

В.В. Иванов

**ТЕХНОЛОГИЯ ДОБЫЧНЫХ РАБОТ
НА КАРЬЕРАХ**

**Санкт-Петербург
2015**

В.В.Иванов

ТЕХНОЛОГИЯ ДОБЫЧНЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРАХ

Учебное пособие

Санкт-Петербург
2015

УДК 622.271

ББК 33.22

И 201

Представлена классификация твердых полезных ископаемых, добываемых открытым способом; изложены основные технологические процессы ведения добычных работ на карьерах; рассмотрены особенности ведения добычных работ на карьерах, разрабатывающих месторождения различных типов полезных ископаемых.

Учебное пособие предназначено для студентов всех форм обучения специальности 130400 Горное дело - Открытые горные работы, для подготовки курсовых и дипломных проектов студентами смежных специальностей, а также проектировщиками и специалистами в данной отрасли.

Научный редактор: доцент *Д.Н. Лигоцкий (Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»)*

Рецензент: д-р техн. наук *С.И. Фомин (Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»)*

Иванов В.В.

И 201 Технология добычных работ на карьерах. Учебное пособие. СПб, 2015. 80 с.

УДК 622.271

ББК 33.22

© Иванов В.В., 2015

ВВЕДЕНИЕ

Целью учебного пособия «Технология добычных работ на карьерах» является приобретение студентами знаний о разновидностях твердых полезных ископаемых, добываемых открытым способом; сведений об основных технологических процессах ведения добычных работ на карьерах; знаний особенностей ведения добычных работ на карьерах, разрабатывающих месторождения различных типов полезных ископаемых.

В результате изучения дисциплины студент должен приобрести следующие знания и навыки:

- изучить свойства горных пород как объектов воздействия открытой геотехнологии добычных работ;
- изучить физико-механические процессы, протекающие при ведении добычных работ в карьере;
- изучить основные и вспомогательные производственные процессы, характерные для технологии добычных работ на карьерах;
- изучить особенности ведения добычных работ на карьерах, разрабатывающих месторождения различных типов полезных ископаемых;
- получить навыки проектирования производственных процессов и технологических схем открытой геотехнологии добычных работ.

Учебное пособие разработано с целью помощи студентам всех форм обучения специальности 130400 Горное дело - Открытые горные работы при подготовке к экзаменационной сессии, при решении практических и расчетно-графических заданий, при выполнении курсовых проектов, а также в научной и проектной деятельности в области технологии добычных работ на карьерах.

ТВЕРДЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ, ДОБЫВАЕМЫЕ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

Горные породы — природная совокупность минералов более или менее постоянного минералогического состава, образующая самостоятельное тело в земной коре.

Полезные ископаемые — минеральные и органические образования земной коры, химический состав и физические свойства которых позволяют эффективно использовать их в сфере материального производства. Полезные ископаемые находятся в земной коре в виде скоплений различного характера (жил, штоков, пластов, гнезд, россыпей и пр.). Скопления полезных ископаемых образуют месторождения, а при больших площадях распространения — районы, провинции и бассейны.

Скопления полезных ископаемых образуют месторождения. Полезные ископаемые бывают газообразные (природные газы), жидкие (нефть, подземные воды, рассолы), твёрдые. К последним принадлежит большинство полезных ископаемых, которые используются как элементы (в частности, металлы), кристаллы, минералы, горные породы.

По назначению выделяют следующие виды твердых полезных ископаемых:

- горючие полезные ископаемые (каменный и бурый уголь, горючие сланцы, торф);
- нерудные полезные ископаемые — строительные материалы (известняк, песок, глина и др.), строительные камни (гранит) и другие;
- руды (руды чёрных, цветных и благородных металлов);
- камнесамоцветное сырьё (яшма, родонит, агат, оникс, халцедон, чароит, нефрит и др.) и драгоценные камни (алмаз, изумруд, рубин, сапфир);
- горнохимическое сырьё (апатит, фосфаты, минеральные соли, барит, бораты и другие).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что понимается по термином полезные ископаемые?
2. Виды полезных ископаемых по назначению?

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В теории и практике открытых горных работ для технологической классификации горных пород используются следующие группы.

1. Рыхлые и мягкие породы - отделяются от массива без предварительного рыхления всеми видами горных машин простым копанием с небольшим усилием. Как правило, это почвенно-растительный слой, пески, глины, суглинки и др. Эти породы способны сохранять углы откоса 50 – 60 градусов при высоте уступа до 15 м.

2. Плотные породы - отделяются от целика горными машинами без предварительного рыхления при достаточных усилиях копания (не менее 0,4 Мпа) либо с предварительным рыхлением. К этой категории пород относятся твердые глины, мел, бурые и каменные угли, глинистые руды и другие. Они способны сохранять в массиве углы откоса до 70 градусов при высоте уступа до 20 м.

3. Полускальные породы - при разработке требуется предварительное рыхление взрывным способом, либо специальные горные машины (комбайны, струги и т. п.). К полускальным породам относятся выветрелые породы, а также большинство осадочных пород (глинистые сланцы и песчаники), гематитовые руды, мергели, известняк-ракушечник, аргиллиты, алевролиты, гипс, каменная соль, каменные и прочие бурые угли и другие.

4. Скальные породы – могут быть добыты только при подготовке к выемке буровзрывным способом, к ним относятся большинство изверженных и метаморфических пород (граниты, кварциты, базальты, габбро, сиениты, колчеданы), а также некоторые осадочные породы (песчаники, прочные известняки, кремнистые конгломераты и другие).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие полезные ископаемые относятся к плотным породам?

2. Как могут быть добыты скальные породы?

СПОСОБЫ ВЫЕМКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В КАРЬЕРЕ

В практике открытых разработок применяют два типа выемки: валовую (сплошную) и раздельную (селективную).

Валовая выемка — способ добычи твёрдого полезного ископаемого на такую толщину пласта, жилы и тому подобное, которую обеспечивают параметры выемочно-погрузочного оборудования, т.е. без выделения породных пропластков, включений, сортов руд и т.п. в полезной толще.

Применяется при разработке залежей, когда технологически невозможна или экономически невыгодна раздельная выемка.

Валовая выемка позволяет достичь максимальной производительности выемочно-погрузочного и транспортного оборудования, упростить технологию горных работ.

Производительность экскавационного оборудования и транспорта при валовой выемке скальных и полускальных пород с предварительным взрывным дроблением на 15-20% выше, чем при разработке с внутризобойной сортировкой. При валовой выемке мягких горных пород этот показатель для техники циклического действия на 10-15%, а непрерывного действия на 5-10% выше, чем при селективной разработке.

В то же время затраты на обогащение при валовой выемке полезных ископаемых возрастают на 10-15%.

Селективная выемка — раздельное извлечение из недр каждой разновидности (или сорта) полезных ископаемых или полезных ископаемых и пустых пород. Селективная (раздельная) выемка предопределяет особый порядок ведения горных работ.

Возможна при разных видах полезных ископаемых (совместное залегание руд разных металлов и т.п.), а также при чётком разделении отдельных сортов полезных ископаемых по типу (например, руды сульфидные, окисленные, смешанные) или по степени концентрации полезного компонента (например, богатые и бедные руды, пустые породы).

На карьерах селективная (раздельная) выемка осуществляется при помощи различных специальных способов ведения буровзрывных и выемочно-погрузочных работ:

- совместным взрыванием (рыхлением) и селективной погрузкой;

- раздельным взрыванием (рыхлением) и раздельной погрузкой.

В случае совместного взрывания важное значение приобретает сохранение первоначальной (довзрывной) структуры массива блока. Для этого применяют специальные методы взрывных работ, в основном при разработке сложноструктурных месторождений, представленных слабыми и средней крепости горных пород с хорошими показателями дробления. На практике совместное взрывание сложноструктурных блоков чаще осуществляют с однородным и многорядным расположением скважин. При однородном взрывании скважин производят раздельную отработку рудных и породных участков развала взорванной горной массы и раздельную её погрузку в транспортные средства.

Селективная (раздельная) выемка может быть простой (площадной) и сложной. Простая селективная (раздельная) выемка подразумевает обособленную погрузку различных типов, сортов руды и горных пород по длине уступа без сортировки в вертикальной плоскости. Простую раздельную отработку осуществляют узкими заходками, нормальными заходками и выборочным способом (сначала разрабатывают рудные, затем — породные участки).

Сложная селективная (раздельная) выемка заключается в экскаваторной сортировке по высоте уступа, выполняемой различными приёмами:

- раздельной погрузкой,
- сортировкой руд по фракциям,
- управляемым обрушением,
- комбинированной погрузкой.

Раздельная погрузка применяется на тех участках забоя, где руда и порода имеют чёткие границы.

Применение селективной (раздельной) выемки вызывает повышение затрат на горные работы на 10-30% по сравнению с валовой выемкой и требует технико-экономического сравнения различных вариантов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что понимается под термином валовая выемка?
2. Основные методы осуществления селективной выемки?

ПОТЕРИ И РАЗУБОЖИВАНИЕ

Потери полезного ископаемого — неизвлекаемая часть подсчитанных запасов полезного ископаемого при добыче, обогащении и переделе минерального сырья. Различают проектные, плановые и фактические потери полезного ископаемого.

Проектные потери полезного ископаемого обусловлены сложной морфологией, строением и условиями залегания рудных тел, необходимостью оставления предохранительных целиков, системой разработки невозможностью полного извлечения полезного компонента при обогащении и переделе и т. п.

Плановые потери могут быть больше или меньше проектных в зависимости от степени технического вооружения горно-рудного предприятия, квалификации рабочих, наладки оборудования и т. п.

Фактические потери отражают хозяйственный уровень добывающего предприятия.

Крупные потери полезного ископаемого могут также объясняться ошибками в разведке и проектировании разработки месторождения.

Разубоживание полезного ископаемого — потери качества полезного ископаемого в процессе добычи. Выражается в снижении содержания полезного компонента или полезной составляющей в добытом полезном ископаемом по сравнению с содержанием их в массиве полезных ископаемых (балансовых запасах) вследствие примешивания к нему пустых пород или некондиционного полезного ископаемого, а также потерь части полезного компонента или полезной составляющей (в виде потерь обогащенной мелочи, в результате выщелачивания полезного компонента и т.п.).

Разубоживание — главный признак, характеризующий качество добываемых полезных ископаемых; тесно связано с потерями полезного ископаемого. Обычно чем больше разубоживание, тем меньше потери.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основные виды потерь полезного ископаемого?
2. Что понимают под термином разубоживание?

ПОДГОТОВКА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ К ВЫЕМКЕ.

Подготовка горных пород к выемке включает в себя текущее осушение массивов пород и обеспечение устойчивости откосов уступов, предотвращение промерзания горных пород и их оттаивание; разупрочнение и разрушение — рыхление горных пород.

В зависимости от типа и состояния пород подготовка их к выемке может осуществляться осушением, предохранением от промерзания, оттаиванием мерзлых пород, гидравлическим ослаблением или упрочнением, механическим и взрывным рыхлением, управляемым обрушением уступов и другими способами. Наиболее распространены гидравлическое, механическое и взрывное рыхление.

Оттаивание мерзлого грунта осуществляют паром, водой, глубинным или поверхностным электрическим подогревом и другими способами.

Механическое рыхление - послойное отделение породы от массива и разделение ее на куски при помощи механических рыхлителей. Размеры кусков породы, отделенных от массива, должны обеспечивать высокую производительность выемочно-погрузочного и транспортного оборудования при разработке пластов различной мощности.

Механическое рыхление горных пород перед выемкой на карьерах применяется при:

1) гидравлическом способе разработки пород, плохо поддающихся размыву средствами гидромеханизации;

2) разработке плотных и полускальных горных пород скреперами, бульдозерами и стругами;

3) разработке горных пород в зимнее время для рыхления промерзшего слоя;

4) разработке горных пород с маломощными скальными слоями и прослойками.

Механическое рыхление пород осуществляется при движении тягача с заглубленным зубом.

При управляемом обрушении породных уступов в отличие от естественных оползней рассматриваются запланированные и спровоцированные виды деформаций массивов. Масштабы этих деформаций могут быть достаточно большими, поэтому техноло-

гическая целесообразность использования таких явлений зависит от надежности расчетных методов при определении параметров направленного воздействия на массив.

Буровзрывные работы — совокупность производственных процессов по отделению скальных горных пород от массива с помощью взрыва.

Основными видами буровых выработок на современных карьерах являются скважины и шпуры. Бурение скважин осуществляется буровыми машинами (станками) с принципиально отличающимися видами бурения: вращательными, шарошечными, ударно-вращательными, термическими (огневыми), ударно-канатными.

Взрывчатые вещества — химические соединения или смеси веществ, способные в определённых условиях к крайне быстрому (взрывному) самораспространяющемуся химическому превращению с выделением тепла и образованием газообразных продуктов.

Взрывное превращение — самораспространяющийся процесс чрезвычайно быстрого изменения состояния вещества (или смеси), сопровождающийся выделением энергии и образованием сильно сжатых газообразных продуктов, способных производить механическую работу.

Бризантные взрывчатые вещества — вещества, превращение которых происходит в форме детонации; используются в целях разрушения, дробления горных пород, металлических оболочек боеприпасов, сооружений и т.п.

Бризантные взрывчатые вещества могут быть отдельными химическими соединениями (тротил, гексоген, тэн, нитроглицерин и другие нитросоединения и органические нитраты) и смесями (аммониты, динамоны, аммоналы, динамиты и др.).

Детонация взрывчатых веществ — процесс химического превращения взрывчатых веществ, сопровождающийся освобождением энергии и распространяющийся по веществу в виде волны со скоростью, превышающей скорость звука в данном веществе.

Детонация в бризантных взрывчатых веществах возбуждается взрывом инициирующих взрывчатых веществ, вследствие

чего бризантные взрывчатые вещества называют также вторичными.

Комплексная механизация взрывных работ представляет собой систему рационально подобранных и взаимосвязанных машин, устройств и приспособлений, обеспечивающих выполнение всех операций, обусловленных технологическим процессом производства взрывных работ.

Для механизированного заряжания скважин на открытых работах применяются транспортно-зарядные машины, установленные на шасси автомобилей различной грузоподъемности. Машины для заряжания скважин являются одним из основных средств, обеспечивающих комплексную механизацию работ по загрузке, доставке, дозировке и заряданию взрывчатых веществ.

Организация буровых работ должна обеспечить максимальную эффективность работы буровых станков и взаимную увязку бурения с другими процессами в карьере.

На планируемый к взрыву блок составляется паспорт, в котором указывается номер блока, количество и номера скважин, расстояние между скважинами в ряду и между рядами, глубина каждой скважины, количество ВВ, высота забойки.

Разметку скважин осуществляет маркшейдерская служба. Фактическую глубину скважин и соответствие проекту контролирует машинист бурового станка. Контроль за процессом бурения производит горный (буровой) мастер.

При бурении первого ряда к бровке уступа скважин, управление станком осуществляется дистанционно, а ось бурового станка должна быть перпендикулярна бровке уступа.

Режимы бурения и другие данные заносятся в буровой журнал станка, который должен находиться в кабине машиниста. Данные о сдаче приемке смены и техническом состоянии бурового станка отмечаются в журнале сдачи приемки смен и журнале осмотра (технического состояния) станка.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основные способы подготовки горных пород к выемке?
2. Что понимают под термином детонация?

СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДОБЫЧНЫХ РАБОТ

Процессы, включающие выемку горных пород посредством механизмов, погрузку на транспортное средство или разгрузку в отвал называют процессом экскавации.

При выборе типа выемочной машины для конкретных горнотехнических условий необходимо исходить из того, что ее модель и параметры забоя должны соответствовать физико-техническим характеристикам разрабатываемой породы.

ПОГРУЗЧИКИ

Одноковшовые фронтальные погрузчики (рис. 1) получают все более широкое применение на открытых горных работах благодаря своей универсальности.

Погрузчики создаются на базе гусеничных тракторов или специальных самоходных пневмошинных шасси.

Фронтальные погрузчики могут разгружать ковш путем его опрокидывания вперед, вбок (боковая разгрузка) или через себя.

При транспортировании горной массы к месту ее разгрузки ковш погрузчика поднят вверх, а вначале загрузки перед зачерпыванием горной массы - опущен вниз.

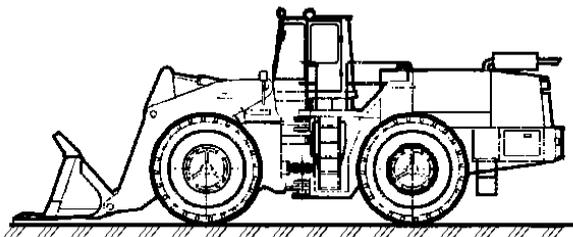


Рис. 1. Одноковшовый фронтальный погрузчик

Гусеничные фронтальные погрузчики могут выполняться как с челюстным, так и с опрокидывающимся ковшом. Погрузчик с челюстным ковшом может также выполнять и бульдозерные работы. Погрузчик-бульдозер может иметь также сменный ковш для боковой разгрузки породы.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ЛОПАТА С КАНАТНЫМ ПРИВОДОМ

Механическая лопата (мехлопата) (рис. 2)— одноковшовый экскаватор, характеризующийся жесткой связью между стрелой и ковшом, у которого подвижные элементы рабочего оборудования перемещаются с помощью механических передаточных устройств (канатов), может выполняться в виде прямой или обратной лопаты.

