

ГПЗ-15. Управление качеством руд. 26-28. 01. 2021 г.

Лекция 1.

ВВЕДЕНИЕ В КУРС «УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ РУД»

Добытая открытым или подземным способом руда в дальнейшем проходит переработку в товарный концентрат с определенным содержанием полезного компонента. Переработка рудной массы производится на обогатительных фабриках или гидрометаллургических производствах по различным технологическим линиям для богатой и бедной руды, для руды с вредными примесями, для комплексной руды (с несколькими полезными компонентами).

Поэтому руду сортируют, разделяют на группы:

- по химическому составу, содержанию металла;
- по минералогическому составу;
- по гранулометрическому составу.

Сортировка руды начинается у забоя (сплошная или селективная выемка), продолжается на промежуточных складах и отвалах, а заканчивается у рудоперерабатывающего производства.

В среднем по данным металлургического обогащения руд цветных, редких и радиоактивных металлов изменение среднего содержания металла в руде на 1-2 % приводит к увеличению затрат на обогащение руды на 10-20 %. А суточные колебания содержания металлов на рудниках составляет 100 %.

Характеристика месторождений руд и металлов приведена в таблице 1.

Таблица 1. - Характеристика месторождений руд и металлов

Тип месторождения и название	Минералы	Полезные компоненты	Форма залегания
1	2	3	4
Месторождения железа			
Железистых кварцитов, скарные, осадочные (Кривой рог, Магнитогоское, Таштагольское)	Гематит, магномагнетит, шамозит, гетит и др.	Fe, Ti, P	Пласт, штокверк, рудный столб

Месторождения марганца			
Родохрозит-гидроокисное (Никопольское, Чиатурское, Атасуй)	Пирролюзит, браунит, усмадит, мандит, родохрозит	Mn, P, Fe	Пласт
Месторождения хрома			
Пластовые в габброидных ультрабазитовых ультраосновных массивах (Саранов- ское, Кемпирсайское)	магнохромит, алюмохромит	Cr, Ni, Fe	Пласты в ультраосновных породах
Месторождения титана			
Россыпные рутил-ильмени- товые, титаномагнетитовые (Бушвельд, Приднепровье, Ставрополье, Тургайский прогиб)	рутил, ильменит, лей- титан, коксен, лопарит	Ti, Nb, Ce, Zr	Россыпи в делювиальных породах
Месторождения ванадия			
Титано-магнетитовые в песчаниках, урановые (Бушвельд, Намибия)	ванадинит, деклуазит, карнотит	V, Fe, Ni, P, Ag, Mo	Пласты
Месторождения никеля и кобальта			
Медно-никелевое сульфидное, никель-кобальт- арсенидное, гидротермальное магматическое (Норильск- 1, Талнахское, Октябрьское, Восток, Каммикиви)	борнит, магнетит, силикаты, Пентландит, Миллерит, Линнеит, Кобальтин, Эритрин	Ni, Co, Ag, W, Mo,	Линзы на контактах с карбонатными породами, жилы
Месторождения вольфрама и молибдена			
Вольфрам-молибденовое скарновое, грейзеновое, Медно-молибденовое гидротермальное, Кварц- сульфидно-вольфрамовое, уран-молибденовое (Акчатауское, Караобинское, Шахтаминское, Сорское, Холтосонское, Стрельцовское)	Молибденит, шеелит, халькопирит, пирит	Mo, W, Au, Ag, U, Cu, Pb	Жилы, пласты, штокверки, рудные столбы
Месторождения алюминия			
Бокситово-латеритные пласты, нефелиновые (Иксинское, Амангельдинское, Вежаю- Ворыквинское, Юкспор)	бемит, гиббсит, диаспор, боксит	Al, Fe, Ti	Линзы, пласты, столбы

