные возможности карьера;
- в случае необходимости повышения производительности в отрасли, фирме, концерне и т.д. экономически выгоднее поднять производительность на карьерах, на которых производственные возможности используются не полностью, нежели проектировать и строить карьеры на новых месторождениях;
- установить верхний предел области поиска требуемого значения производительности.

Развития возможной по горно-техническим факторам производительности карьеров весьма существенно зависит от направления развития горных работ и интенсивности ведения их в карьерном пространстве. В ходе исследований было выявлено, что формирование рабочей зоны карьера изучено недостаточно.

При сложной пространственной конфигурации залежей рациональное направление углубки может быть весьма сложным. Но самое сложное направление можно представить в виде ограниченного количества комбинаций простых переходов:

- с вертикального на наклонное;
- с наклонного на вертикальное;
- с наклонного на наклонное с более крутым углом;
- с наклонного на наклонное противоположного направления;
- с наклонного на наклонное с более пологим углом.

На рис. 2 и в таблице демонстрируется влияние перемены направления углубки с максимальной скоростью на развитие рабочей зоны карьера при использовании на уступе высотой $h = 20$ *м*, ширине рабочих площадок $B = 60$ *м* и угле откоса рабочего борта $\varphi = 17°$. При этом учтены все вышеперечисленные возможные перемены направления углубки карьера.

Ведение работ в условиях традиционного способа формирования рабочей зоны карьера в современной проектной и исследовательской практике, в том числе при экономико-математическом моделировании соответствует представлению рабочей зоны в виде правильного перевернутого усеченного конуса, перемещающегося по направлению понижения горных работ. Углы откосов рабочих бортов φ остаются неизменными и не зависят от направления углубки. Рабочая зона развивается асимметрично.

При ведении горных работ с максимальной интенсивностью во всех направлениях и сложном направлении углубки рабочая зона карьера развивается симметрично во всех направлениях, но при этом имеет место изменение ширины рабочих площадок, углов откосов рабочих бортов. Форма рабочей зоны карьера существенно трансформируется. Рабочие борта могут принимать различную форму: выпуклую, вогнутую, выпукло-вог-нутую, вогнуто-выпуклую и др. формы (см. рис. 2). При этом изменение угла рабочего борта φ происходит одновременно с изменением направления углубки (угол β) и сохраняется до достижения горными работами этой части рабочей зоны конечного борта вне зависимости от последующего изменения направления углубки. Величина угла откоса рабочего борта φ находится в зависимости от угла направления углубки β.

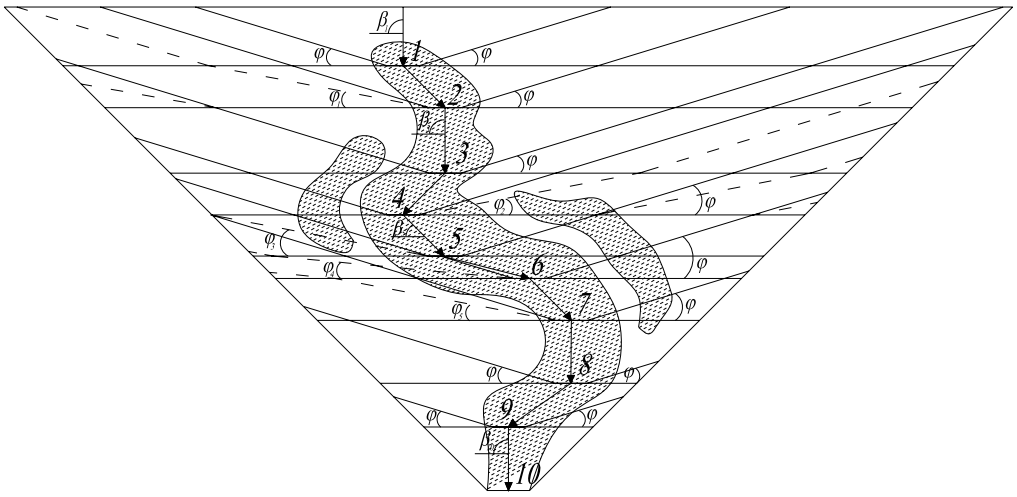


Рис. 2. Схематичный поперечный разрез карьера, иллюстрирующий изменение рабочей зоны при переменном направлении углубки и максимальной интенсивности горных работ: традиционный способ формирования рабочей зоны карьера;
- - - - предлагаемый способ формирования рабочей зоны карьера

Как видно из рис. 2 рабочая зона карьера, принимающая в процессе эксплуатации карьера сложную, постоянно изменяющуюся форму, существенно отличается от используемой в современной практике проектирования и исследований с применением вычислительной техники.