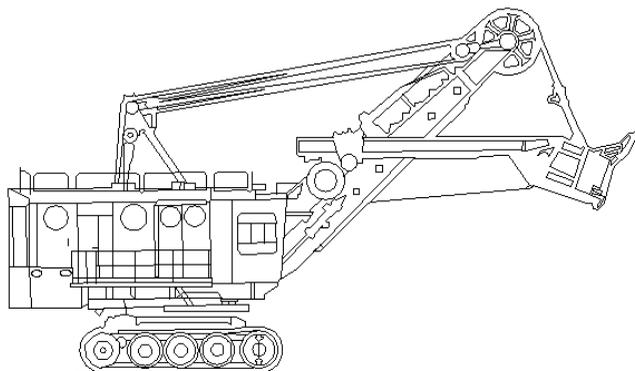


Рис. 2. Одноковшовый экскаватор - механическая лопата

Скорость движения механических лопат на гусеничном ходу составляет 0,9 – 3,7 км/ч. Преодолеваемый подъем достигает 12° при массе экскаватора до 100 т и до 7° для более крупных моделей.

Максимальное удельное давление на грунт не должно превышать несущей способности основания, которая изменяется от 0,2 МПа для мягкого песка до 0,5 – 0,6 МПа для плотной глины и до 0,8 – 1,0 МПа для мергеля.

Во время работы механическая лопата черпает породу из заходки снизу вверх и по мере обработки перемещается вперед.

Высота забоя определяется высотой черпания экскаватора и по условию безопасности работы в связных породах не должна превышать максимальной высоты черпания. В противном случае на кровле уступа будут оставаться козырьки и нависания породы, которые могут обрушиться.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ЭКСКАВАТОР

Конструктивной особенностью гидравлических экскаваторов (рис.3), определяющих их технологические параметры и технико-экономические показатели, является наличие трех пар мощных гидроцилиндров, соединенных между собой шарнирно, для управления стрелой, рукоятью и ковшом. Качающаяся стрела и рукоять, а также поворотный ковш позволяет благодаря цилиндрам создать траекторию черпания, в отличие от обычных канатных экскаваторов, и значительно большие усилия резания на зубьях ковша. У канатных экскаваторов ковш при черпании перемещается по криволинейной траектории, вследствие чего усилие резания ограничивается устойчивостью экскаватора, которая обеспечивается противовесом большой массы.

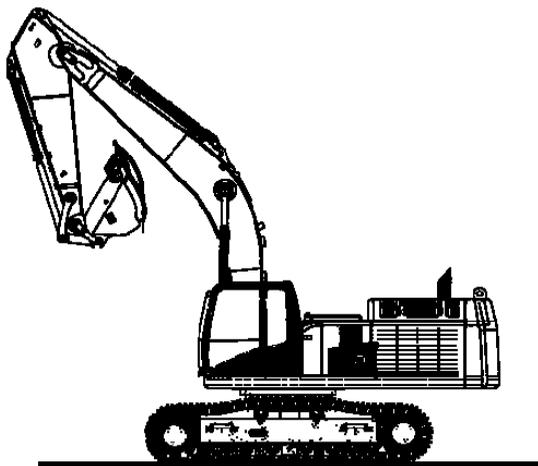


Рис. 3. Гидравлический экскаватор (обратная лопата)

Гидравлические экскаваторы работают при прямолинейном внедрении ковша и его последующем повороте в конце черпания. При этом усилие внедрения ковша ограничивается силой сцепления ходовой части экскаватора с почвой забоя.

Благодаря лучшей кинематике рабочего органа гидравлические экскаваторы при одинаковой емкости ковша по сравнению с механическими лопатами имеют рабочую массу в 1,8 – 2,2 раза меньшую, а усилие копания в 2 – 2,2 раза большее; расход элек-

троэнергии уменьшается на 30 %, а эксплуатационные расходы на экскавацию горной массы – в 2 – 4 раза. Кроме того, могут быть снижены расходы на ремонт транспортных средств. Независимое движение напора, подъема и поворота ковша облегчают разборку подошвы забоя и селективную выемку. Благодаря уменьшению минимального и увеличению максимального радиусов на уровне черпания появляется возможность расширить забой экскаватора и значительно увеличить объем горной массы, вынимаемой экскаватором в забое с одного места стояния. Кроме этого увеличивается глубина копания ниже уровня стояния, и улучшаются условия выгрузки породы из ковша.

Несмотря на перечисленные преимущества, практика эксплуатации гидравлических экскаваторов выявила существенные недостатки.

Основной причиной возникновения отказов у гидравлических экскаваторов является загрязнение гидрожидкости и запуск гидросистем экскаваторов при экстремально низких температурах. Загрязнение гидрожидкости различными частицами, попадающими внутрь системы, является основной проблемой функционирования гидропривода, вызывающей подавляющее большинство его неисправностей.

Следующая проблема связана с экстремальными климатическими условиями Крайнего Севера, где температура окружающей среды может достигать -60 С. Доля отказов гидравлических систем, вызванных холодным запуском не велика, однако они приводят к столь катастрофическим последствиям, что вызывают весьма длительные простои и обуславливают высокую стоимость ремонта.

ДРАГЛАЙН

Драглайны (рис.4) применяют при разработке обводненных месторождений мягких пород и разработки забоев, расположенных ниже уровня стояния экскаватора. Широко используются они на земляных работах при строительстве каналов, дорог, гидросооружений и т.д.

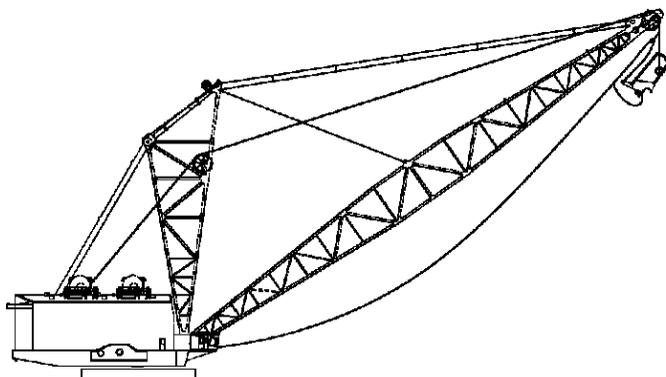


Рис. 4. Шагающий экскаватор – драглайн

Принцип работы драглайна заключается в следующем, ковш наполняется при его движении по забою под действием тягового каната. Затем ковш поднимается, и экскаватор поворачивается к месту разгрузки. Ковш подвешен к подъемному канату таким образом, что пока тяговый канат слегка натянут, ковш находится примерно в горизонтальном положении. При ослаблении тягового каната ковш опрокидывается передней стороной вниз и разгружается. После разгрузки экскаватор поворачивается, и ковш опускается на грунт, возвращаясь в начальное положение.

Минимальная толщина стружки должна быть такой, чтобы ковш заполнялся за одно черпание. Толщину стружки регулируют изменением длины разгрузочного каната и места крепления тяговых цепей. Большая толщина стружки допускается в мягких породах, меньшая - в тяжелых.

Продолжительность поворота экскаватора зависит главным образом от места выгрузки породы. При перемещении в отвал ковш иногда разгружается на ходу, без остановки экскаватора, поворачивающегося на 360 градусов. Продолжительность рабочего цикла при этом минимальная, так как разгрузка совмещается с поворотом и происходит без опускания ковша и остановки для перемены направления движения. Продолжительность цикла, в зависимости от типа оборудования колеблется от 45 до 60 секунд при угле поворота 135 градусов.

МНОГОКОВШОВЫЕ ЦЕПНЫЕ ЭКСКАВАТОРЫ

Цепные многоковшовые экскаваторы (рис. 5) имеют рабочий орган – ковшовую раму, которая служит для направления цепи с ковшами. Рама одним концом шарнирно закреплена на корпусе, а другой ее конец подвешен к укосине на полиспасах.

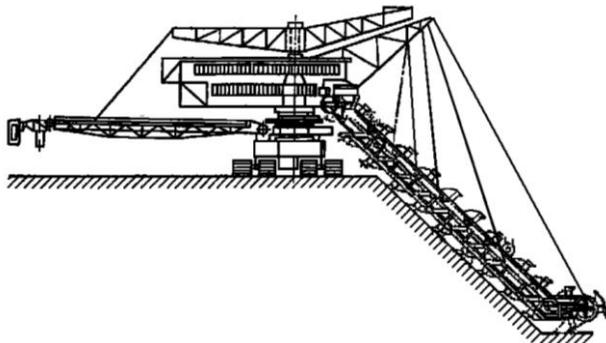


Рис. 5. Многоковшовый цепной экскаватор

Выемка породы в забое производится ковшами, находящимися во время работы в нижней ветви ковшовой цепи, прижимаемой к забою весом рамы. Емкость ковшей изменяется от 250 до 4500 литров. Нагруженные ковши поднимают породу к верхнему барабану, огибая который они разгружают ее в бункер, откуда порода поступает в вагоны или на специальный разгрузочный конвейер. Скорость движения ковшовой цепи от 1,0 до 1,4 м/с, число разгрузок ковшей от 25 до 60 в минуту.

Экскаваторы выпускают на железнодорожном, гусеничном и шагающем ходу. Мощные цепные экскаваторы, применяемые для работы с фронтальным черпанием, главным образом с транспортно-отвальными мостами, чаще всего изготавливают на рельсовом ходу.

Рельсовые пути могут состоять из трех, пяти, семи и восьми ниток рельсов, включая откаточные пути. Обычно рельсовые пути многоковшовых экскаваторов укладывают на общих шпалах с путями для подвижного состава.

МНОГОКОВШОВЫЕ РОТОРНЫЕ ЭКСКАВАТОРЫ

Роторные экскаваторы в отличие от цепных получили большее распространение. Обусловлено это возможностью реализации больших усилий копания и высот уступов, большими значениями КПД, значительно меньшим износом элементов рабочего оборудования, большей универсальностью.

Преобладающий тип ходового оборудования роторных экскаваторов – гусеничный: двухгусеничный и трехопорный многогусеничный. Первый тип ходового оборудования характерен для машин массой до 1000 – 1200 т, второй тип – для более тяжелых машин.

Роторные экскаваторы (рис. 6) имеют рабочий орган в виде роторного колеса с ковшами, установленным на конце стрелы. При вращении ротора ковши срезают в забое стружку породы и передают ее на конвейер, расположенный на стреле экскаватора сбоку от роторного колеса. Порода, перемещаемая стреловым конвейером, перегружается на разгрузочный конвейер, а с него – в транспортные средства.

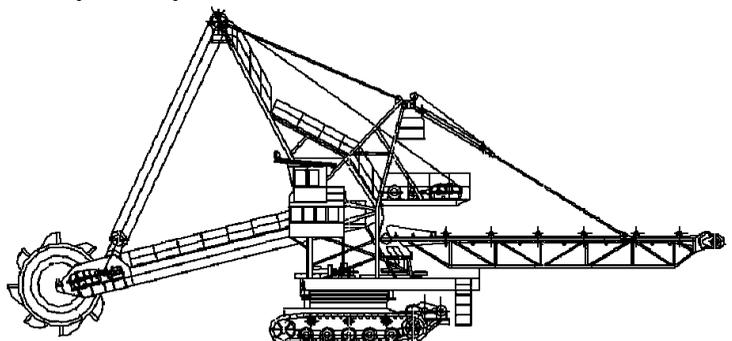


Рис. 6. Многоковшовый роторный экскаватор

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основные виды добычного оборудования на карьерах?
2. Области применения различных средств механизации выемочно-погрузочных работ?

ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Карьерный транспорт - комплекс сооружений и устройств для перемещения (транспортирования) горной массы при открытой разработке месторождений полезных ископаемых. Включает основное (подвижной состав) и вспомогательное оборудование, транспортные коммуникации, средства управления работой, а также средства и устройства для технического обслуживания и ремонта.

Выбор вида карьерного транспорта определяется главным образом характеристикой транспортируемого груза, расстоянием транспортирования, масштабом перевозок и темпами их развития (последнее предъявляет требования к манёвренности транспортных средств). Основные требования, предъявляемые к карьерному транспорту: обеспечение заданного объёма транспортирования; бесперебойность и надёжность работы; возможно меньшие трудоёмкость и стоимость работ, достигаемые механизацией и автоматизацией основных и вспомогательных процессов транспортирования; безопасность движения и ведения работ.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ В КАРЬЕРАХ

К основным достоинствам железнодорожного карьерного транспорта относятся:

- высокая надёжность в работе;
- низкая себестоимость перевозок;
- незначительная зависимость от климатических условий.

Недостатки:

- сравнительно высокая капиталоемкость;
- невысокие мобильность и преодолеваемые уклоны.

На открытых горных работах получили распространение два типа локомотивов – электровозы и тепловозы. Форма кузова карьерных локомотивов выполняется вагонного (подобно магистральным) или будочного типа с размещением кабины машиниста в средней части локомотива.

Карьерные вагоны (полувагоны) имеют открытый кузов (для экскаваторной загрузки и механической разгрузки), они должны выдерживать большие ударные нагрузки, обеспечивать быструю разгрузку и обладать повышенной устойчивостью.

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ В КАРЬЕРАХ

Области эффективного применения автомобильного карьерного транспорта: строительство карьеров, разработка месторождений с неправильными контурами или месторождений, залегающих в гористой пересечённой местности; разработка горизонтальных или слабонаклонных пластов при быстром продвижении фронта работ; выемка полезных ископаемых по сортам или выемка отдельных прослоек и блоков; разработка месторождений, залегающих на большой глубине (с использованием автотранспорта в сочетании с другими транспортными средствами на коротком плече откатки). В большинстве случаев карьеры, в которых применяется автомобильный карьерный транспорт, имеют ограниченные размеры (длина в плане обычно не более 2-3 км, глубина 150-200 м). Оптимизация автомобильного карьерного транспорта связана с наиболее полным использованием погрузочных агрегатов в забоях, поэтому схема подъездов под погрузку выбирается с учётом наименьшего времени на манёвры, подачу и смену автосамосвалов.

Карьерные автосамосвалы применяются на открытых горных работах и масштабных стройках для перевозки добытых полезных ископаемых и строительных материалов. Поскольку задача такого спецтранспорта заключается в том, чтобы перевезти за один рейс максимальное количество груза, конструкторы неустанно разрабатывают новые модели, которые в настоящее время считаются самыми крупными, мощными и сверхтяжелыми грузовиками.

Конструктивно карьерные автосамосвалы представлены двигателем, кузовом и шасси, а ходовая часть рамой (чаще всего сварной жесткой), подвесками и колесами (на грузовиках большой грузоподъемности – бескамерными шинами). Поскольку горная масса может налипать или при минусовой температуре примерзать ко дну и стенкам кузова, в них часто применяются специальные системы стряхивания или подогрева кузова.

Из средств автомобильного транспорта наибольшее распространение на карьерах получили автосамосвалы с задней разгрузкой кузова.

КАРЬЕРНЫЙ КОНВЕЙЕРНЫЙ ТРАНСПОРТ

Областью эффективного использования карьерного конвейерного транспорта является перемещение до различных пунктов угля и мягких вскрышных пород, разрабатываемых роторными экскаваторами, а также крепких пород и руд после предварительного дробления.

Конвейерный транспорт характеризуется относительно малой энергоёмкостью, благоприятными условиями для автоматизации и централизованного управления, повышением безопасности и улучшением условий труда. Эксплуатация конвейерного транспорта меньше зависит от климатических условий, чем эксплуатация автотранспорта. Системы конвейерного транспорта могут работать при изменениях температуры воздуха от -40 до 50°C .

Недостатки конвейерного транспорта: сложность транспортирования абразивных скальных грузов, кусковатость которых для ленточных конвейеров не превышает 350-400 мм; ограниченные сроки службы и высокая стоимость конвейерной ленты (до 40% стоимости конвейера); сложность транспортирования липкой горной массы.

Технико-экономические показатели конвейерного транспорта определяются, в первую очередь, производительностью, а также энергоёмкостью и стоимостными характеристиками конвейерных установок. Эксплуатационная производительность конвейеров зависит от ширины ленты, скорости транспортирования, а также от коэффициента использования транспорта в течение смены.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ КАРЬЕРНОГО ТРАНСПОРТА

К специальным видам относятся рудоскаты, рудоспуски, скиповые подъемники, гидротранспорт и другие виды карьерного транспорта.