Месторождения магния			
Доломитовые, карналлитовые пласты, магнезитовые пласты (Саткинское, Савинское, Соликамское)	доломит, магнезит, наллит, бишофит	Mg, Cl, Rb,	Карбонатные породы, массивы сынныритов
Месторождения меди			
Ванадиево-железо-медное, магматическое, Медно-порфировое, Сульфидно-кварцевое, гидротермальное, Медисто-песчаниковое, скарновое (Джезказганское, Удоканское, Быстринско-Ширинское)	Халькопирит, борнит, энаргит, ковеллин, куприт, пирротин	Cu, Zn, S, Pb, Cd, In, Co, Au, Ag, Se	Пласты, жилы, штокверки, линзы, штоки
Месторождения свинца и цинка			
Галенит-сфалеритовое, Полиметаллическое гидротермальное, Свинцово-цинковое, Полиметаллическое колчеданное (Николаевское, Топкан, Кансай, Благодатское, Зыряновское, Ачисайское, Кличкинское)	Сфалерит, галенит, халькопирит, марказит, барит	Pb, Zn, Cd, Ag, Au, Cu, Sn, Se	Жилы, линзы, гнезда, штокверки, штоки, вкрапленные руды
Месторождения олова			
Касситерит-кварцевое, Касситерит-силикатное, Касситерит-сульфидное гидротермальное (Иультинское, Шерловогорское, Солнечное, Березовское, Дальнее)	Касситерит, вольфрамит, молибденит, станин, халькопирит	Sn, Pb, Cu, Cd, In, Ag	Жилы, штокверки, Гнезда, линзы
Месторождения сурьмы и ртути			
Сурьмяно-ртутное гидротермальное (Никитовское, Сахалинское, Боркут, Большой Шаян)	Киноварь, антимонит, реальгар, марказит, аурипигмент	Hg, Sb, Bi, W, Cu, Zn, Au, Ni	Жилы, гнезда, штоки

**Влияние отдельных факторов на качество руды
при ее переработке в концентрат**

1. Гранулометрический состав - при металлургическом обогащении рудная мелочь размером < 10 мм спекается в камень, а при крупности кусков > 70 мм низкое извлечение металла из руды.
2. Содержание металла - чем выше содержание, тем меньше используется реагентов - разделителей металла от шлака. Чем выше отклонение от среднего содержания, тем выше выход металла в хвосты обогащения и тем ниже извлечение металла из руды.
3. Магнитная восприимчивость - при магнитном способе обогащения отклонения от средней восприимчивости приводит к потерям металла в хвостах.
4. Окисленность руды - наличие в рудной массе окисленных руд резко уменьшает эффективность металлургического и химического обогащения.
5. Электропроводность рудных минералов - оказывает решающее влияние при электростатической сепарации руды на фабрике.
6. Крепость руд и трещиноватость массива - оказывают влияние на буримость, взрываемость скважин и степень измельчения рудной массы.
7. Радиоактивность руд – в частности такие показатели как содержание урана и коэффициент радиоактивного равновесия оказывают значительное влияние на сортируемость руд радиометрическими методами.
8. Контрастность руд – этот показатель в значительной степени влияет на выход хвостов, выход концентрата и коэффициент обогащения при сортировке радиоактивных руд.
9. Петрографический состав вмещающих пород и состав минералов, содержащих полезные компоненты оказывает сильное влияние на разделение потока добытой руды на сорта, направляемые на переработку различными технологиями.

Основные термины и понятия

1. Качество продукции - это совокупность потребительских свойств продукции, определяющих степень пригодности её для использования по назначению.

Характеризуется содержанием полезного компонента и вредных примесей, наличием полезных при обогащении свойств руды.

Категории качества продукции:

1.1. Единичный показатель качества - характеристика одного из свойств сырья, например, содержания металла, нормируемая величина по каждому отдельному фактору.

1.2. Комплексный показатель качества - нормируемое сочетание группы из нескольких факторов, влияющих на технологию переработки руды. Оценивается аналитически или эмпирически - по статистическим данным. Например, сочетание твердости, вязкости и трещиноватости определяет гранулометрический состав руды и извлечение металла при обогащении.

1.3. Интегральный показатель качества - характеризует влияние совокупности всех групп факторов и соотношения отдельных свойств руды на экономическую эффективность добычи и переработки рудной массы, зависит от рыночной стоимости концентрата и себестоимости его получения, определяет бортовое содержание полезного компонента.

2. Качество полезного ископаемого – это совокупность всех свойств рудного массива, используемых для добычи и обогащения, например, влажность, плотность, твердость, крепость, окисляемость, радиоактивность, гранулометрический состав, содержание полезных и вредных компонентов...

3. Качество горных работ - это технический, технологический и организационный уровень горного производства, соответствующий специфическим условиям разработки месторождения.