Учитывая вышеизложенное, представление рабочей зоны карьера в виде правильного перевернутого усеченного конуса, перемещающегося по направлению углубки, не является корректным, как не являются корректными и получаемые результаты.

На основе изложенного можно сделать следующие выводы:

- при оконтуривании карьеров со сложными строением бортов необходимо искать новые формы представления коэффициентов n_K, n_T и n_{CP}, приравниваемых граничному коэффициенту $n_Г$;
- при переменном направлении ведения горных работ с максимальной скоростью рабочая зона карьера в соответствии с изменением угла углубки принимает весьма сложные формы, существенно отличающиеся от используемых в настоящее время проектной и научно-исследователь-кой практике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Галустьян Э.Л.* Конструирование нерабочих бортов глубоких карьеров// Горный журнал, № 10, 1984.
2. *Единая* методика проектирования горнодобывающих предприятий черной металлургии с открытым способом разработки. Л., Гипроруда, 1983 г.
3. *Нормы* технологического проектирования. Л., 1986 г.
4. *Шпанский О. В.* Развитие основ горно-геометрического моделирования карьеров при проектировании разработки крутопадающих месторождений. Автореферат, СПб, 1999 г.

Коротко об авторах

Шпанский О.В., Арзуманян К.С., Ишкулова И.А. – Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова (технический университет).

Р У К О П И С И ,

ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

1. *Науменко И.А.* Теоретические основы технологии динамического микрофрезерованиия (444/03-06 — 20.12.05) 35 с.
2. *Магеря Л.Ф.* Экономическая оценка состоятельности режимов обслуживания кадровой подсистемы предприятия (445/03-06 —28.12.05) 9 с.
3. *Магеря Л.Ф.* Стратегическое управление кадровой подсистемой на основе превентивных методов воздействия на персонал (446/03-06 —28.12.05) 15 с.
4. *Магеря Л.Ф.* Вероятностные и экономические характеристики эффективности работы персонала (447/03-06 —28.12.05) 15 с.
5. *Магеря Л.Ф.* Параметрическая надежность и экономическая эффективность исполнительной дисциплины административного персонала (448/03-06 —28.12.05) 11 с.
6. *Магеря Л.Ф.* Формирование системы управления кадрами предприятия в режиме пакета прикладных программ (449/03-06 —28.12.05) 27 с.

© Н.В. Гурова, 2006

УДК 622.34:502.76:533

Н.В. Гурова

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ УРАЛА И ОСНОВНЫЕ ПУТИ ЕГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Семинар № 12

Урал - одно из богатейших мест в мире по запасам и разнообразию полезных ископаемых. Здесь открыто более 13 тыс. месторождений, содержащих практически всю таблицу Менделеева.

Запасы железных руд в Уральском экономическом районе (УЭР) составляют 14 % общероссийских. По своему экономическому значению Уральский федеральный округ является вторым, после Центрального, экономическим районом России по балансовым запасам железных руд и третьим – по прогнозным ресурсам (рис. 1).