Рудоскат — открытая горная выработка, пройденная по откосу уступа или косогора и предназначенная для перемещения руды под действием собственного веса. Используются в нагорных карьерах, выполняются открытыми или закрытыми.

Достоинства рудоскатов в возможности перемещения горной массы по кратчайшему расстоянию без затрат энергии.

Рудоспуск — подземная горная выработка, предназначенная для перемещения руды под собственным весом из рабочей зоны горнодобывающего предприятия на транспортный горизонт. Применяются на нагорных карьерах, а также при комбинированной разработке месторождений (подземным и открытым способами) или вскрытии карьерных полей подземными горными выработками (вертикальными и наклонными стволами, тоннелями). Различают вертикальные, наклонные, ступенчатые и ломаные (ступенчато-наклонные) рудоспуски.

Скиповой подъёмник - установка для транспортировки полезного ископаемого или горной породы в скипах по рельсовым путям с горизонтов карьера, расположенных ниже 150-200 м. Основные элементы скипового подъёмника: рельсовый путь, скипы, подъёмная машина, копер, тяговый канат, перегрузочные устройства в карьере и на поверхности.

Гидравлический транспорт — технологический процесс перемещения материалов потоком воды. Достоинства гидравлического транспорта: высокая производительность, возможность транспортирования на значительном расстоянии при полной автоматизации процесса, отсутствие потерь перемещаемого материала, невысокие эксплуатационные расходы, возможность совмещения процесса транспортирования с другими технологическими процессами (гидравлическим разрушением, обогащением), низкий уровень шума и возможность укладки трубопроводов под землёй. Недостатки: относительно большой расход энергии и воды, износ труб и насосов, ограниченное число материалов, перемещение которых возможно с помощью средств гидравлического транспорта, измельчение и размокание материалов в процессе транспортирования.

КОМБИНИРОВАННЫЙ КАРЬЕРНЫЙ ТРАНСПОРТ

Для комбинированного транспорта характерно использование каждого из видов транспорта в оптимальных для него условиях. Недостатки комбинированного транспорта: усложнение системы ремонта и обслуживания, неизбежность перегрузки горных масс из одного вида транспорта в другой.

Системы комбинированного транспорта состоят обычно из трёх звеньев: транспорт в пределах карьера, подъём на поверхность, транспорт на поверхности до пунктов разгрузки. Возможны также системы различных видов в каждом звене. Наиболее часто один вид транспорта используется в пределах карьера, а другой — для перемещения горных масс на подъёме и на поверхности.

Наиболее распространённые виды комбинированного транспорта включают использование в пределах карьера автомобильного (реже железнодорожного) транспорта; для выдачи горных масс на поверхность служат конвейеры или подъёмники.

Чаще всего на карьерах применяется комбинация автомобильного и железнодорожного транспорта, которая наиболее эффективна на крупных карьерах большой производственной мощности, при разработке нижних горизонтов карьеров с ограниченными размерами в плане, затрудняющими развитие железнодорожных путей, при отработке участков месторождения со сложной конфигурацией и составом полезных ископаемых, при необходимости интенсификации горных работ в глубинной части карьера. Автомобили вводятся, как правило, с глубины 150-180 м.

Пункты перегрузки с автомобильного транспорта на железнодорожный располагают на дне карьера, на борту или на поверхности, в непосредственной близости от верхней бровки карьера. По мере понижения работ расстояние до перегрузочного пункта увеличивается и возрастает длина транспортирования автосамосвалами. Это снижает эффективность комбинированного транспорта и вызывает необходимость переноса перегрузочного пункта на нижерасположенные горизонты. При этом расстояние перевозок автомобильным транспортом изменяется от 0,5 до 1,5 км, а железнодорожным, включая путь на поверхности, возрастает до 8-10 км и более.

Горная масса перегружается из автосамосвалов в железнодорожные составы с помощью погрузочных средств и устройств или непосредственно. На современных карьерах в основном применяются экскаваторные перегрузочные пункты вместимостью горной массы 3-5 тысяч м³ и более. Отгрузка со склада (который может одновременно являться также сортовым усреднительным) производится экскаваторами или погрузчиками. Не-

посредственная перегрузка — на площадках или специальных эстакадах. Автомобильно-железнодорожный комбинированный транспорт способствует повышению производительности экскаваторов и транспортного оборудования, сокращению трудоёмких путевых работ, более равномерному распределению объёмов вскрышных работ, уменьшению числа автосамосвалов и др. Величина грузопотока при этом виде комбинированного транспорта 30-50 млн. т. Автомобильно-конвейерный транспорт наиболее распространён на карьерах с крепкими скальными породами и рудами. Ввод автомобильно-конвейерного комбинированного транспорта наиболее целесообразен с глубины разработки 80-150 м, а эксплуатация при дальности транспортирования автосамосвалами — до 1,5 км и конвейерами — до 3 км. Конвейерами, располагаемыми по борту карьера (в траншеях, полутраншеях) или в специально пройденных подземных выработках (наклонных стволах), горная масса выдаётся на поверхность для перемещения на обогатительную фабрику или перегрузки в другой вид транспорта.

Перегрузочные пункты (стационарные или полустационарные) с автомобильного на конвейерный транспорт, так же как и при автомобильно-железнодорожном, могут располагаться на поверхности у борта карьера, в его донной части или на борту. Перегрузочные пункты оборудуют грохотами, дробилками, питателями. Карьеры, характеризующиеся значительным темпом понижения работ и большим сроком службы, имеют полустационарные перегрузочные пункты, располагаемые на концентрационных горизонтах и периодически (через 60-90 м) перемещаемые по мере углубления разработки на нижние горизонты.

Конкурентоспособность автомобильно-конвейерного комбинированного транспорта с другими видами транспорта возрастает с увеличением производственной мощности и глубины карьера. На большинстве карьеров глубиной свыше 200-250 м автомобильно-конвейерный транспорт становится на 10-15% экономически более выгодным, чем автомобильно-железнодорожный. Возможность транспортирования дроблёной скальной горной массы ленточными конвейерами (под углом 15-16°) во многом предопределяет уменьшение разноса бортов карьера и объёмов горно-капитальных работ, способствует сокраще-

нию периодов ввода в эксплуатацию новых горизонтов, уменьшению протяжённости транспортных коммуникаций, позволяет внедрить элементы поточной технологии, повысить производительность оборудования и интенсифицировать отработку месторождения. Грузопоток при автомобильно-конвейерном транспорте 18-20 млн. т и более.

Железнодорожно-конвейерный транспорт используется при больших размерах карьеров в плане и значительной их глубине (свыше 150-180 м). Однако такие условия встречаются сравнительно редко. Величина грузопотока при введении комбинации железнодорожно-конвейерного транспорта — 20-25 млн. т и выше.

Автомобильно-скиповой транспорт даёт возможность транспортировать скипами крупнокусковую взорванную скальную горную массу вверх по борту карьера под углом до 45° и в шахтных стволах — до 90° . Значительное сокращение разноса бортов, особенно в условиях крепких вмещающих пород, и уменьшение объёмов горно-капитальных работ, надёжная и безопасная работа скиповых подъёмников в условиях низких температур делают целесообразным его применение в сравнительно глубоких карьерах (до 350-400 м) с малыми размерами в плане. Скиповые подъёмники устанавливаются при глубине карьера 50-100 м. Величина грузопотока при этом виде комбинированного транспорта 8-10 млн. т. Недостатки автомобильно-скипового транспорта: трудность организации подъёма горной массы с нескольких горизонтов, высокая стоимость приёмных бункеров.

Кроме основных видов комбинированного транспорта, известны комбинации автомобильного транспорта с гравитационным, канатным, гидро- и пневмотранспортом и др. Они практически не распространены на горных работах (кроме автомобильно-гравитационного).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основные виды карьерного транспорта полезных ископаемых?
2. Особенности применения комбинированного транспорта на карьерах?

ДОБЫЧНЫЕ РАБОТЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПЛАСТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Угольные залежи являются главными по значению среди пластовых месторождений. По строению месторождения бывают простые, представленные однородным пластом или линзой угля, и сложные, в которых пласт представляет собой чередование пропластков углистых сланцев, глин и песчаников. Мощность пластов колеблется от сантиметров до 100 м и более.

Добыча угля на карьерах производится роторными, многочерпаковыми, одноковшовыми экскаваторами и комбайнами с конвейерным, железнодорожным и автомобильным транспортом. Конкретная технология и механизация добычных работ определяется горно-геологическими условиями месторождения, производительностью карьера по полезному ископаемому и технологией вскрышных работ.

Добычные работы на горизонтальных и пологих месторождениях при однородном строении пласта выполняются механическими лопатами с фронтальным или нижним черпанием с автомобильным транспортом.

Высота добычного уступа обычно равна мощности пласта угля и для производительной работы экскаватора составляет от 4 до 20 м.

При мощности пласта менее 4 м полезное ископаемое разрабатывается слоевым способом с рыхлением и штабелированием разрыхленной горной массы бульдозером. Из штабеля уголь загружается экскаватором или погрузчиком в средства транспорта.

Добычные работы на месторождениях с большой мощностью угольного пласта производятся с разделением пласта на уступы высотой, соответствующей параметрам экскавационной техники.

Разработка сложноструктурных угольных пластов производится селективно многочерпаковыми или фрезерными экскаваторами.

На наклонных месторождениях и с крутым залеганием угольных пластов добычные работы осложняются необходимостью применения методов, позволяющих обеспечить выемку угля с минимальными потерями и разубоживанием пустыми породами

в контактных зонах. На этих месторождениях параметры заходок зависят от мощности, направления и угла падения залежи, а также от типа вмещающих пород. В скальных и полускальных породах блоки по полезному ископаемому и породам обуриваются и взрываются отдельно.

ПРИМЕРЫ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧНЫХ РАБОТ НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ

ИРША-БОРОДИНСКИЙ БУРОУГОЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ

Ирша-Бородинское месторождение расположено в центральной части Рыбинского угленосного района Канско-Ачинского бассейна. Общие геологические запасы 1100 млн. т. Средняя мощность основного пласта 34 м.

Климат района резко континентальный. Минимальная температура воздуха – 40 °С, максимальная + 46 °С. Количество осадков колеблется по годам в пределах 235-510 мм. Скорость ветра обычно не превышает 5,5 м/с.

Четвертичные отложения глин, суглинков, песков и супесей с включениями гальки представляют собой породы вскрыши, мощность которых изменяется в пределах 3-12 м.

Комплект оборудования добычного технологического потока: экскавация угля - роторный экскаватор, транспорт - конвейерный.

КОРКИНСКИЙ БУРОУГОЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ

В настоящее время Коркинский карьер является наиболее глубоким из всех открытых разработок угольной промышленности. Разработка начата в 1933 г., проектная глубина 500 м.

Месторождение расположено в Челябинской области, в 35 км от г. Челябинска. Климат района резко континентальный с суровой зимой и коротким жарким летом, среднегодовая температура + 2,8 °С. Снежный покров имеет мощность от 26 до 69 мм и удерживается в течение половины года. Количество атмосферных осадков 337-445 мм в год.

Поверхность района месторождения представляет лесостепную равнину с неглубокими впадинами. Свита, включающая 8 угольных пластов суммарной мощностью около 200 м, залегает в виде брахисинклинальной складки, которая ограничена на запа-

де и востоке сбросами; по центру месторождения в меридиональном направлении проходит антиклинальная складка, разделяющая его на две мульды: западную и восточную. Угол падения пластов от 15 до 90°.

Уголь Коркинского месторождения относится к бурым, но обладает высокой теплотворной способностью - 4200 кал/кг, товарная зольность 32,6%. Крепость угля высокая; требуется предварительное рыхление взрывными работами. Породы вскрыши - четвертичные, третичные и триасюрские отложения в виде суглинков и глин мощностью 18 м, мелкозернистых песков и опок общей мощностью 16 м, а также аргиллитов, алевролитов, песчаников и конгломератов. Верхние уступы рыхлых отложений требуют применения взрывных работ только в зимний период, а основные триасюрские отложения подвергаются рыхлению взрывными работами круглый год.

Максимальный коэффициент вскрыши 9 м³/т. Обводненность месторождения определяется притоком, приуроченным к угольному пласту, и составляет 300-400 м³/ч.

Вскрышные работы производятся с перевозкой вскрыши на внешние отвалы железнодорожным транспортом. Вскрытие породных горизонтов по проекту осуществляется внутренними траншеями с петлевой трассой, вскрытие угольных горизонтов — наклонной траншеей.

Комплект оборудования добычного технологического потока: буровые станки вращательного бурения, экскавация угля - ЭКГ-4,6, транспорт - конвейерный.

УГОЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ «МЕЖДУРЕЧЕНСКИЙ»

Карьерное поле разреза «Междуреченский» расположено в Томь-Усинском и Мрасском геологических районах Кузбасса на землях Междуреченского и Новокузнецкого районов Кемеровской области. Отрабатываются тринадцать пластов суммарной мощностью 54 метра, поле разреза состоит из двух частей.

На основной части поля отрабатывается четыре пласта углей коксующихся марок (КС, ОС, СС), на участке № 8 - девять пластов энергетических углей. Мощность отрабатываемых пластов - от одного до десяти метров, углы падения - от 2 до 75 градусов.

Среднегодовой объём добычи с начала эксплуатации - 3,9 млн. тонн. Максимальная добыча достигнута в 2007 г. - 6,3 млн. тонн.

Вскрышные работы ведутся по трем технологиям: с погрузкой породы в железнодорожный транспорт, автомобильный транспорт и бестранспортной. В технологическом процессе задействованы: карьерные экскаваторы; технологический автотранспорт; тяговые агрегаты ОПЭ-1 (однофазный промышленный электровоз с одним моторным думпкаром); тепловозы с думпками; тяжелые бульдозеры и буровые станки.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Специфика ведения добычных работ при разработке пластовых месторождений?
2. Особенности разработки угольного разреза «Междуреченский»?

ДОБЫЧНЫЕ РАБОТЫ НА ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ КАРЬЕРАХ

Технология добычных работ на железорудных карьерах состоит: в мягких породах – из экскавации и транспортировки; в крепких породах - из буровзрывной подготовки горных пород к выемке, экскавации механическими лопатами и доставки до обогатительной фабрики автомобильным, железнодорожным или комбинированным автомобильно-конвейерным транспортом. В мягких породах параметры технологии добычных работ определяются выемочно-погрузочной техникой.

В скальных породах высота уступа составляет 15 или 20 м. Величина экскаваторного блока устанавливается такой, чтобы обеспечить непрерывную работу экскаватора минимум на две недели, длина фронта работ в добычной зоне карьера обычно аналогична вскрышной и составляет при железнодорожном транспорте 1500-2500 м, при автомобильном- 1000-1500 м.

Бурение скважин в добычной зоне осуществляется шарошечными, огневыми и комбинированными станками с диаметром скважин от 200 до 320 мм. Взрывание многорядное. Используется взрывчатое вещество с удельным расходом 0,75—0,78 кг/м³. Для увеличения разрушения минерального зерна применяют взрывчатое вещество с повышенной бризантностью или используют повышенный его расход, для чего сгущают сетку скважин. На карьерах КМА для повышения вместимости пробуренные скважины шарошечными станками расширяют в нижней части огневым рабочим органом. Экскавация горной массы производится экскаваторами ЭКГ с ковшом 4,6, 8 и 12,5 м³.

Комбинированный автомобильно-конвейерный транспорт успешно эксплуатируется на Оленегорском, Ковдорском, Криворожских карьерах. Перегрузочный пункт с автомобильного на конвейерный транспорт располагается в карьере с учетом минимального расстояния доставки руды от забоев до перегрузочного пункта (как правило вверх на один уступ). В конструкцию перегрузочного пункта входит разгрузочная площадка, бункер и дробилка. По мере развития горных работ перегрузочный пункт перемещается ближе к рабочей зоне добычных работ, для чего дробилка и бункер конструктивно выполняются полустационарными. Их перемещение осуществляется специальными передвижчиками на гусеничном ходу.

Доставляемая на поверхность руда направляется на обогатительную фабрику или на рудный склад.

ПРИМЕРЫ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧНЫХ РАБОТ НА ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ КАРЬЕРАХ

ЛЕБЕДИНСКИЙ ЖЕЛЕЗОРУДНЫЙ КАРЬЕР КУРСКОЙ МАГНИТНОЙ АНОМАЛИИ

Лебединское железорудное месторождение КМА расположено в 15 км от г. Старый Оскол Курской области.

Северная часть месторождения находится в пойме реки Осколец. Ширина русла реки 2-5 м. В центральной части месторождения находится село Лебеди, вблизи проходит железнодорожная ветка. Поверхность района холмистая, сильно изрезана глубокими оврагами. Климат района умеренно континентальный, с температурой воздуха в пределах +37,5 °С и -36 °С. Количество выпадающих за год осадков - от 260 до 760 мм; большая часть их выпадает в виде дождя.