Он характеризуется:

- уровнем извлечения полезного ископаемого из недр (потерями) и его разубоживанием при добыче;

- степенью обеспечения стабильности качественных свойств рудной массы при добыче (например, коэффициентом вариации какого-то свойства);
- производительностью ведения горных работ;
- себестоимостью добычи руды.

4. Управление качеством рудной массы - это совокупность мероприятий по регулированию полезных свойств рудной массы: определение кондиций, опробование, сортировка, усреднение, т.е. технологические решения по обеспечению стабильности добычи сырья в требуемых объемах, качестве и однородности свойств.

5. Квалиметрия минерального сырья - наука, изучающая теорию и практику количественной оценки качества продукции:

- изучение закономерностей формирования и взаимозависимости отдельных свойств, характеризующих качество продукции;
- исследование методов количественного изменения уровня качества продукции;
- изучение способов контроля за качеством сырья...

Продукция горнорудных предприятий может иметь вид:

- а) сырой руды - рудная масса, не подвергавшаяся какому-либо улучшению качества;
- б) товарной руды - рудной массы, качество которой, было повышено в результате сортировки, грохочения и частичной стабилизации (разделения руды на группы по диапазонам полезных свойств);
- в) концентрата - рудного сырья, качество которого улучшено специальными методами обогащения.

Итак, качество продукции определяется качеством полезного ископаемого и качеством горных работ.

Методы управления качеством продукции

Управление качеством продукции производится на стадиях проектирования, строительства и подготовки месторождения, очистной

добычи, на усреднительных складах перед отправкой на обогатительную фабрику. Методы управления: а) совершенствование систем разработки, процессов очистной выемки с целью снижения потерь и разубоживания при добыче; б) управление запасами полезных ископаемых при планировании развития горных работ для усреднения качества отбитой руды; в) управление объемами добычи руды по блокам и забоям для усреднения качества руды в суточной добыче; г) разработка технологий добычи с утилизацией пустых пород в выработанном пространстве; д) устройство усреднительных пунктов между забоем и обогатительной фабрикой; е) обоснование экономически оптимальных кондиций товарной руды; ж) разработка систем контроля и опробования качества руды на всех стадиях ее добычи...

Мероприятия по рациональному использованию недр

и повышению качества минерального сырья:

- обеспечение минимума потерь руды из числа балансовых запасов на всех стадиях добычи, транспортировки и переработки;
- сохранение или эффективное вовлечение в отработку забалансовых руд при вынужденном разубоживании;
- комплексное использование сырья с целью извлечения всех попутных полезных компонентов;
- стремление к безотходной технологии, за счет погашения пустот пустыми породами из проходческих забоев и из отвалов...

Значение стабилизации качества руды

Экономическая эффективность работы рудоперерабатывающих фабрик зависит не только от уровня качества руды (например, содержания металла в ней), но в большей степени от однородности руды по качеству, т.к. обычно снижение колебаний руды по качеству намного важнее общего повышения содержания руды.

Совокупность факторов, влияющих на формирование качества добытой руды

1. Природные:

качество руды на отдельных участках, блоках и их изменчивость, контакты руды с вмещающими породами, наличие вредных примесей, трещиноватость и физико-механические свойства руды, пород.

2. Технологические:

эксплуатационные границы залежи (по бортовому содержанию металла в руде), последовательность и порядок отработки залежи. способ вскрытия и подготовки залежи, система разработки, очистное оборудование, количество действующих блоков, наличие и способ рудосортировки, дробления и грохочения, наличие складов руды с усреднительными устройствами, способы контроля качества руды...

3. Экономические:

себестоимость добычи, переработки руды, кондиции для данного месторождения, цена на товарную руду и концентрат ...

4. Государственная необходимость:

потребность в данном полезном ископаемом как стратегическом сырье, социальная необходимость обеспечить население работой...

Часть этих факторов являются неуправляемыми, другая - управляемыми.