Несмотря на резкий спад производственной активности в последнее десятилетие Урал и сегодня продолжает оставаться ведущим промышленным регионом стра-

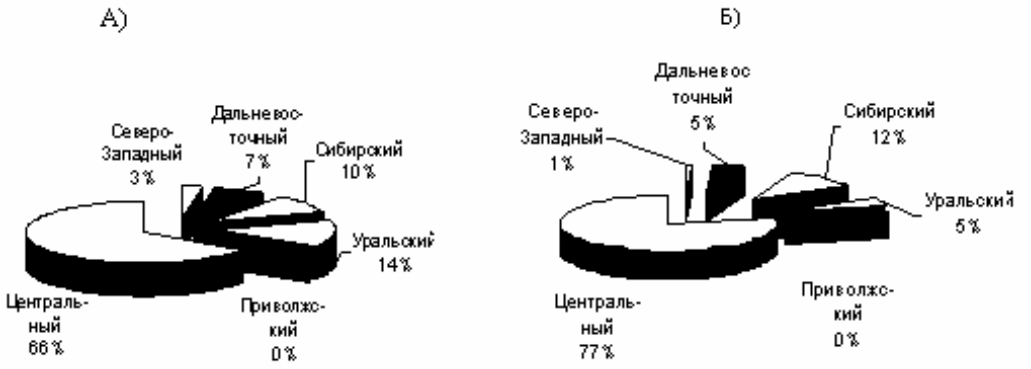


Рис. 1. Распределение ресурсов железных руд России по федеральным округам по состоянию на 01.01.2001г.: А) - балансовые запасы (101,0 млрд т), Б) - прогнозные ресурсы железных руд (105,2 млрд т)

ны с ярко выраженной общероссийской специализацией, основой развития которого является черная металлургия. УЭР производит 45,2 % продукции черной металлургии страны, из которых 41,8 % всего чугуна России, 41,1 % кокса, 43,1 % стали, 42,5 % готового проката черных металлов, 56,6 % труб стальных т.д.

Однако, в настоящее время в связи с возрастающей тенденцией потребления исчерпанность ресурсов в УЭР достигла таких масштабов, что сырье для металлургических комбинатов (например, на Магнитогорский металлургический комбинат) приходится ввозить из отдаленных районов страны, увеличивая транспортные издержки. При этом, функционирование металлургического комплекса сопряжено с образованием огромного объема отходов на всех стадиях движения от сырья к готовой продукции. Поэтому при анализе сырьевой базы металлургического комплекса правильнее говорить не о физическом исчерпании руд в масштабах страны, а об исчерпании экономическом, ставящем пределы использования железных руд в том или ином регионе.

Помимо экономического ущерба, наносимого народному хозяйству нерациональным использованием ценных отходов, Урал занимает первое место среди экономических районов России по объему выбросов вредных веществ в атмосферу от стационарных источников. Вклад УЭР в загрязнение атмосферы стационарными источниками на протяжении 90-х гг. составлял 23-26 % от общероссийского объема выбросов.

Практически все уральские города - центры добывающей и перерабатывающей промышленности (Каменск-Уральский, Нижний Тагил, Челябинск, Магнитогорск и др.) ежегодно включались Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации в список городов с крайне высоким уровнем загрязнения атмосферы. В этих городах на протяжении многих лет среднегодовые концентрации бензапирена, формальдегида, сероуглерода и ряда других загрязняющих веществ превышают предельно допустимые концентрации в 2-10 раз. Это означает, что жители центров металлургической промышленности Урала (около двух третей всего населения региона) проживают в условиях, не соответствующих требованиям санитарных норм.

Еще более неблагополучной является ситуация, связанная с использованием и загрязнением поверхностных вод. Несмотря на значительное сокращение производства, объем сбросов загрязненных вод в УЭР с 1991 г. остался практически неизменным. При этом доля нормативно

очищенных сточных вод в общем объеме вод, требующих очистки, колеблется от 15,9 % в Челябинской области до 0,5 % в Башкортостане.