Участок Лебединского месторождения в период его эксплуатации требует тщательного осушения, так как толща пород значительно обводнена. В первый период эксплуатации приток воды в карьер достигает 4000 м³/ч.

Железистые кварциты разрабатываются уступами 15 м с применением буровзрывных работ.

Комплект оборудования добычного технологического потока: бурение скважин - станки СБШ-250, СБШ-320 и СБО-160/20, экскавация руды - ЭКГ-8И, транспорт с верхних добычных горизонтов - железнодорожный думпкарами 105 и 180 т, с нижних - автотранспорт БелАЗ-540 и 548 с доставкой на перегрузочный пункт на железнодорожный транспорт до обогатительной фабрики.

ЖЕЛЕЗОРУДНЫЙ КАРЬЕР КАЧКАНАРСКОГО ГОКА

Качканарское месторождение титаномагнетитовых руд находится на восточном склоне Среднего Урала в Свердловской области, в 30 км от железнодорожной станции Нижняя Тура. Район расположен в зоне перехода от осевой высокогорной части Уральского хребта к увалистой восточной части. Вершина самой высокой горы Качканар имеет абсолютную отметку 881,5 м.

В районе довольно густо развита система притоков рек Ис и Выя.

Река Выя имеет среднегодовой расход воды 1,28 м³/с. Климат района резко континентальный. Колебания температур достигают от +35°С в июле до -37°С в январе. Годовое количество осадков 400 мм. Максимальная глубина промерзания грунта 2,2 м.

Месторождение приурочено к Качканарскому пироксенитовому массиву, залегающему среди пород верхнего силлура и нижнего девона. В пределах названных массивов залегают обособления оливинитов, перидотитов и габбро.

Оруденение проявляется в виде вкрапленности, редко - в виде шлиров и прожилков и приурочено к пироксенитам.

Качканарское рудное поле приурочено к вершине массива, представлено мелко- и среднезернистыми вкрапленниками магнетитов, залегающих в оливинитах и пироксенитах. Залежь погружается на глубину свыше 500 м.

Добычные работы производятся с буровзрывной подготовкой горных пород.

Комплект оборудования добычного технологического потока: бурение скважин - станки 2СБШ-200, СБШ-250, экскавация руды - ЭКГ-8И в автотранспорт БелАЗ-540 с доставкой до перегрузочного пункта на железнодорожный транспорт с думпкарами ВС-100, 105 и 180.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Специфика ведения добычных работ на железорудных карьерах?

2. Особенности разработки железорудного карьера Качканарского ГОКа?

ДОБЫЧНЫЕ РАБОТЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦВЕТНЫХ, РЕДКИХ И ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ

Месторождения руд цветных, редких и драгоценных металлов разнообразны по генезису, формам рудных тел, условиям залегания, качеству и содержанию полезных компонентов. К ним относятся месторождения: меди, никеля, кобальта, молибдена, алюминия, вольфрама, магния, свинца, цинка, олова, ртути, сурьмы, висмута, ниобия, бериллия, лития, гафния, цезия, рубидия, стронция, золота, платиноидов и серебра.

Большой особенностью этих месторождений является комплексность руд. Большинство представлено полиметаллическими рудами со значительным присутствием в них редких, драгоценных и редкоземельных элементов.

В технологию добычных работ входит способ разработки забоя, механизация выемочно-погрузочных работ и транспорт.

На рабочем горизонте в зависимости от сложности залегания полезного ископаемого способ разработки забоя может быть валовый и селективный (раздельный).

Валовая технология выемки руды применяется в забоях с однородной по сорту и качеству рудой. Она аналогична технологии во вскрышных забоях с мягкими или крепкими породами.

В сложных забоях с рудой одного сорта, качества и породами или многосортной рудой и породой технология выемки может быть валовая или раздельная (селективная).

Разработку ведут обычно торцевым, реже продольным забоем (при наличии выдвигной стрелы и выемке по простиранию пластов).

В зависимости от условий залегания полезного ископаемого и принятого способа работы ведут торцевым забоем на полную ширину, либо забоем уменьшенной ширины, либо узким (боковым) забоем.

При раздельной выемке горизонтального пласта цепным экскаватором с верхним черпанием, перемещающимся вдоль фронта работ, на первом этапе обрабатывается верхняя часть вскрыши. На втором этапе производится отработка пласта. При этом путь заполнения ковшей изменяется от величины, равной

длине верхнего планирующего звена, до величины, равной полной длине ковшовой рамы.

При работе экскаватора с нижним черпанием могут обрабатываться пласты, залегающие на любой глубине относительно горизонта установки экскаватора.

Выемка пологих и наклонных пластов может производиться фронтальным забоем как при верхнем, так и при нижнем черпании.

Раздельная выемка и погрузка применяются на тех участках забоя, где руды и порода имеют чёткие границы и где можно производить выборочную выемку.

Раздельная выемка сложноструктурных залежей повышает качество добываемого полезного ископаемого и снижает его потери, но осложняет организацию подготовки и выемки, а также снижает производительность выемочно-погрузочного оборудования и повышает себестоимость добытой руды.

Раздельная выемка пород из массива или развала взорванной массы в зависимости от сложности забоя может быть простой или сложной.

Сложная раздельная выемка состоит из комплекса специальных приёмов разработки и сортировки полезного ископаемого по высоте уступа, причём приёмы внутризабойной сортировки массы полезного ископаемого сочетаются с попутной погрузкой требуемых сортов полезного ископаемого.

Внутризабойная экскаваторная сортировка состоит из подготовки и собственно сортировки и характерна для рудных карьеров.

Собственно сортировка заключается в обособленной выемке и погрузке разнородной массы. Она обычно осуществляется методами управляемого обрушения, раздельного черпания или комбинированными методами.

Сортировка методом управляемого обрушения состоит в определенном порядке разработки забоев. Вначале в забое создают лоткообразные выемки, используемые в дальнейшем для накопления массы в нижней их части, затем приступают к раздельной выемке и обрушению руды или породы из верхних и нижних участков забоя.

Сортировка методом отдельной выемки канатной механической лопатой применяется обычно в довольно сложных забоях при горизонтальном и наклонном залегании слоев мощностью более 2 м. Она начинается с выемки верхних слоев на глубину 1-2 м. Наиболее широкое распространение метод отдельной выемки получил на карьерах по добыче цветных и редких металлов с автомобильным транспортом.

К комбинированным методам сортировки относятся методы послонной сортировки по фракциям, комбинации отдельного копания с управляемым обрушением.

В условиях отдельной выемки особенно эффективны гидравлические экскаваторы с поворотным ковшом, которые позволяют существенно снизить потери и разубоживание полезных ископаемых при разработке сложных забоев. При разработке развала взорванной горной массы применяется вертикальная селективная выемка, когда руда и порода по вертикали имеют контакты и возможно чередовать выемку рудных и породных участков при продольном ходе экскаватора.

Для забоев второго типа при аналогичной организации буровзрывных работ применяется выемка поперечными экскаваторными заходками разной ширины. Ширина заходки выбирается в соответствии с размерами рудных и породных участков забоя и комбинацией выемки поперечными экскаваторными заходками в сочетании с вертикальной экскаваторной селективной выемкой.

ПРИМЕРЫ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧНЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРАХ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

НОРИЛЬСКОЕ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено на севере Красноярского края. Рельеф поверхности района сложный. Климат крайне суровый.

Формы рудных тел: жильные, линзо- и пластообразные. Глубина залегания рудных тел от 150 до 1500 м. Руды сульфидные медно-никелевые, приуроченные к донной части мощной интрузии дифференцированных габбро-диабазов. Мощность пологопадающей (20-30°) залежи от 20 до 136 м.

Главные рудные минералы: пентландит, халькопирит, пирротин, второстепенные - магнетит, кубанит, платиноиды. Руды сплошные и вкрапленные.

Месторождение обрабатывалось двумя карьерами: «Медвежий ручей» и «Угольный ручей».

Комплект оборудования включает: буровое и экскавационное оборудование, железнодорожный и автомобильный транспорт

СРЕДНЕ-ТИМАНСКИЙ БОКСИТОВЫЙ РУДНИК

Месторождение расположено в 150 километрах к северо-западу от г.Ухта.

Производственный комплекс имеет транспортное сообщение с федеральной железнодорожной магистралью Москва-Воркута

По наличию запасов (260 млн. тонн), качеству бокситов, условиям разведанности, Ворыквинская группа бокситовых месторождений Среднего Тимана при относительно дешевом способе добычи не имеет в России альтернативы. Площади рудных тел, небольшие глубины залегания и достаточная сосредоточенность залежей позволяет оперативно реагировать на изменения рынка алюминиевого сырья, как по количественному, так и по качественному показателю, что делает ОАО «Боксит Тимана» наиболее выгодным и привлекательным поставщиком глиноземного сырья на внутреннем рынке.

Кроме металлургических сортов бокситов - гидрохимического и спекательного, а также абразивного боксита, в состав месторождений входят и маложелезистые бокситы, применяющиеся в производстве огнеупоров.

Бокситы используются для производства глинозема на Уральском, Богословском алюминиевом и Бокситогорском глиноземном заводах. Предприятие полностью реализует производственную продукцию.

Проект строительства Тиманского рудника, разработанный Всесоюзным алюминиево-магниевым институтом (ВАМИ), предусматривает возможность раздельной добычи бокситов для производства глинозема методом Байера и бокситов для производства глинозема методом спекания

«Боксит Тимана» осуществляет работы по внедрению нового способа добычи бокситов на Средне-Тиманском руднике. Германская компания Такраф, специально по заказу ОАО "Боксит Тимана", изготовила фрезерный комбайн, производящий тонкослойную выемку боксита, при которой исключаются буровзрывные работы при добыче руды. Изготовление фрезерного комбайна МТС 180 «Манн Такраф», было осуществлено под северные условия региона и особенности добываемой на этом руднике бокситовой руды. Переход на фрезерную технологию позволит снизить потери при добыче боксита и повысить качество руды. Производительность комбайна - 2 млн. тонн бокситовой руды в год. Внедрение этого проекта позволит повысить производительность рудника и вместе с тем, значительно снизить негативное воздействие на окружающую среду.

КАРЬЕР «ЮБИЛЕЙНЫЙ»

Карьер "Юбилейный" находится в Хайбуллинском районе Башкирии.

Для отработки карьера применяется выемочно-транспортно-отвальная система разработки с буровзрывной подготовкой и складированием пород на внешних отвалах скальных и глинистых пород.

Парк погрузочного оборудования состоит из гидравлических экскаваторов Hitachi, Komatsu, CATERPILLAR с объемом ковша до 6 м³ и экскаваторов ЭКГ-5А, транспортировка горной массы осуществляется автосамосвалами БелАЗ, Volvo, Komatsu грузоподъемностью 45 т. и 55 т. В 2011 г. произведена замена горного оборудования, отработавшего нормативные сроки, на импортное оборудование, отвечающее всем требованиям промышленной безопасности. Согласно плана приобретения закуплены новые экскаваторы Komatsu, CATERPILLAR в количестве трех штук и один буровой станок DML.

Выемка руды в блоках селективная с разделением бурожелезняковых руд на балансовые и забалансовые, колчеданных руд на медно-колчеданные, медно-цинково-колчеданные и забалансовые серно-колчеданные руды. Из карьера, медные и медно-цинковые руды складировются на рудный отвал, а попутно добываемые, бурожелезняковые и серно-колчеданные руды транспор-

тируются автосамосвалами БелАЗ и Volvo на существующие рудные спецотвалы и отдельно укладываются с помощью бульдозеров Komatsu, отдельными наклонными слоями в направлении длины фронта отвала. Режим работы карьера круглогодичный, 2 смены по 12 часов в сутки.

Парк бурового оборудования состоит из буровых станков ДМЛ Atlas Copco, ДМ-45 Atlas Copco и СБШ-250МН. Годовой объём бурения планируется в количестве: 360 000 п.м.

Годовой объём горной массы, подлежащий взрыванию в карьере «Юбилейный», ориентировочно составляет 9000 тыс. м³. Вторичное дробление производится при помощи гидромолота, установленного на базе экскаватора. В случае необходимости дробление небольшого количества негабаритов производится накладными зарядами. Взрывание негабаритов производится совместно со взрываемым блоком, смонтированным в общую магистраль взрывной сети.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Специфика ведения добычных работ при разработке месторождений цветных, редких и драгоценных металлов?
2. Особенности разработки карьера «Юбилейный»?

ДОБЫЧНЫЕ РАБОТЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РАДИОАКТИВНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Радиоактивные металлы встречаются в угольных, рудных и нерудных месторождениях. Им присущи сложная морфология рудных тел, приуроченность промышленного оруденения к зонам смятия, трещиноватости, местам выклинивания, складчатости, неравномерность оруденения отдельных зон, рудных тел, блоков, участков, широкое колебание полезного компонента в рудах, многообразии руд радиоактивных металлов по составу, наличие различных технологических сортов руд (сульфидных, окисленных, смешанных).

При разработке в зависимости от содержания руды подразделяются на сорта: богатые, штуфные, рядовые, бедные, забалансовые, требующие своего особого процесса обогащения и переработки. Для детальной разведки используют все описанные выше методы, включая гамма-каротаж и радиометрический анализ, основанный на зависимости радиоактивности руд от содержания металла в полезном ископаемом.

Это свойство именуется контрастностью радиоактивных руд. Оно характеризуется коэффициентом радиометрической контрастности, представляющим собой отношение средней радиоактивности богатых проб к средней радиоактивности всей рудной массы.

Радиоактивность измеряется с помощью радиометров, в которых радиоактивное излучение преобразуется в электрический импульс, учитываемый счётчиком, и характеризуется числом импульсов в единицу времени.

По коэффициенту радиометрической контрастности выделяют руды: высококонтрастные (руды жильных месторождений гидротермального типа), среднеконтрастные, слабоконтрастные (руды морфогенных месторождений), неконтрастные (руды осадочных месторождений).

Контрастность руд в значительной степени определяет эффективность раздельной выемки в забое и возможность радиометрической сортировки.

Технология выемочно-погрузочных работ при добыче руд радиоактивных металлов отличается наибольшей тщательностью

выполнения требований по исключению потерь и разубоживания, а также по ограждению рудных горизонтов от притока подземных и поверхностных вод.

При разработке пластообразных залежей во время вскрышных работ над пластом полезного ископаемого оставляют предохранительный слой до 3 м. Необходимость в нём вызывается предохранением от окисления и самовозгорания, потерь от выветривания и выемки некоторых легкорастворимых минералов радиоактивных руд при атмосферных осадках. Во время обычных работ при применении роторного экскаватора предохранительный слой экскавируется с опережением, на которое рассчитана конструкция экскаватора. При этом совершенно исключается возможность прихвата руды из рудной толщи. Поэтому, по данным радиометрического контроля, при экскавации до вскрыши оставляется слой породы 0,1 м, который снимается уже бульдозером без прихвата руды.

При выемке зачищенной руды оставляется берма между вскрышей и рудным забоем, исключая попадание пород довскрыши в рудный забой.

При невозможности непосредственного размещения пород в предотвал породу погрузчиками грузят в средства транспорта и вывозят в отвал, размещая её так, чтобы сверху был слой пустых инертных вскрышных пород толщиной не менее 3 м.

Для исключения потерь руды целесообразно погрузку в средства транспорта производить на кровле добычного уступа, тогда просыпь от погрузки будет экскавироваться при разработке рудного пласта.

С такими же мерами, исключаящими потери и обеспечивающими минимальное разубоживание, производятся выемочно-погрузочные работы в крепких рудах.

При установлении технологии выемки руды из развала решение о валовой или селективной выемке принимается по критериям, делающим отдельную выемку предпочтительнее при мощности пропластков, объёме гнёзд и оруденении меньших размеров, чем при добыче руд цветных металлов.

С целью учёта добычи и разделения кондиционных руд на сорта, некондиционных руд для переработки и выделения заба-

лансовых руд и пустой породы на карьерах ведётся оперативное опробование руды радиоактивных металлов.

При большой производительности карьера работа этих станций автоматизирована, опробование производится одновременно с взвешиванием автосамосвала на весах. На этой станции радиометры располагаются над кузовом самосвала. Радиометрическое опробование выполняется одновременно с взвешиванием руд.

При радиометрическом опробовании руды при конвейерном транспорте датчик располагают над конвейером в месте нахождения весов.

ПРИМЕРЫ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧНЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРАХ РАДИОАКТИВНЫХ МЕТАЛЛОВ

МЕСТОРОЖДЕНИЕ «МЕЛОВОЕ»

Месторождение «Меловое» расположено в пустынной слабохолмистой равнине. Климат района резко континентальный, крайне засушливый, теплое время с температурой более 10 °С длится до 9,5 месяцев. Самый жаркий месяц года - июль со средней температурой 25°. Максимальная температура 43 °С.

Зимняя температура 4 °С. Максимальная скорость ветра 30 м/с. Среднегодовое количество осадков 92,9 мм.

В геологическом отношении район месторождения сложен песчано-глинистыми отложениями третичного и четвертичного периода.

Месторождение представлено двумя линзообразными залежами. Глубина залежи изменяется от 65 м до 152 м. В вертикальном строении залежь имеет сложную структуру.

Генезис рудообразования связан с залеганием костных обломков ихтиофауны. Они формировались в морском бассейне, где были развиты восходящие течения, определившие массовое скопление рыб. В результате сезонного сероводородного заражения воды возникла массовая гибель рыб, костный скелет которых содержит фосфор и элементы урана.

Рудная залежь имеет общую мощность от 3 до 9 м и состоит из трёх рудных пластов средней мощностью 0,9 м, разделённых безрудными глинами мощностью от 0,25 до 8 м. Рудные пласты отличаются от вмещающих пород более тёмным, почти

чёрным цветом. Руда самовозгорается при температуре 250° в результате окисления пирит-мельниковита, содержание которого в руде от 15 до 26%. Объёмный вес сухой руды 1,69 т/м³, сырой 2,14 т/м³, естественная влажность 18-21%, коэффициент крепости 1,0-1,5.

Комплект оборудования добычного технологического потока состоит из роторных экскаваторов с автомобильным транспортом.

МЕСТОРОЖДЕНИЕ «ТУЛУКУЙ»

Месторождение «Тулукуй» находится в восточном Забайкалье в Читинской области. Район представляет собой мелкопочный рельеф с относительным превышением (300 м).

Климат резко континентальный. Среднегодовая температура 8 °С. Лето короткое, теплое. Средняя мощность снежного покрова 25 см.

Месторождение относится к типу гидротермальных ураново-молибденовой формации. Основными рудными элементами являются крупные тектонические разломы. В плане рудная зона простирается на 2 км, в ширину от 30 м до 100 м, по высоте от 80 до 550 м. Оруденение является многоярусным. Рудные тела имеют жиллообразную и штокообразную форму. Протяженность отдельных тел в среднем 150 м. Руды имеют прожилковую и прожилково-вкрапленную структуру.

Коэффициент крепости вмещающих пород по профессору М.М. Протодьяконову - 12-16, руд - 8-10. Объёмный вес пород и руд 2,5 т/м³.

Добычные работы производятся одноковшовыми экскаваторами с буровзрывной подготовкой горной массы к экскавации и перевозкой вскрыши на внешние отвалы автомобильным транспортом.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Специфика ведения добычных работ при разработке месторождений радиоактивных полезных ископаемых?
2. Особенности разработки месторождения «Тулукуй»?

ДОБЫЧНЫЕ РАБОТЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ АЛМАЗНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Коренные месторождения алмазов находятся во многих областях России. Основные месторождения промышленного значения в настоящее время расположены в Якутии и в Архангельской области.

В Якутии месторождения представляют собой крутопадающие рудные тела с углом падения 80-90° с формой, в плане близкой к округлой.

Большая часть трубок имеет выход на поверхность. Средние размеры трубок на поверхности от нескольких десятков до сотен метров. По глубине рудные тела прослеживаются более 800 м. Вмещающие породы представлены известняками, мергелями и песчаниками. Объёмный вес пород составляет 2,5 т/м³. Коэффициент крепости по шкале профессора М.М. Протоdjeяконова составляет для пород от 3 до 8, для руды – 3-9.

Кимберлитовая руда представляет собой брекчию, сцементированную серпентинкарбонатной основной массой. Массив сильно- и средне-трещиноватый. Прочность на одноосное сжатие от 2 до 90 МПа, сопротивление резанию от 10 до 46 МПа, модуль упругости от 300 до 1100 МПа, объёмный вес 2,3-2,6 т/м³.

Ценность алмазных месторождений определяется как содержанием, так и качеством алмазов. Среди кристаллов выделяются несколько тысяч сортов, отличающихся по крупности, форме, структуре, механическим и другим физическим свойствам, наличием или отсутствием включений, примесей. Крупность кристаллов является определяющим фактором ценности. Для каждого месторождения характерно определённое распределение алмазов по крупности и ценности. Однако природное распределение алмазов отличается от распределения, получаемого после добычи и переработки руды. Это объясняется изменением качества кристаллов.

Добычные работы при разработке кимберлитовых месторождений производятся с использованием буровзрывной, безвзрывной и комбинированной технологий.

Буровзрывная технология в настоящее время применяется при разработке месторождений Якутии.

Буровзрывная подготовка предусматривает бурение скважин диаметром 250 мм по сетке 6х6 м, зарядание граммонитом 79/21 гранулитом АС-8 и АС-4В с удельным расходом 0,645 кг/м³ многорядного блока высотой 20 м. Эскавация взорванной горной массы производится экскаваторами ЭКГ-8 и ЭКГ-12,5 с погрузкой в автосамосвалы.

Однако при взрывной подготовке значительная часть алмазов, особенно крупных, подвергается разрушению. Это ведёт к снижению качества кристаллосырья и его потребительских качеств.

Применение обычных бризантных взрывчатых веществ для разрушения массива кимберлита приводит к практически полному уничтожению кристаллов алмаза в зоне, равной 20 диаметрам вокруг взрывной скважины. Снижение этого явления достигается применением низкоплотных взрывчатых веществ, состоящих из гранулита на основе аммиачной селитры и вспененного полистерола с добавлением связывающих добавок или обычного пороха.

Однако это не исключает вероятность разрушения кристаллов алмазов при взрывной подготовке к выемке.

Комбинированная технология предусматривает применение буровзрывной подготовки предварительного разупрочненного массива кимберлита естественными высокоминерализованными водами.

На карьере Удаченского горно-обогатительного комбината была опробована технология уменьшения прочности кимберлитов предварительным разупрочнением естественными высокоминерализованными водами.

Природная пластовая вода представляет собой хлоридно-кальциевый рассол с концентрацией солей 340 г/л, который снижает предел прочности кимберлита почти в два раза, что позволяет уменьшить сопротивление эскавации и затраты на измельчение на обогатительной фабрике.

Разупрочнение кимберлита высокоминерализованными водами, помимо возможности сохранения целостности и качества кристаллов, позволяет снизить расход электроэнергии на 10%, взрывчатого вещества на 45% и бурения на 50%.

Однако использование щадящих взрывчатых веществ и ослабление прочности кимберлитов высокоминерализованными водами эффективно в малопрочных и сильнотрещиноватых кимберлитах при наличии в карьере высокоминерализованной воды.

При разработке крепких кимберлитов снижение или исключение потерь и качества кристаллов алмазов достигается применением механического способа разрушения массива: гидравлическими экскаваторами с повышенным усилием резания, тракторными рыхлителями, стреловыми или фрезерными экскаваторами.

Безвзрывная технология заключается в непосредственном разрушении массива кимберлита: гидравлическими экскаваторами, тракторными рыхлителями, стреловыми и фрезерными экскаваторами.

Технология разработки массива кимберлита гидравлическими экскаваторами возможна в следующих вариантах: с горизонтальными и вертикальными стружками; с предварительным рыхлением массива ковшом экскаватора; с предварительным рыхлением сменным рыхлителем; с предварительным рыхлением экскаватором-рыхлителем; с предварительным буровзрывным рыхлением на сотрясение массива.

Технология разработки массива кимберлита горизонтальными и вертикальными стружками, а также с предварительным рыхлением массива ковшом заключается во внедрении ковша экскаватора по трещинам на величину естественной блочности массива. Ковш экскаватора, работающий по этим технологиям, имеет в центральной части режущей кромки выступающий вперед зуб для проникновения в массив по трещине. Для предварительного рыхления массива в четвертом варианте стрела гидравлического экскаватора фронтального или нижнего черпания имеет устройство, позволяющее быстро производить смену ковша на рыхлитель.

В варианте, где предварительное рыхление массива производится гидравлическим экскаватором нижнего черпания с рыхлителем, работая фронтальным забоем производится рыхление массива на возможную глубину для последующей экскавации горной массы другим экскаватором.

В варианте с буровзрывным рыхлением на сотрясение массива технология предусматривает бурение вертикальных скважин с размещением в них зарядов взрывчатого вещества, достаточного только для разрушения массива по трещинам.

Производительность экскаватора при разработке массива, целостность которого нарушена взрывом на сотрясение, будет меньше, чем при экскавации горной массы из развала.

Технология разработки тракторными рыхлителями заключается в рыхлении кимберлита слоями на горизонтальной или наклонной до 20° поверхности, штабелировании и затем погрузки в средства транспорта экскаваторами или погрузчиками. Длина участка рыхления составляет 100-300 м, глубина слоя до 2 м.

Технология разработки кимберлитов стреловыми комбайнами базируется на механическом разрушении массива.

Применение комбайнов сохраняет существующий порядок и параметры разработки горизонтов рабочей зоны. Комбайн, находясь в забое, разрушает массив и производит погрузку в средства транспорта. Ширина заходки определяется конструкцией и параметрами комбайна.

Комбайн со стреловым рабочим органом в виде шаровой головки со штыревыми резцами разрушает массив по траектории, позволяющей совместить разрушение резанием и отколом. В этом случае отбитая горная масса состоит из мелких фракций от резания и крупных фракций от откола. Это позволяет уменьшить энергоёмкость процесса и обеспечить подачу состава руды по фракционному составу, необходимого для процесса самоизмельчения в мельницах на обогатительной фабрике.

Комбайн со стреловым рабочим органом в виде цилиндрической горизонтальной фрезы разрушает массив только резанием. В этом случае для обеспечения процесса самоизмельчения в мельницах необходимо добавлять крупные фракции, добытые буровзрывным способом.

Добычные комбайны для открытых горных работ, помимо обеспечения высокой мобильности и селективности отработки забоев, позволяют достичь высокого уровня поточности горного производства с конвейерным транспортом в сочетании с автоматизацией добычных, погрузочных и транспортных операций и возможности использования дистанционного управления.

Комбайновая технология формирует целый комплекс предпосылок для обеспечения экологической чистоты технологических процессов и повышения экономической эффективности открытых горных работ.

Отпадает необходимость ведения буровзрывных работ, а вместе с ними доставки взрывчатых материалов, строительства и эксплуатации базисного и расходного складов взрывчатого материала, применения взрывчатых веществ с соответствующими негативными последствиями выброса в атмосферу вредных газообразных продуктов взрыва, использования буровых станков, исключаются простои оборудования и его перемещение при массовых взрывах.

Исключение влияния взрывных работ на устойчивость уступов и бортов карьеров обеспечивает возможность их отстройки под более крутыми углами с уменьшением объёма вскрышных работ, что вместе с сокращением ширины рабочих площадок ввиду отсутствия развала горной массы приводит к снижению текущего коэффициента вскрыши, сокращению срока и объёма горнокапитальных и подготовительных работ. Повышается безопасность ведения горных работ.

Технология добычи кимберлитов фрезерными комбайнами по безвзрывной технологии основана на опыте использования фрезерных комбайнов фирмы «Виртген» на карьерах строительных материалов на отечественных и зарубежных карьерах.

Добычные комбайны послыйного фрезерования представляют собой компактный мобильный агрегат на гусеничном ходу с небольшой глубиной фрезерования, реализующий технологические процессы механического отделения породы от массива методом резания, дробления и погрузки горной массы консольным конвейером в средства транспорта. Рабочий орган, управляемый гидросистемой, включает в себя шнековый барабан, оснащённый штыревыми резами, расположенными по винтовой линии, и армированными вставками из кобальтвольфрамового твёрдого сплава.

ПРИМЕРЫ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧНЫХ РАБОТ НА АЛМАЗНЫХ КАРЬЕРАХ

АЛМАЗНАЯ ТРУБКА «УДАЧНАЯ»

Кимберлитовая трубка «Удачная» находится в центральной части Далдыно-Алакитского алмазоносного района на левом берегу ручья Пиропового в Якутии.

Климат района резко континентальный с продолжительной холодной зимой, коротким жарким летом и кратковременными переходными периодами. Среднегодовая температура воздуха составляет $-13,8$ °С. Амплитуда колебаний экстремальных температур воздуха составляет от -65 °С (январь) до $+35$ °С (июнь).

Среднегодовая сумма осадков составляет 27 мм. Наибольшее количество осадков выпадает в летний и осенний период. Зима малоснежная. В зимнее время часто наблюдаются туманы.

Наибольшая скорость ветра 22 м/с.

В геологическом строении района месторождения принимают участие среднекембрийские массивные доломиты с подчиненными прослойками известняков, аргиллитов и глинисто-алевролитовых известняков. Изверженные породы в районе представлены траппами и кимберлитами.

Месторождение трубки «Удачная» состоит из двух сопряженных тел трубчатой формы. Восточное тело представлено базальтоидным, западное - брекчиевидным структурно-петрографическим типом кимберлита.

Кимберлиты и вмещающие породы характеризуются повышенной трещиноватостью с шириной трещин в кимберлитах до 20 см, во вмещающих породах - до 40 см. Все трещины заполнены льдом.

Объёмный вес кимберлита 2,37-2,44 т/м³. Коэффициент крепости по профессору М.М. Протождяконову - 5-6, вмещающих пород - 5-7.

Гидрогеологические условия определяются водоносным комплексом с водопритоком летом 350 м³/ч, зимой 50 м³/ч с высокой степенью минерализации до 350 г/л и напором до 50 м.

Вечная мерзлота распространяется на глубину 400 м. В весенне-летний период происходит оттаивание пород на глубину 1,5 м.

Вскрышные работы производятся механическими лопатами с буровзрывной подготовкой и автомобильным транспортом вскрыши на внешние отвалы. Добычной технологический поток аналогичен вскрышному, но со щадящей взрывной подготовкой кимберлита.

АЛМАЗНАЯ ТРУБКА «АРХАНГЕЛЬСКАЯ»

Месторождение находится в Архангельской области в пределах западной части Беломоро-Кулойского плато в верховьях реки Золотица с притоками Светлой и Белой. Территория представляет собой сильно заболоченную и залесённую пологоволнистую равнину. Климатические условия определяются влиянием Арктики и Белого моря. Зимой температура в среднем -15-25 °С, летом + 10-15 °С. Среднегодовая температура около 0 °С.

Трубка занимает крайнее положение на южном фланге месторождения и по своим размерам относятся к крупным рудным залежам.

Под перекрывающими отложениями мощностью 28-30 м в плане трубка имеет грушевидную форму. Рудовмещающие породы относятся к позднеархейскому и позднепротерозойскому периодам. Рудное тело представлено автолитовыми брекчиями.

Гидрогеологические условия сложные. Над трубкой протекает ручей Светлый. Подземные воды с хлоридно-гидрокарбонатной натриевой минерализацией 0,26-0,52 г/л.

Отработка месторождения проектируется открытым способом на глубину 390 м. Горные работы на вскрыше и добыче полезного ископаемого осуществляются одноковшовыми экскаваторами с прямой и обратной лопатами без буровзрывных работ и автомобильным транспортом.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Специфика ведения добычных работ на месторождениях алмазов?
2. Особенности разработки алмазной трубки «Архангельская»?

ДОБЫЧНЫЕ РАБОТЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ РОССЫПЕЙ

Технология добычных работ и разработки россыпей алмазов, золота, касситерита определяется видом применяемой механизации: драги, экскаваторы, бульдозеры, скреперы и гидромониторы.

Разработка россыпей драгами применяется на выдержанных по мощности россыпях (не менее 1,5 м) с большим простиранием, запасы которых обеспечивают длительную эксплуатацию драги на месторождении в течение 15-20 лет в песках без крупных включений валунов.

Технология добычных работ драгой складывается из подготовительных и собственно добычных работ. Подготовка, после производства вскрышных работ (удаление торфов), заключается в сооружении котлована и постоянном обеспечении его водой с подачей 100-150 л/с. При отсутствии поблизости естественных водоёмов сооружаются специальные водосборники, из которых вода по трубам или насосам подаётся на дренажный полигон. Глубина котлована, заполненного водой, должна определяться исходя из того, что понтон драги находится на 1-1,5 м от поверхности россыпи.

Рабочим местом драги является её забой, который имеет криволинейную форму. Геометрические размеры забоя зависят от параметров драги и характеристики разрабатываемых горных пород.

Конструкция забоя должна обеспечивать наибольшую производительность драги. Это достигается установлением рациональных размеров забоя (в первую очередь глубины черпания и ширины забоя).

Различают два основных способа разработки забоев драгами - послыйный и подбойный. Послойная разработка заключается в выемке горизонтальных слоёв сверху вниз по всей ширине забоя на длину, соответствующую разовому уходу драги и длине её рабочего органа. При послыйной разработке забоя на драгу для извлечения полезного компонента поступает однородный материал из каждого горизонтального слоя небольшой толщины. Подбойную разработку начинают с подошвы забоя.