Крайне острой для Урала является проблема техногенного нарушения земель и образование отходов, прежде всего в результате деятельности отраслей минерально-сырьевого комплекса. В УЭР ежегодно складируется 2 км^3. всевозможных отвалов пород и отходов. По некоторым оценкам, площадь нарушенных и занятых под отвалы земель на Урале превышает 2 тыс. км^2., что сравнимо с территориями малых государств Европы. Старые бурые в хвостохранилищах вещества подвергаются интенсивному гипер-генезу с переходом в водорастворимые формы, что приводит к их миграции и безвозвратной потере, а также загрязнению гидросферы, приричем процесс загрязнения растягивается на десятилетия. Хвостохранилища занимают большие площади, резко сужая зоны развития животного и растительного мира. Рекультивация их весьма трудоемка и малоэффективна. На сооружение и эксплуатацию хвостохра-нилищ необходимы большие затраты. В целом можно констатировать, что в настоящее время сложился комплекс чрезвычайно сложных взаимосвязанных проблем, не позволяющих по отдельности рассматривать экологические, экономические или социальные аспекты деятельности промышленного комплекса УЭР. Одни и те же факторы, с одной стороны, оказывают негативное экологическое воздействие, а с другой - крайне затрудняют принятие мер по экологической реабилитации и переходу к устойчивому развитию

В качестве конкретного примера, можно рассмотреть одно из самых крупных предприятий черной металлургии России – Магнитогорский металлургический комбинат (ОАО «ММК»), который является основным источником загрязнения окружающей среды региона, в связи, с чем г. Магнитогорск получил статус зоны чрезвычайной экологической ситуации.

Рис. 2. Динамика выбросов вредных веществ в атмосферу ОАО «ММК» в 2002 г.

Общие выбросы ОАО «ММК» в атмосферу составляют 99,3 % от общих выбросов по г. Магнитогорску, среди которых большую долю составляют выбросы оксида углерода (65,7 %), твердые вещества (15,5 %), диоксид серы (10,8 %), меньшая доля приходится на оксид азота (5,4 %) и прочие газообразные вещества.

Динамика выбросов вредных веществ в результате проведения природоохранных мероприятий показана на рис. 2.

Неудовлетворительной остается обстановка с охраной и использованием водных ресурсов. В результате сброса в водные объекты промышленных жидких отходов и неочищенных стоков происходит загрязнение поверхностных вод (ОАО «ММК» сбрасывает ежегодно более 80 млн м^3 сточных вод в р. Урал, в результате чего концентрация таких веществ, как азот, аммиак, нитраты, железо и проч. в несколько раз выше ПДК).

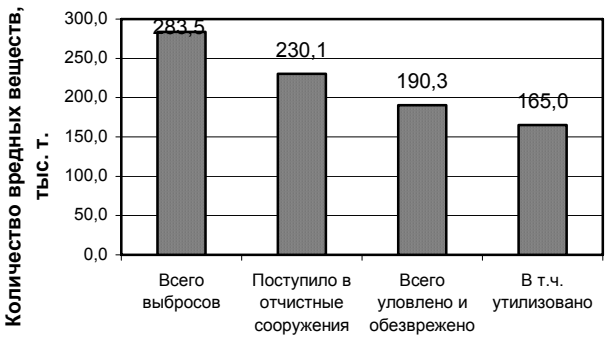
Острой проблемой остается также и организация утилизации, размещения и складирования промышленных отходов, общее количество которых за 2002 г. составило 16761,7 тыс. т. при общей добыче горной массы 19100,5 тыс. т. Анализ структуры размещения отходов показал, что природные ресурсы и продукты их переработки используются недостаточно рационально (доля использования составляет только 26 %).

Рекультивация земель ОАО «ММК», на долю которой приходится 42 % от объема нарушенных земель, имеет следующие результаты:

- объем снятия и складирования плодородного слоя с вновь нарушенных земель составляет 497 тыс. м^3;

- объем частичной засыпки выработанного пространства мусором и шлаками – 22680 тыс. $м^3$.

Анализ рационального природопользования и природоохранной деятельности предприятий железорудного комплекса Уральского экономического региона позволяет выделить три наиболее общих направления решения выявленных проблем: 1) строительство очистных и утилизирующих объектов на действующих предприятиях без принципиального изменения технологии производства; 2) создание экологически чистой технологии, характеризующейся практически полной переработкой природных ресурсов; 3) снижение потребностей в добыче и переработке природных ресурсов (следовательно, и негативного воздействия на окружающую среду).