Вследствие этого верхняя часть забоя самопроизвольно обрушается и полезное ископаемое добывается с подошвы забоя

из-под воды. При подбойной разработке забоя на драгу поступают смешанные пески среднего состава. Послойный и подбойный способы разработки забоя применяют в зависимости от местных условий, однако большим распространением пользуется послойный способ. В общем случае высота дражного забоя состоит из надводной и подводной частей.

В процессе работы драга совершает непрерывные боковые перемещения в забое и по мере его отработки периодически продвигается вперёд. Маневрирование драги в забое и её поступательное продвижение осуществляются на канатах или на сваях.

Канатная драга снабжена пятью канатами, управляемыми маневровыми лебёдками, расположенными на понтоне. Все канаты заякорены на поверхности: четыре попарно на бортах разреза и пятый впереди забоя, по ходу драги. Бортовые канаты служат для маневрирования драги в забое, головной канат - для поступательного продвижения драги. Разовый ход драги вперёд составляет 1-3 м.

Свайная драга снабжена двумя бортовыми канатами для маневрирования в забое и двумя сваями для поступательного продвижения; свая является также пунктом поворота драги при её боковых перемещениях в забое. Подтягивая один и ослабляя другой из бортовых канатов, драга, опираясь на одну из свай, поворачивается своей носовой частью в забое. Для поступательного продвижения опускают другую сваю и поднимают первую; затем после соответствующей отработки забоя и поворота драги относительно сваи опускают первую сваю в новое положение и освобождают вторую. Так осуществляют продвижение драги на один шаг, составляющий обычно 1,5-7 м.

Плавное, без толчков черпание рудной массы достигается при условии, когда одновременно с забоем соприкасаются не менее трёх черпаков: первый в положении выхода из забоя, второй в положении наполнения и третий в положении входа в забой.

В зависимости от характера россыпи и крупности содержащихся в ней ценных компонентов обогащение осуществляют по одной из следующих технологических схем:

- а) с поперечными и продольными шлюзами;
- б) с отсадочными машинами;
- в) с винтовыми сепараторами.

При извлечении из полезного ископаемого труднопромываемых песков в схему аппаратов включают корытные мойки, вибрационные грохоты, гидравлический вашгерд.

Весь добываемый песок через завалочный люк поступает в бочку, представляющую собой цилиндрический барабанный грохот с отверстиями диаметром в зависимости от гранулометрического состава песков 9-20 мм или 6-40 мм. В бочке пески размываются напорной водой под давлением 1-4 атм.

Пески из кожуха через распределитель, являющийся его продолжением, поступают на наклонные (под углом $5^{\circ}30'$ — 6°) шлюзы, расположенные по обеим сторонам бочки в один, иногда в два яруса, на которых производится улавливание металла. Реже, обычно при разработке оловянных россыпей, вместо шлюзов используют отсадочные машины. Для задержания металла на шлюзах применяют различные приспособления - трафареты, сетки, маты, ртутные ловушки и др.

Хвосты обогащения (эфель) драги отводят в отвал хвостовыми колодами, выступающими за корму понтона на 4-12 м.

За кормой создаются двухслойные отвалы: внизу - от основания до поверхности воды — эфельные отвалы (хвосты); сверху - отвалы крупной гальки, уложенной конвейерным отвалообразователем.

Технология разработки дражного полигона характеризуется направлением перемещения забоев (поперечное или продольное) и формой забоя (одинарный, сдвоенный и др.).

При поперечных ходах россыпь разрабатывается отдельными полосами по её ширине - от одного борта к другому. Основным достоинством этого варианта систем разработки является полнота выемки россыпи в бортах разреза, основным недостатком - частые перемены направления работы драги в связи с небольшой длиной отдельных ходов.

При продольных ходах драги узкую россыпь разрабатывают по её длине по падению или восстанию.

Ширина дражного забоя здесь равна ширине россыпи. Основным достоинством этого способа является постоянство направления движения драги, основным недостатком - неполнота отработки бортов россыпи.

Обычно направление хода драги принимают по падению при разработке ненарушенных россыпных месторождений и по восстанию при разработке месторождений, нарушенных старыми работами.

Выемка песков землесосными драгами обычно производится послойно. При большой мощности россыпи надводную часть забоев разрушают разрыхлителем или струёй воды.

Разработка россытей экскаваторами применяется практически в любых условиях. Для разделения добычных работ и процессов извлечения полезного компонента возможно применение комплекта из драглайна и обогатительного комплекса - промывочного прибора. Прибор может находиться на понтоне в котловане с водой, как в случае применения драги, и на борту полигона. Мойку в котловане размещают на участках россыпи, имеющих наибольшие запасы (на 3-4 года), с пониженным содержанием полезного компонента и при повторной разработке старых дражных полигонов.

Технология добычных работ заключается в выемке песков драглайном с нижним черпанием из затопленного забоя и загрузки их в бункер.

При размещении мойки на борту полигона технология добычных работ не отличается от обычной.

Добычные работы, производимые с применением драглайна, могут быть совмещены со вскрышными работами (удалением торфов) в системе экскаватор-карьер.

В этой системе пески могут складироваться драглайном в штабеля, располагаемые на борту полигона или в выработанном пространстве на поверхности внутренних отвалов. Из штабеля пески поступают непосредственно на промывку в передвижную мойку или доставляются до неё погрузчиками или средствами транспорта.

Для выемочно-погрузочных работ при добыче песков могут применяться механические лопаты с небольшой вместимостью ковша и погрузчики с автомобильным конвейерным и гидравлическим транспортом.

Разработка россытей бульдозерами и скреперами. Бульдозеры на разработке россыпей используются в комплекте с экскаваторами или самостоятельно. Технология выемки песков

бульдозерами заключается в снятии тонкими слоями продуктивной толщи поперечными, продольными и радиальными ходами относительно оси полигона и транспортировании её в приёмный бункер для погрузки в средства транспорта. Ширина полигона при бульдозерной отработке составляет 50-60 м.

Среднее расстояние транспортирования песков бульдозером до пункта погрузки не превышает 100 м. При многолетне-мёрзлых песках бульдозер попеременно осуществляет рыхление забоя и выемку пород.

Технология разработки скрепером аналогична бульдозерной: скрепер срезает слой продуктивной толщи, заполняя ковш, транспортирует её к бункеру, из которого пески чаще всего конвейером подаются на промывочный прибор. Для уменьшения частоты передвижки промывочного прибора разрабатываемые бульдозером или скрепером пески от погрузочного бункера могут доставляться автотранспортом. Имеется опыт использования скрепера одновременно на вскрыше торфов и добыче песков.

Разработка россыпей гидромониторами распространена при хорошей способности песков к размыву напорной струёй воды и их транспортировании в потоке воды и при наличии источников водо- и электроснабжения.

Технология добычных работ гидромониторами заключается в размыве уступа россыпи, насыщении песков водой и подаче их в виде пульпы по каналам на промывку. Достоинством разработки средствами гидромеханизации является попутная дезинтеграция песков в пульпе и отделение глинистых частиц во время перемещения её к промывочному прибору.

Гидромониторный размыв с гидротранспортом успешно используется в описанных выше технологических схемах разработки россыпей драглайнами, в которых штабель песка размывается гидромониторами и гидротранспортом доставляется на промывочный прибор.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Специфика ведения добычных работ при разработке россыпей?
2. Особенности разработки россыпей драгами?

ДОБЫЧНЫЕ РАБОТЫ НА КАРЬЕРАХ ХИМИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

К химическим рудам относятся апатитовые, фосфоритовые, серные руды и соли. Технология добычных работ на месторождениях этих руд определяется природными условиями.

Апатитовые месторождения находятся в суровых климатических и сложных топографических условиях в Хибинах на Кольском полуострове. Открытым способом эти месторождения разрабатываются с 1937 г.

Среди них Кукисвумчорр, Юкспор, Расвумчерр-Цирк. Плато-Расвумчерр и Коашва.

Технология добычных работ производится с буровзрывной подготовкой руды к выемке, экскавация взорванной горной массы карьерными экскаваторами с погрузкой в автотранспорт, который доставляет её на нагорных карьерах (Плато-Расвумчерр и Расвумчорр-Цирк) до рудоспусков и далее - до обогатительной фабрики железнодорожным транспортом. На карьерах, расположенных в пониженных участках Хибин, транспортировка руды от забоев до перегрузочного пункта на железнодорожный транспорт производится автотранспортом.

Особенностью добычных работ на комбинате «Апатит», который осуществляет разработку этих месторождений открытым и подземным способами с различным содержанием как по месторождениям, так и забоям, заключается в обеспечении доставки на обогатительную фабрику руды с постоянным содержанием полезного компонента P_2O_5 . Это достигается усреднением содержания P_2O_5 подачей в бункер обогатительной фабрики железнодорожных составов от разных рудников в строгом порядке, обеспечивающим усреднение содержания в рудопотоке обогатительной фабрики при бункеризации, дроблении и измельчении руды до процесса флотации.

Добычные работы на фосфоритовых месторождениях платформенного типа связаны с необходимостью отдельной выемки полезного ископаемого и пропластков пустых пород. На этих месторождениях часто крепость руды и пропластков существенно отличается. В этом случае эффективно применение слоевой выемки фрезерными экскаваторами или многоковшовыми экскаваторами с повышенными усилиями резания.

При добычных работах на *серных карьерах* при вскрытии пласта начинается выделение сернистого газа. Для уменьшения этого явления при вскрышных работах на продуктивном пласте оставляется предохранительный слой породы, который при разработке забоя роторным экскаватором удаляется в первую очередь. При разработке забоя одноковшовыми экскаваторами удаление покрывающего слоя производится бульдозером. В любом случае в технологический процесс добычных работ на серных карьерах включается обязательное постоянное местное проветривание забоя вентиляторными установками.

Добыча солей (галита, мирабилита, хлортстого лития, сульфата натрия, калия, брома) производится на солепромыслах озёрного происхождения. Добыча производится комбайнами с погрузкой в железнодорожный транспорт узкой колеи с доставкой до складов или обогатительных установок. Особенность добычных работ этих полезных ископаемых заключается в регулировании процессов выпаривания соли из рассолов, ее осаждения на рабочем пространстве и организации собственно добычных работ.

ПРИМЕРЫ ДОБЫЧНЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРАХ ХИМИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

АПАТИТОВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ «ПЛАТО-РАСВУМЧЕРР»

Апатитовое месторождение в Хибинах расположено в Заполярье на Кольском полуострове. Здесь среднегодовая температура составляет - 4 °С, число дней с морозом -250-280, с метелями - 160 -170, с туманом - 250-260, со штормовыми ветрами - 50-60. Влажность воздуха не бывает ниже 85-90%. Много выпадает снега, что ведёт к снежным заносам и сходу снежных лавин.

Рельеф месторождения представляет собой плато, которое в северном направлении полого падает на 300 м от абсолютной отметки 1050 м до отметки 750 м, а в остальных направлениях падает почти на такую же высоту, но с образованием крутых скалистых обрывов.

Месторождение «Плато-Расвумчорр» среди апатитовых месторождений Хибинской апатитовой дуги является самым крупным и имеет размеры: по простиранию 2050 м, вкрест простирания 1400 м. Форма залежи пластообразная.

В верхней своей части на всём протяжении участка, а также в долине Расвума (по падению) залежь обнажается на земной поверхности или прикрыта тонким слоем (мощностью не более 2 м) морены и делювия. Вертикальная мощность самой залежи колеблется от 20 до 175 м, составляя в среднем по участку 60 м. В геологическом отношении участок содержит сложный комплекс изверженных пород трёх основных интрузивных фаз: рихорриты, ийолит-уртиты, породы апатито-нефелиновой залежи.

Плотность: апатито-нефелиновых руд - $3,0 \text{ т/м}^3$, покрывающих пород - $2,8 \text{ т/м}$ и подстилающих - 3 т/м^3 . Плотность морены и каменной насыпи - $2,2 \text{ т/м}$. Крепость всех руд по шкале профессора М.М. Протодяконова 6-8, пород - 10. Средний коэффициент вскрыши в целом по карьёру составляет $1,32 \text{ м}^3/\text{м}^3$, или $1,28 \text{ т/т}$.

Комплект оборудования добычного технологического потока: буровые станки СБШ-250, экскаваторы ЭКГ-8И, автотранспорт БелАЗ-540 до 600 - метровых рудоспусков, далее железнодорожный транспорт думпкарами 180 т до обогатительной фабрики.

ЕГОРЬЕВСКИЙ ФОСФОРИТОВЫЙ КАРЬЕР

Егорьевский фосфоритовый рудник расположен в Московской области, в 12 км от г. Воскресенска.

Территория карьера представляет собой равнину с довольно хорошо развитой речной и овражно-балочной сетью, покрытую смешанным лесом, а у оснований речных долин иногда заболоченную.

Климат района умеренно континентальный. Среднегодовая температура $+3-4 \text{ }^\circ\text{C}$. Среднегодовое количество осадков 538 мм.

Месторождение представляет собой пластовую залежь, состоящую из двух пластов, разделённых прослоем в одних местах глины, в других песка.

Залежь расчленена на участки Лево-Таракановский, Право-Таракановский и Правобережный, расположенные по берегам р. Медведки, и Жуково-Новочеркасский участок, расположенный на водоразделе рек Медведки и Семиславки.

Общая мощность продуктивных фосфоритных слоев колеблется от 1,16 до 1,48 м. Разделяющий их слой глауконитового песка имеет мощность 1,6-1,9 м.

Пласты залегают горизонтально на глубине 3-15 м и более в зависимости от рельефа поверхности. Вскрышные породы рыхлые и представлены суглинками, супесями, глинами и песками. Породы водоносны, неустойчивы.

Фосфориты верхнего слоя относятся к песчано-глауконитовому типу. Удельный вес фосфоритовых желваков 2,54; зеленовато-серые желваки рассеяны в сероатой песчано-глинистой породе.

Фосфориты нижнего горизонта (объемный вес 2,46 т/м³) подстилаются черной слюистой глиной. Содержание фосфоритного ангидрита в руде около 15%.

Разработка Егорьевского фосфоритового месторождения осуществляется полноповоротным многочерпаковым экскаватором, который поочередно выполняет вскрышные работы с перемещением вскрыши в выработанное пространство, и селективно добычные работы с погрузкой руды в железнодорожный транспорт узкой колеи.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Специфика технологии ведения добычных работ на карьерах химического сырья?
2. Особенности разработки апатитового месторождения «Плато-Расвумчерр»?

ДОБЫЧНЫЕ РАБОТЫ НА КАРЬЕРАХ БЛОЧНОГО КАМНЯ

В настоящее время для строительства в качестве природного камня используются: мрамор, известняк, туф, травертин, гранит, базальт, диабаз, кварцит, песчаник, лабрадорит, диорит.

Технология добычи блочного камня разделяется по способу отделения блоков от массива на взрывной и механический.

Взрывной способ отделения блока от массива применяется при разработке весьма крепких пород типа гранитов, диабазов и др.

Для этого блок обуривается шпурами по вертикальным и горизонтальным плоскостям на величину размеров блока, которые устанавливаются в зависимости от будущих изделий и транспортных возможностей.

В качестве взрывчатого вещества используется низкобризантное взрывчатое вещество, чаще всего чёрный порох с удельным расходом $0,05-0,3 \text{ кг/м}^3$, или мощное взрывчатое вещество типа ТЭНа (детонирующего шнура) в воде.

При использовании детонирующего шнура в водной среде заряд помещается в каждый шпур. Благодаря свойству несжимаемости воды усилие от взрыва сглаживается и равномерно передается на стенки шпура. Учитывая это свойство, для увеличения надежности образования трещины в нужном направлении применяют парные или сдвоенные шпуры, шпуры эллипсовидной формы или специальные конструкции зарядов, в которых детонирующий шнур размещается по противоположным стенкам круглого шпура по линии направления трещины в виде линейного накладного заряда. Для этого детонирующие шпуры после помещения в шпур расклиниваются водой в полиэтиленовой оболочке. В центре такой конструкции помещается откольный заряд из детонирующего шнура, который взрывается с замедлением от линейных зарядов.

Отделенный от массива образующимися трещинами блок опрокидывается на площадку на специально подготовленную подушку из щебня гидравлическими домкратами. На площадке блок аналогичной технологией разделяется на отдельные элементы, размеры и вес которых позволяют транспортировать для дальнейшей обработки на камнеобрабатывающем заводе.

При разработке базальтового месторождения отделение базальтового блока производится взрыванием зарядов взрывчатого вещества, располагаемого в сооружаемых полостях в породах, подстилающих базальтовый слой.

При производстве бордюрного камня и других дорожных изделий из базальта и гранита эффективно использование бурозарядного агрегата, который обуривает строчку массива, заряжает льющим взрывчатым веществом и взрывает. Отделенный от массива блок погрузчиком загружается в транспортные средства.

В последнее время для образования щелей в массиве стали использовать терморезаки, принцип действия которых аналогичен термобурению. Техническая возможность образования щели на большую глубину пока небольшая, поэтому этот способ применяется в комбинации со взрывным. В расширенную терморезаком на некоторую глубину щель помещают заряд взрывчатого вещества и взрывают, отделяя таким способом блок от массива.

Механический способ отделения блока от массива включает:

- отрыв блока от массива по естественным трещинам внедрением в неё клиньев;
- бурение по контуру отделяемого блока на небольшую глубину шпуров и отрыв от массива с помощью гидроклиньев;
- отпиливание по контуру блока канатной пилой, дисковой или баровой машиной.

Первый способ применяется в трещиноватых массивах, в которых гидроклиньями по трещинам, а затем гидродомкратами блок отделяется от массива.

Второй способ наиболее распространён при добыче каменных блоков крепких горных пород из крупнотрещиноватых массивов. Шпуры бурятся на глубину до подстилающей трещины или на высоту блока на расстоянии друг от друга, достаточном для разрыва массива между ними при механическом напряжении, возникающем от распорных усилий клиньев. В крепких горных породах (более 130 МПа) шпуры располагаются на расстоянии 0,1-0,2 м. Клинья в зависимости от прочности горных пород забиваются в каждый или через несколько шпуров. Для уменьше-

ния трения и разрушения самого блока клинья в шпур закладываются между пластинами («щеками»). Гидроклинья представляют собой механизмы, в которых пластины раздвигаются давлением жидкости, создаваемым высоконапорным насосом.

Третий способ — отделение блока от массива канатной пилой - применяется для добычи блоков больших размеров.

По применяемому рабочему инструменту этот способ разделяется на три группы:

- абразивно-канатное пиление применяется для добычи мрамора, базальта, гранита;
- пиление канатами, армированными твёрдым сплавом для добычи туфа и известняка;
- алмазно-канатное пиление для добычи мрамора и базальтов.

Щель в массиве образуется в результате воздействия абразива, в первой группе - кварцевого песка крупностью 0,2-1 мм, который подаётся в щель вместе с водой и захватывается тросом, движущимся со скоростью 8-12 м/с.

Рабочий орган канатной пилы представляет собой двух- или трех- жильный бесконечный стальной трос диаметром 3; 3,5; 4,5 и 5 мм и длиной от 1 до 3 км. Начинают пиление канатом большего диаметра. При износе и обрыве его заменяют канатом меньшего диаметра. Стойки со шкивами служат для направления каната в пространстве. Их размещают таким образом, чтобы одним заходом иметь возможность произвести все вертикальные и горизонтальные щели для полного его отделения от массива.

Размеры блока в мраморном массиве составляют 20х10х5 м. Для установки стоек на глубину, соответствующую высоте блока, проходят специальные шурфы или используют специальные буропроникающие стойки со снабжёнными абразивными направляющими шкивами, которые натяжением самого каната пропиливают щель в скважине, увлекая на глубину канат. Расход песка и воды составляет 30 кг/ч и 100 л/ч, соответственно. Натяжение каната для создания оптимальной стрелы прогиба в 80 мм на 1 м каната должно составлять 2000-2500 Н.

Отделённый от массива пропилом щелей таких размеров блок гидродомкратами опрокидывается на специально подготов-

ленную «постель» из песка и щебня, где распиливается этим же канатом на блоки меньших размеров, соответствующих возможностям транспортных и камнерезных средств. Часовая производительность канатной пилы при добыче мрамора прочностью 70-100 МПа составляет 1-2 м² при длине пропила 20—22 м.

В настоящее время применяются канаты с армированными алмазными элементами, получаемыми методом порошковой металлургии, размещаемыми по всей глубине рабочего слоя. Эти канаты обладают высокой износоустойчивостью.

Канат, армированный натуральными или синтетическими алмазами, повышает эффективность отделения блоков от массива в два раза.

Направление выемки блоков в рабочей зоне канатным пилением производится горизонтальными, наклонными и вертикальными слоями.

Отпиливание блоков камнерезными машинами зависит от категории горных пород, которые определяются их свойствами и назначением изделия.

К *категории пильных* относятся горные породы с объёмным весом от 900 до 2200 кг/м³, с пределом прочности при сжатии до 1,8 МПа, обладающие определёнными физико-механическими и теплофизическими свойствами. По геологическому происхождению естественные стеновые материалы подразделяются на осадочные, метаморфические и изверженные.

В зависимости от прочности разрабатываемых пород штучный камень, получаемый из известняков, разделяется на 14 марок, из туфов - на 9.

Стандартом предусмотрены три основных типоразмера камней: 490x240x188 мм, 390x190x188 мм и 390x190x288 мм. Допускается также изготовление камней по длине в три четверти и в половину нормального размера.

Из пильных пород, кроме штучного камня и крупных блоков, выпускают конструктивные и облицовочные плиты, которые добываются на карьерах в виде монолитов и в дальнейшем подвергаются распиловке и специальной обработке на камнеобрабатывающих заводах.

Камнерезные машины используются для отделения блоков камня в породах средней прочности (мрамор, известняк, туф).

Технология их использования заключается в одновременном или последовательном создании пропилов в массиве во всех плоскостях с помощью дисковых, кольцевых фрез или цепных баров, армированных твердым сплавом. Камнерезные машины различаются по назначению: для выпиливания блочного камня небольших размеров на низких уступах; для выпиливания крупных стеновых блоков и конструктивно. Для выпиливания блоков камня из крепких горных пород возможно применение рабочих органов камнерезных машин, армированных натуральными или синтетическими алмазами.

Подготовка горизонта к добычным работам заключается в проходке разрезной траншеи и фланговых поперечных траншей для ввода и вывода режущего инструмента.

Камнерезный агрегат предназначен для вырезки камня из известняков прочностью до 50×10^5 Па, сортировки горной массы на стандартный камень и отходы, формирование пакетов из камня и укладки их в штабель в выработанном пространстве или в транспортные средства.

Выбор камнерезной машины для открытой разработки природного камня определяется физико-механическими свойствами, условиями его залегания и производственной мощностью карьера.

Пильный известняк разрабатывают низкими (0,4 м) и высокими (2-2,8 м) уступами. Высота уступа назначается с учётом мощности и строения пласта полезного ископаемого, а также конструкции камнерезной машины и размеров пильного камня.

При разработке мягких однородных пород предпочтительны высокоуступные системы.

При неоднородном строении пильного пласта или небольшой мощности полезного ископаемого применяют низкоуступные системы с преимущественным использованием дисковых машин.

Добыча штучного камня из известняков прочностью до 50×10^5 Па производится цепными и дисковыми камнерезными машинами. Известняки и туфы средней крепости разрабатывают дисковыми машинами. Для добычи крупных блоков из известняков и туфов применяют камнерезные машины с кольцевыми фрезами.

Количество камнерезных машин определяют в зависимости от физико-механических свойств разрабатываемого массива и производственной мощности карьера.

На крупных карьерах распространены высокопроизводительные машины СМ-89А и ПТ-38; на небольших карьерах, разрабатывающих природный камень прочностью ниже 50×10^5 Па, применяют легкие машины КБЦ-3а, КШЦ-2, КМАЗ-188 и др.

При выборе камнерезной машины учитывают также и отходы, получаемые при выпиливании штучного камня.

Для предотвращения повреждений пыльного пласта взрывными работами во время вскрышных работ бурение скважин производится с недобуром 1,0-1,5 м. Разработка прочных перекристаллизованных пород, залегающих в кровле рабочего пласта, осуществляется с помощью камнерезных или врубовых машин.

Вскрышные работы завершаются зачисткой кровли пыльного пласта бульдозерами. Затем, в центре карьерного поля или по его границам, камнерезными машинами КМАЗ-188, СМ-89А, КМГ-2 или взрывным способом проводятся разрезные траншеи на глубину, равную высоте добычного уступа. Ширина траншеи устанавливается в зависимости от размеров основного камнерезного оборудования. В необходимых случаях осуществляется также проходка фланговых траншей для ввода и вывода из массива режущего инструмента камнерезных машин.

Рациональная высота уступов для камнерезных машин при условии минимальной себестоимости продукции находится в пределах $H_y = 1,8-3,5$ м. Высокоуступные системы разработки экономичнее низкоуступных и им отдаётся предпочтение.

Ширина рабочей площадки уступа зависит от принятого типа камнерезной машины, вида добываемой продукции, способа производства погрузочно-разгрузочных работ и составляет 20-40 м.

По расположению относительного уступа камнерезные машины подразделяются на три группы:

- предуступные, когда машина полностью расположена на подошве рабочего уступа;

- уступные, когда одна опора машины установлена на почве, а другая - на кровле уступа;
- надуступные, когда машина целиком расположена на кровле уступа.

Размеры площадки под склад готовой продукции устанавливаются из условия размещения добываемой в течение 8-15 дней продукции для уменьшения её влажности.

При разработке месторождений природного камня коэффициент выхода готовой продукции в зависимости от физико-механических свойств камня, условий его залегания и принятого типа камнерезных машин колеблется в пределах $\eta = 0,30-0,75$.

Выход бутового камня колеблется в пределах 20-40% от общего количества отходов камнепиления, оскола 15-35%, штыба 10-35% и мелочи 10-25%.

ПРИМЕР ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧНЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРЕ БЛОЧНОГО КАМНЯ

КИБИК-КОРДОНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ МРАМОРА

Месторождение декоративного мрамора находится в Хакасии в 25 км от г. Саяногорска. Продуктивная толща залегает среди метаморфических сланцев протерозойского возраста, образуя линзу простираения и крутого падения до 70° . Общая протяженность мраморной толщи 18 км при мощности 600-1000 м. Генезис мрамора обусловлен региональным метаморфизмом. Толща разделена известково-хлоритовыми сланцами мощностью 250 м. Структура мрамора мелкозернистая. Плотность 2730 кг/м^3 , временное сопротивление сжатию 74 МПа, водопоглощение 0,07%, истираемость $0,72-1,32 \text{ г/см}^2$.

Гамма расцветки весьма богата: белый, иногда с желтоватым или бледнорозовым и розовым оттенком и светлосерый.

Технология добычи блоков включает канатное пиление, использование станков строчечного бурения и камнерезных машин.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Специфика технологии добычи блочного камня?
2. Особенности разработки Кибик-Кордонского месторождения мрамора?

ДОБЫЧНЫЕ РАБОТЫ В ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНЫХ КАРЬЕРАХ

Песчано-гравийное полезное ископаемое представляет собой смесь, образовавшуюся в результате естественного разрушения изверженных, осадочных или метаморфических пород. По составу она состоит из гравия с зернами размером от 3 до 60 мм не менее 50% и не более 80% веса смеси и песка с зернами размером до 3 мм не менее 20% и не более 50% веса смеси.

Естественный песок представляет собой в основном продукт разрушения кварцевых пород, гравий - продукт естественного разрушения скальных пород с окатанной формой зерна. Зерна размером более 150 мм относятся к валунам.

Образование песчано-гравийных месторождений обязано деятельности ледника и рек. Мощность продуктивной толщи составляет от 4 до 20 м.

Разработка месторождений, образовавшихся в результате деятельности ледника, производится с использованием традиционной технологии: экскавация горной массы механическими лопатами прямого или обратного черпания с автомобильным транспортом до дробильно-сортировочной фабрики.

Особенность разработки этих месторождений заключается в большой изменчивости мощности, состава по крупности, строения продуктивной толщи по площади. Это вызывает необходимость в изменении технологии разработки забоев.

Речные песчано-гравийные месторождения сильно обводнены. Разработка этих месторождений производится драглайном. Добытое из-под воды полезное ископаемое укладывается на рабочей площадке в штабель для обезвоживания. Из штабеля горная масса экскаваторами или погрузчиками загружается в средства транспорта для доставки на дробильно-сортировочную фабрику. Драглайн с ковшом 4-6 м³ располагается в забое выше уровня воды на 0,4-0,7 м. При наличии в продуктивной толще валунов экскавация горной массы производится обратной лопатой.

При предварительном осушении этих месторождений разработку продуктивной толщи производят скреперами или комплексом бульдозера и погрузчика. Бульдозер штабелирует горную массу, погрузчик доставляет её на дробильно-сортировочную фабрику.

ПРИМЕР ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧНЫХ РАБОТ НА ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНОМ КАРЬЕРЕ

СЫЧЕВСКОЕ ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНО-ВАЛУННОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Сычевское месторождение приурочено к межморенным среднечетвертичным флювиогляциальным отложениям, разделяющим днепровскую (нижнюю) и московскую (верхнюю) морены. Месторождение представляет собой корытообразную ледниковую долину, заполненную песчано-гравийно-валунным материалом. Мощность продуктивной толщи от 1 до 46 м. Содержание гравия и валунов от нескольких до 60%. Часто в полезной толще встречаются линзы и прослойки песков (мощность 0,5-10 м и более) и суглинков (0,2-8 м). Водоносный горизонт приурочен к полезной толще и его средняя мощность 8-10 м. Петрографический состав гравия (%): изверженные и метаморфические породы — 28,3; кремьень - 13,5; известняк - 43,6; песчаник - 12,2 и др. Пески в основном крупной и средней групп. Минералогический состав неоднородный, преобладает кварц. Содержание в песке фракций менее 0,14 мм изменяется от 3,6 до 74%, глинистых и илистых частиц — от 0,8 до 37,6%. Мощность вскрышных пород (суглинки или илистые глины) изменяется от 2 до 10 м.

Система разработки транспортная с внутренними отвалами и одновременной рекультивацией выработанного пространства. Обезвоживание обводненных запасов производится дренажными траншеями. Горнотранспортное оборудование: шагающие экскаваторы, автосамосвалы большой грузоподъемности, бульдозеры.

Технология производства щебня, гравия и обогащенного песка включает дробление, сортировку, промывку, складирование.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Специфика добычи песчано-гравийной массы?
2. Особенности разработки Сычевского песчано-гравийно-валунного месторождения?

ДОБЫЧНЫЕ РАБОТЫ НА ЩЕБЕНОЧНЫХ КАРЬЕРАХ

Щебень — самый распространённый продукт открытой разработки месторождений полезных ископаемых, который используется во всех областях строительной индустрии строительстве железных и автодорог, аэродромов, площадей, для наполнителей бетонов и т.д.

Щебнем называется материал дробления горной породы размером от 3 до 70 мм. По прочности щебень разделяется на семь марок: 1200, 1000, 800, 600, 400, 300, 200. Характеристикой качества продукта щебеночных карьеров являются: фракционный состав, прочность, удельный и объёмный вес, пористость, количество пластинчатых и игловатых форм, морозостойкость и др.

Полезными ископаемыми для производства щебня являются магматические (диорит, базальт, диабаз, габбро и др.), осадочные (известняк, доломит, песчаник) и метаморфические (кварцит, мраморизованный известняк, гнейс и др.) месторождения.

Добыча полезного ископаемого и производство щебня представляет собой технологический поток, включающий добычу полезного ископаемого в забоях, дробление, сортировку, обогащение, складирование и отгрузку готовой продукции потребителям на дробильно-сортировочной фабрике. В комплект технологического оборудования входит экскавационное, транспортное и дробильно-сортировочное оборудование. Конкретный вид, тип и типоразмер оборудования определяется природными условиями, сроком эксплуатации месторождения и производительностью карьера.

При небольшом сроке эксплуатации карьера и производительности 200-400 тыс. м /год комплект оборудования включает: передвижные дробильно-сортировочные установки (ПДСУ), легкие маневренные буровые станки, одноковшовые погрузчики, бульдозеры, экскаваторы с ковшом ёмкостью до 2-3 м и автосамосвалы грузоподъемностью 7, 12 и 27 т. Обычно такие карьеры, именуемые притрассовыми, организуются при строительстве автомобильных и железных дорог.

При более длительном сроке эксплуатации карьера, производительности более 400 тыс. м /год и переработкой добываемого в карьере полезного ископаемого в стационарных дробиль-

но-сортировочных фабриках (ДСФ) выбор добычного оборудования зависит от свойств, требуемого качества полезного ископаемого и расстояния транспортирования до ДСФ. Комплект оборудования на этих карьерах применяется аналогичный вышеприведённому, а при легко взрываеваемых породах в качестве выемочно-погрузочных средств используются погрузчики, которые при расстоянии перемещения не более 0,5-0,7 км работают как выемочно-транспортирующие машины.

При производительности более 1 млн. м³/год и валовой разработке пород комплект оборудования состоит из шарошечных буровых станков, карьерных экскаваторов с ковшом от 4,6 до 8 м и автосамосвалов грузоподъемностью от 27 до 75 т. При применении в карьере дробильной установки для доставки горной массы на ДСФ используется конвейерный транспорт, а при применении в забое передвижных дробильных установок — автомобильно-конвейерный.