Применительно к экологической ситуации на ОАО «ММК» наиболее выгодно использовать второе направление. В связи с этим предлагаются следующие рекомендации:

- осуществлять более комплексное использование собственного и привозного сырья, обеспечивающего дополнительное извлечение полезных компонентов;
- применять технологию безотходного производства, позволяющую получить товарный продукт из продуктов

Направления экологизации горно-металлургического производства
Технологические
Локализация отходов
Очистка отходящих газов Очистка сточных вод Складирование и утилизация отходов
Экономия ресурсов
Использование отходов производства (технология малоотходного производства) Комплексное использование собственного и привозного сырья Отказ от производства продукции низких марок Оборотное водоснабжение Техническая и биологическая рекультивация земель
Юридические
Организационное и нормативно-правовое обеспечение
Законы об охране окружающей природной среды, в том числе: Об охране атмосферного воздуха; Об охране водных ресурсов; Об охране земли и ее недр, природных ландшафтов; Об охране растительного и животного мира; Нормирование качества окружающей природной среды
Организационные
Экологическая экспертиза Экологический контроль Кадровая политика: Подготовка специалистов по охране окружающей среды Организация на предприятиях отделов по охране окружающей среды
Экономические
Экономическое стимулирование природоохранной деятельности
Планирование и финансирование природоохранной деятельности. Установление лимитов использования природных ресурсов, выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду и размещение отходов. Установление нормативов платы и размеров платежей за использование природных ресурсов, выбросы и сбросы загрязняющих веществ в окружающую природную среду, размещение отходов и другие виды вредного воздействия. Предоставление предприятиям, учреждениям и организациям, а также гражданам налоговых, кредитных и иных льгот при внедрении ими малоотходных и ресурсосберегающих технологий, осуществление др. эффективных мер по охране окружающей природной среды. Возмещение в установленном порядке вреда, причиненного окружающей природной среде и здоровью человека.

переработки сырья (строительный щебень и металлическую фракцию из металлургического шлака);

- проводить техническую и биологическую рекультивацию зе-мель.

В настоящее время для улучшения экологической обстановки в регионе и в частности на конкретном предприятии требуется не только повсеместное внедрение ресурсосберегающих технологий и технологий защиты окружающей среды. Не менее актуальное значение приобретают и другие направления экологизации производства, а именно: юридические, организационные и экономические. Рекомендуемые направления экологизации горно-металлурги-ческого производства представлены в таблице.

Таким образом, предложенный комплекс мероприятий позволит решить проблему рационального природопользования и охраны окружающей среды в Уральском экономическом регионе наиболее эффективно, с учетом особенностей отдельных предприятий и отрасли в целом.

Коротко об авторах

Гурова Н.В. – аспирант, Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова (технический университет),
научный руководитель *Лобанов Н.Я.* — доктор экономических наук, профессор.

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	*Название работы*	*Специальность*	*Ученая степень*
ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ УРО РАН			
ЛОБАНОВ Сергей Юрьевич	Математическое моделирование реологических процессов в подработанных слоистых толщах	25.00.20	к.т.н
ТАРАНТИН Михаил Викторович	Оценка структуры горных пород по материалам акустического каротажа	25.00.16	к.т.н
ТРОФИМОВ Владимир Иванович	Геологическое обоснование сброса рассолов калийного производства в техногенные коллекторы надсолевого комплекса Верхнекамского месторождения	25.00.16	к.т.н

© В.Н. Синьчковский, В.Н. Вокин,

В.А. Тенятников, 2006

УДК 622.271

В.Н. Синьчковский, В.Н. Вокин, В.А. Тенятников

ФОРМИРОВАНИЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ КАРЬЕРОВ С УЧЕТОМ РАСКОНСЕРВАЦИИ ВРЕМЕННО НЕРАБОЧИХ БОРТОВ

Семинар № 12

Известно, что одним из эффективных способов регулирования режима горных работ является разработка месторождений этапами с формированием временно нерабочих бортов (ВНБ).

Анализ опыта проектирования научных исследований и отработки отечественных глубоких карьеров позволяет выделить следующие важнейшие направления решения проблем поэтапной разработки:

- формирование оптимальных профилей временно нерабочих бортов;
- выбор технологии расконсервации ВНБ с учетом создания ограждающих сооружений для обеспечения безопасных условий работы оборудования и людей от случайно падающих с высоких откосов и разделяющихся при взрывах кусков породы;
- управление рабочей зоной карьера и оптимизация карьерного пространства.