При добычных работах в сложноструктурных карбонатных породах, представленных маломощными (0,5-1,5 м) горизонтальными и наклонными слоями пород различной прочности, применяется раздельная подготовка карбонатных пород механическим рыхлением или с применением взрывных работ на разрушение массива по естественной трещиноватости. Оборудование для производства щебня включает:

- щековые или конусные дробилки для крупного, среднего и мелкого дробления высокопрочных пород типа гранитов, базальтов и песчаников; дробилки ударного действия (молотковые и роторные) для средней крепости осадочных пород;
- грохоты (инерционные и вибрационные) для предварительного грохочения перед отдельными стадиями дробления, отбора загрязняющей мелочи, сортировки рядового щебня (0-70 и 0-40 мм) на товарные фракции с выделением фракции 0-5 мм, промывки и обезвоживания щебня;
- классификаторы, моечное оборудование при наличии труднопромывистой глины;
- питатели для подачи горной массы в дробилки и равномерной загрузки остального оборудования.

При валовой подготовке пород к выемке добычные уступы обрабатываются заходками нормальной ширины.

Высота добычного уступа определяется мощностью однородных слоев или параметрами экскаватора. При раздельной выемке возможная высота уступа зависит от его устойчивости и в карбонатных породах может достигать 15-20 м.

Минимальная длина экскаваторного блока при валовой выемке полезного ископаемого 70-100 м; при селективной выемке длина экскаваторного блока 75-150 м.

Ширина рабочих площадок уступов определяется параметрами экскавационного и транспортного оборудования с соблюдением правил безопасности.

ПРИМЕР ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧНЫХ РАБОТ НА ЩЕБЁНОЧНОМ КАРЬЕРЕ БУТО-ЩЕБЁНОЧНЫЙ КАРЬЕР

Смолинское месторождение гранодиоритов находится в Челябинской области, в 12 км от г. Челябинска.

Месторождение расположено на повышенной эрозийной равнине. Климат района резко континентальный с колебаниями температур от -45 до +39 °С Среднегодовое количество осадков 389 мм.

Месторождение сложено интрузивными породами гранитного комплекса: гранитами, гранодиоритами и гранито-гнейсами. Принятый к отработке интрузивный массив гранодиорита разбит на плиты и отдельные монолиты трещинами отдельности, имеющими преимущественно меридиальное направление, что благоприятно для разработки гранитов.

Комплект оборудования добычного технологического потока включает буровое оборудование СБШ-200, экскаваторы ЭКГ-4,6 и железнодорожный транспорт.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Специфика ведения добычных работ на щебёночных карьерах?
2. Особенности разработки Смолинского месторождения?

ДОБЫЧНЫЕ РАБОТЫ НА КАРЬЕРАХ ГЛИНЫ

Глины используются человеком с древнейших времен. Самым древним видом керамических изделий является глиняная посуда.

Месторождения глин разделяются на группы по направлению использования:

- для производства керамических строительных материалов: керамзит, кирпич строительный, огнеупорный, кислотоупорный, черепица, облицовочная плитка;
- для производства фаянсовых и фарфоровых изделий;
- для компонентов цементного сырья.

Продуктивная толща глин представлена пластами или линзами. Угол падения пластов 8-10°, мощность - от нескольких до 100 м и более. Особые требования к глинам:

- для производства кирпича - пластичность;
- для производства керамзита - способность вспучиваться;
- для производства фаянса и фарфора - отсутствие красителей в виде Fe_2O_3 ;
- для цементного сырья пригодны любые глины, суглинки, лесс и глинистые сланцы.

Особенность глинистого сырья определяет минералогический состав, наличие пропластков пустых и некондиционных пород, наличие обводнённости месторождения и объём запасов.

Как полезное ископаемое глина меняет свои свойства во времени под воздействием температуры воздуха и влажности, поэтому её добыча должна производиться сразу после вскрышных работ и немедленно направляться на производство изделий. В этом случае эффективно применение технологии добычных работ одноковшовыми экскаваторами с погрузкой в автотранспорт или многоковшовыми цепными или роторными экскаваторами с погрузкой в железнодорожный транспорт узкой колеи.

Для предохранения потери качества от влияния окружающей среды возможно оставление предохранительного слоя вскрышных пород, который экскавируется в отвал добычным экскаватором перед выемкой полезного ископаемого в цикле между его передвижками в забое.

Особенностью технологии разработки глины при круглогодичной работе является обеспечение утепления рабочей зоны от промерзания при низких температурах в зимний период. Наиболее простой способ заключается в покрытии поверхности уступа природными или синтетическими материалами.

ПРИМЕР ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧНЫХ РАБОТ НА ГЛИНЯНОМ КАРЬЕРЕ

АРТЁМОВСКИЙ КАРЬЕР КЕРАМИЧЕСКИХ ГЛИН

Месторождение керамических глин находится в Ростовской области, в 6 км по железнодорожной ветке от г. Артёмовска.

Район характеризуется хорошо развитой промышленностью и широкой сетью шоссе и грунтовых дорог. Рельеф местности холмистый, пересечённый рядом рек и балок. Месторождение расположено на водоразделе между реками Бахмуткой и Горелой.

Климат района умеренно континентальный, температура изменяется в пределах $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Среднегодовое количество осадков 400-450 мм.

В геологическом строении карьера принимают участие продуктивные отложения полтавского яруса третичного возраста мощностью 40 м, представленные белыми и окрашенными песками и огнеупорными глинами. Полтавский ярус залегает на зеленоватых песках с прослоями зелёных глин харьковского яруса и покрыт четвертичными образованиями.

В состав месторождения входит до пяти залежей огнеупорных глин, представленных слоями пород песчано-глинистого состава различной мощности.

Комплект оборудования добычного технологического потока включает роторный экскаватор с железнодорожным транспортом.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Специфика ведения добычных работ на месторождениях глины?
2. Особенности разработки Артёмовского карьера керамических глин?

ДОБЫЧНЫЕ РАБОТЫ ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Специфика добычных работ на карьере при одновременной разработке месторождения открытым и подземным способами заключается:

- в специальном режиме взрывных работ в карьере и подземном руднике;
- в определении безопасного расстояния между открытыми и подземными выработками;
- в использовании горных выработок подземного рудника для доставки полезного ископаемого из карьера.

Специальный режим взрывных работ заключается в определении объёма одновременно взрываемого взрывчатого вещества, безопасного для людей, горных выработок и механизации, времени проведения взрывных работ на открытых и подземных разработках и системы мер безопасности в целом на месторождении при производстве взрывов. Расчёты базируются на сейсмическом воздействии взрыва на окружающую среду.

Безопасное расстояние между открытыми и подземными выработками, особенно при камерной выемке с обрушением полезного ископаемого в руднике, необходимо для безопасности людей и механизации от внезапных провалов в рабочей зоне карьера или обрушений в подземных горных выработках. Это расстояние рассчитывается с учётом свойств массива и геологического строения месторождения, тектонических нарушений и зон возможных ослаблений прочности массива.

Целью совмещения открытых и подземных работ является увеличение производственной мощности предприятия по добыче полезного ископаемого и совместного использования подземных горных выработок для сокращения затрат на транспорт. В этом случае на нагорных карьерах рудопоток с карьера и подземного рудника объединяется.

ПРИМЕР ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧНЫХ РАБОТ ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО

ТЫРНЫАУЗСКОЕ ВОЛЬФРАМО-МОЛИБДЕНОВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено в высокогорной зоне Северного Кавказа. Абсолютная высота 3600 м. Глубина месторождения 900 м, мощность от 2 до 130 м, падение крутое. На месторождении разведано 28 пластообразных рудных тел. Главные рудные минералы: шеелит, молибденит, молибдо-шеелит. Основные компоненты руд: вольфрам, молибден, медь, висмут.

Месторождение разрабатывается комбинированным способом: верхняя часть - открытым, нижняя - подземным.

Карьеры «Высотный» и «Мукуланский» находятся на высоте 2800-3200 м. Система разработки транспортная, с буровзрывной подготовкой горных пород к выемке. Экскавация горной массы экскаваторами и автопогрузчиками. Транспорт автосамосвалами. Добытая руда перепускается по рудоспускам в транспортные выработки подземного рудника.

Подземный рудник «Молибден» вскрыт штольнями и слепыми стволами. Система разработки этажно-камерная и поэтажного обрушения с отбойкой на «зажатую» среду. На проходке горизонтальных выработок и на очистных работах применяется самоходное дизельное оборудование. На концентрационном горизонте рудника производится электровозная откатка всей руды с открытых и подземных работ.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Специфика добычных работ на карьере при одновременной разработке месторождения открытым и подземным способами?

2. Особенности разработки Тырныаузского вольфрамомолибденового месторождения?

ОСОБЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧНЫХ РАБОТ

При разработке мощных пластообразных и штокверковых залежей однородного содержания возможно применение взрывной подготовки руды (массовой отбойки) глубокими скважинами, пробуренными с поверхности. Выемочно-погрузочные работы в этом случае могут осуществляться драглайнами с поуступной переэкскавацией или с использованием гравитационной доставки через подземные горные выработки. Преимущество этих технологий - высокая производительность труда, повышение эффективности открытых горных работ.

Месторождения с малой прочностью полезного ископаемого могут обрабатываться средствами гидромеханизации без вскрышных работ через скважины. Эта технология предусматривает разрушение полезного ископаемого высоконапорной струёй воды из гидромонитора, опускаемого в скважину, и подъём пульпы на поверхность созданием воздушного давления через затрубное пространство.

Эта технология может использоваться для извлечения остатков полезного ископаемого в бортах карьера.

Добыча полезного ископаемого из вертикально расположенных жил или трубок возможна выбуриванием буровой техникой большого диаметра. В целом эта технология напоминает шнеко-буровую выемку угля, но в вертикальном направлении. Выбуренные пространства заполняются закладкой для создания устойчивости рабочего пространства.

Скважинная технология и выбуривание не требуют вскрышных работ, обеспечивая эффективность, несмотря на необходимые потери полезного ископаемого в недрах.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Особенности скважиной технологии добычи?
2. Как осуществляется выбуривание полезного ископаемого?

ПОВТОРНАЯ РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Последовательная подземная, а затем и открытая разработка используются в практике под названием «повторная разработка месторождения», когда отработка велась системами с оставлением целиков, участков с богатыми и бедными рудами, зон с сильными геологическими нарушениями. При подземном способе в зависимости от применяющихся систем разработки в недрах остается большое количество полезных ископаемых, достигающее 40% от промышленных запасов. В отдельных случаях переход с подземных работ на открытые обуславливался повышенной пожароопасностью руд.

Особенность открытой разработки месторождений после подземной заключается в необходимости учёта: пустот от подземных горных работ, нарушений и повышенной трещиноватости от сдвигения пород, параметров целиков руды и содержания в них полезных компонентов, опасности обрушений потолочин подземных камер и выработок, разрушения целостности массива горных пород в зонах обрушения. Это затрудняет ведение буровзрывных работ из-за утечки газов и экранирования взрывной волны трещинами, опасности провала горного и транспортного оборудования.

При ведении открытых горных работ в опасных зонах необходимо опережающее взрывное обрушение потолочин камер или заполнение их горной породой через скважины, нарезка рабочих горизонтов на карьере с учётом уровня горизонтов подземных горных работ.

Вскрышные работы в этих условиях ведутся с применением автомобильного или комбинированного транспорта.

Выбор технологии добычных работ существенно зависит от принципа разделения рудной зоны на горизонты, участки с учётом того, что высота подземных камер, как правило, превышает высоту добычного уступа на карьере. Размеры их в плане несоизмеримы с шириной заходки экскаваторов, а направление их сторон может не совпадать с направлением фронта работ на карьере.

Учёт этих особенностей позволяет установить горизонты отработки, высоту уступа, направление развития фронта на гори-

зонте и технологию буровзрывных и выемочно-погрузочных работ.

Задачей буровзрывных работ является качественное дробление руды и необходимость заполнения взорванной горной массой пустот, оставшихся от подземных горных работ. Обычно в этих случаях из-за наличия пустот, разрыхлённой закладки в подземных камерах, нарушенности самих целиков подготовка горной массы взрывным способом с сохранением геологической структуры в развале невозможна.

Разработка взорванной горной массы производится валовым способом или селективно с разделением руды и пустых пород с закладкой. В последнее время при совместной отработке месторождения открытым и подземным способами в камеры при выпуске богатой руды по рудоспускам подаётся бедная руда с открытых разработок, повышая тем самым устойчивость массива и, следовательно, безопасность на открытых горных работах.

Отработка в последующем междукамерных целиков вместе с бедной рудой, использованной в качестве закладки, считается эффективной.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основные особенности ведения добычных работ при повторной разработке месторождений?
2. Как осуществляется совместная разработка месторождений?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При ведении добычных работ открытым способом велики типоразмерные ряды оборудования, используемого в основных и вспомогательных технологических процессах, многообразны технологические схемы горного производства, а также различны методы ведения подготовки и выемочно-погрузочных работ на добычных участках карьеров.

В зависимости от геологических условий залегания месторождений, свойств полезных ископаемых, климатических условий района месторождения способы открытой геотехнологии ведения добычных работ в карьерах приобретают ряд особенностей.

Ведение добычных работ открытым способом получает развитие при значительном улучшении экономических показателей на основе совершенствования техники, технологии и организации горного производства, внедрения передового отечественного и зарубежного опыта, природоохранных и ресурсосберегающих технологий.

Перспективы открытых разработок месторождений связаны с оптимизацией параметров добычных работ и оборудования, применением техники непрерывного действия, комплексным использованием добытых пород, переходом на большие глубины, широким применением автоматизированных систем и методов управления.

При добыче полезных ископаемых открытым способом основным направлением улучшения методов геотехнологии является внедрение средств новой механизации горных работ, обеспечивающих снижение негативного влияния деятельности горнодобывающего предприятия на окружающий природный массив и создающих условия для эффективной, малоотходной и наиболее полной выемки полезных ископаемых.

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анистратов Ю.И. Справочник по открытым горным работам / Ю.И. Анистратов, К.Ю. Анистратов, М.И. Щадов // – М.: НТЦ «Горное дело», 2010.
2. Анистратов Ю.И. Технология открытой добычи руд редких и радиоактивных металлов. М.: Недра, 1988, - 432 с.
3. Анистратов Ю.А. Технология открытых горных работ. / Ю.А. Анистратов, К.Ю. Анистратов // - М.: НТЦ «Горное дело», 2008.
4. Арсентьев А.И. Вскрытие и системы разработки карьерных полей. - М.: Недра, 1981.
5. Арсентьев А.И. Производительность карьеров. - СПб: СПГГИ (ТУ), 2002.
6. Бритаев В.А., Замышляев В.Ф. Горные машины и комплексы. Учебное пособие для техникумов. – М.: Недра, 1984. – 288 с.
7. Короновский Н.В. Основы геологии / Н.В. Короновский, А.Ф. Якушова. - М.: Изд. МГУ, 2000. – 125 с.
8. Подэрни Р.Ю. Горные машины и комплексы для открытых работ: Учебное пособие. - В 2-х Т.-Т.1. 4-е изд., стер. - М.: Издательство МГГУ, 2001. – 422 с.
9. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Технология и комплексная механизация. // - М.: изд. «Либроком», 2010.
10. Справочник. Открытые горные работы / К.Н. Трубецкой, М.Г. Потапов, К.Е. Веницкий, Н.Н. Мельников и др. – М.: Горное бюро, 1994. – 590 с.
11. Фомин С.И. Основы технологии горного производства. – СПб: СПГГИ (ТУ), 1993.
12. Шпанский О.В. Технология и комплексная механизация добычи нерудного сырья для производства строительных материалов / О.В. Шпанский, Ю.Д. Буянов. // - М.: Недра. 1996

ОГЛАВЛЕНИЕ

Твердые полезные ископаемые, добываемые открытым способом.....	4
Технологическая классификация полезных ископаемых	5
Способы выемки полезных ископаемых в карьере.....	6
Потери и разубоживание.....	8
Подготовка полезных ископаемых к выемке.	9
Средства механизации добычных работ	12
Транспортирование полезных ископаемых	19
Добычные работы при разработке пластовых месторождений	26
Добычные работы на железорудных карьерах	30
Добычные работы при разработке месторождений цветных, редких и драгоценных металлов	33
Добычные работы при разработке месторождений радиоактивных полезных ископаемых	39
Добычные работы при разработке алмазных месторождений	43
Добычные работы при разработке россыпей.....	50
Добычные работы на карьерах химического сырья	55
Добычные работы на карьерах блочного камня	59
Добычные работы в песчано-гравийных карьерах	66
Добычные работы на щебеночных карьерах	68
Добычные работы на карьерах глины	71
Добычные работы при комбинированной разработке месторождений полезных ископаемых.....	73
Особые технологии добычных работ	75
Повторная разработка месторождений.....	76
Заключение	78
Рекомендательный библиографический список.....	79