Для создания безопасных условий ширина рабочих площадок или транспортных берм в зоне расконсервации должна обеспечить «улавливание» падающих кусков породы, размещение горно-транспортного оборудования и заградительных валов вдоль обочин дорог и под бортом.

Опыт разработки глубоких карьеров показал, что управление рабочей зоной как в период консервации и формирования ВНБ, так и при расконсервации, требует решения многих сложных организационно-технических задач, создания новых способов и приемов ведения горных работ в стесненных условиях.

В производственных условиях апробированы разные способы управления рабочей зоной:

- зонами концентрации горных работ с попеременной консервацией и расконсервацией уступов (Нерюнгринский и Коркинский угольные разрезы, рудные карьеры Узбекистана);
- отработка локальными участками по глубине и в плане на добыче и вскрыше (Уральские асбестовые карьеры);
- последовательно-параллельная отработка обособленных карьеров-участков (разрез «Копейский») и др.

Сопоставление этих способов позволяет выявить их общность, состоящую в попеременной (в раздельной последовательности) консервации и отработке отдельных участков. Сплошная консервация рабочих бортов большой протяженности хотя и позволяет существенно снизить в течение определенного периода времени затраты на вскрышные работы, зато сопряжена с необходимостью выполнения значительных объемов работ при разносе ВНБ. В конечном счете, это может привести не только к снижению объема готовых к выемке запасов, но и к резкому снижению производительности горно-транспортного оборудования, вынужденного работать в стесненных условиях, а также к необходимости вложения значительных дополнительных инвестиций на реконструкцию карьера.

Указанные особенности поэтапной отработки требуют, по нашему мнению, изменения традиционного подхода к проектированию глубоких карьеров.

Кроме необходимости тщательного технико-экономического обоснования периодичности реконструкции, углов откоса ВНБ, технологии расконсервации, включая выбор соответствующего оборудования, целесообразно проработать и вопросы выбора соответствующей системы разработки, а также схемы вскрытия рабочих горизонтов.

При широком применении автотранспорта имеет смысл рассмотреть переход от продольных систем разработки к продольно-поперечным или поперечным. В таком случае фронт работ уступов неизбежно будет иметь в плане форму, близкую к ступенчатой. Она характерна для карьеров по добыче природного камня и доказала свою эффективность. Применительно к условиям добычи других видов минерального сырья, наличие опережающих участков облегчит решение проблем замены участков с активным фронтом работ на участки с пассивным фронтом. Кроме того, существенно упрощается организация подготовки и проведения массовых взрывов, появляется свободное пространство для размещения развала взорванной горной массы.

Несомненного решения на стадии проектирования требует и обоснование оптимального метода взрывания высоких уступов: послойное взрывание отдельных участков, каскадные взрывы, взрывы на сброс. От правильно выбранного порядка взрывного разрушения зависит время подготовки новых горизонтов или расконсервации отдельных участков (залежей).

Чрезмерное увеличение повышением угла откоса ВНБ также требует соответствующего обоснования, так как необходимо принимать во внимание не только снижение объемом вскрыши, но и обеспечение безопасности людей и оборудования, находящихся в зоне высоких уступов. Некоторое снижение угла откоса ВНБ за счет создания «улавливающих» берм вполне позволит:

- решить проблему промышленной безопасности;
- уменьшить общую ширину развала при каскадных взрывах и упростить технологию выемочно-погрузочных работ.

Наибольший эффект за счет таких решений может быть достигнут при расконсервации высоких бортов вблизи контуров рудных тел.

При использовании на карьерах комбинированного транспорта «улавливающие» бермы могут быть совмещены с площадками под перегрузочные пункты.

Коротко об авторах

Синьчковский В.Н., Вокин В.Н., Тенятников В.А. – Федеральное агентство по образованию Государственное образовательное учреждение, Государственный Университет Цветных Металлов и Золота, г. Красноярск.