Принципы технологического управления качеством рудной массы

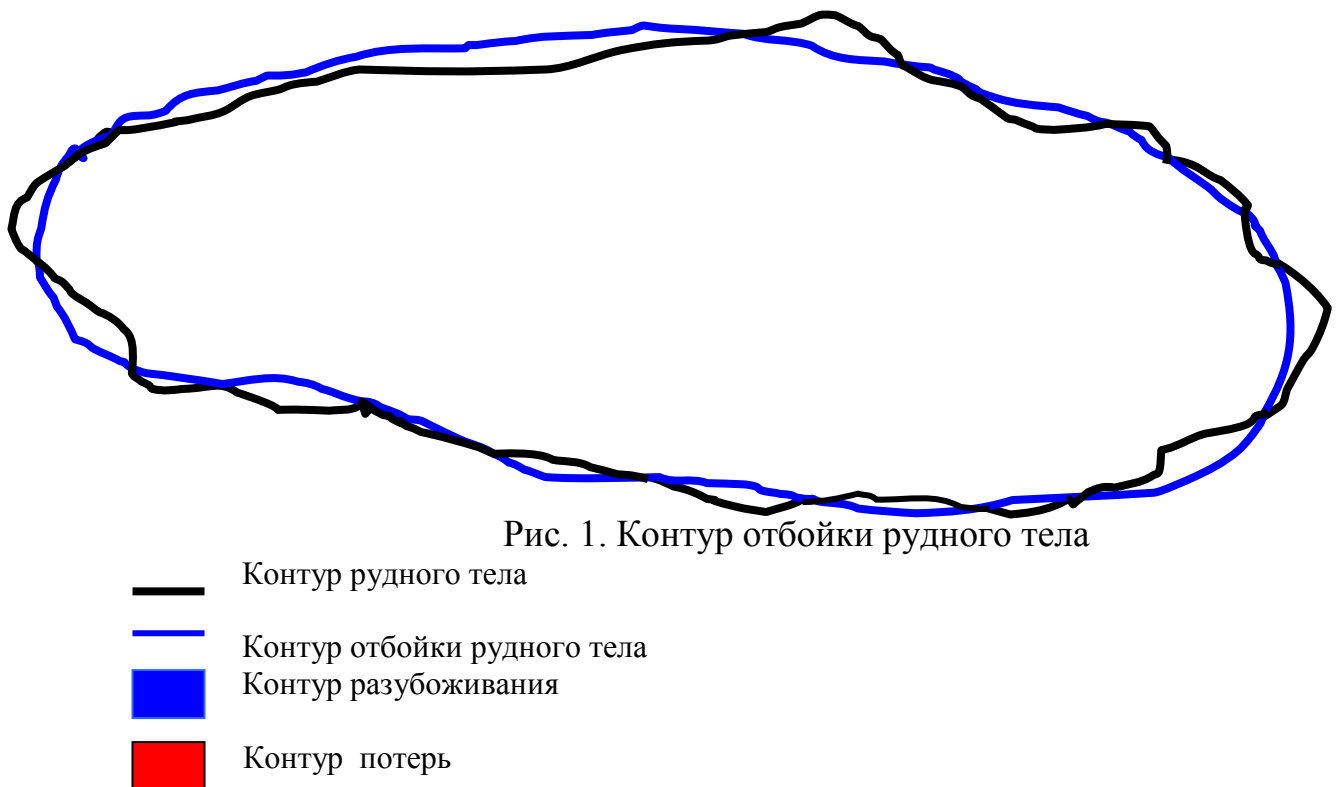
1. Оптимизация рудного контура за счет рационального обоснования кондиций на минеральное сырье:

- min промышленное содержание полезного компонента по блоку, руднику;
- бортовое содержание полезного ископаемого;
- max допустимое содержание вредных примесей;

- min коэффициент рудоносности для месторождений с крайне неравномерным оруденением;
- min выемочная мощность по добычному оборудованию;
- max допустимая мощность прослоев пустых пород внутри рудного контура;
- min запасы в изолированных и обособленных рудных телах.

2. Оптимизация соотношения между потерями и разубоживанием руды при отбойке и выпуске, когда определяется фактический контур забоя, выработанного пространства.

Принцип построения фактического контура - количество квадратов с преобладающими потерями руды должно быть равно количеству квадратов с разубоженной рудой, тогда общий объем добычи руды не изменится, хотя изменится среднее содержание в рудной массе. Рис. 1



3. Оптимизация ширины очистного пространства, когда с увеличением ширины увеличивается производительность добычи (за счет использования мощной самоходной техники), но увеличивается

разубоживание руды и затраты на дополнительные подготовительные, нарезные выработки (например, наклонный съезд).

4. Применение селективных методов отбойки для случаев:

- когда каждый сорт руды требует индивидуальной технологии переработки на обогатительной фабрике;
- когда при совместной отработке бедных и богатых руд заметно возрастают потери металла на стадиях транспортировки, обогащения...

5. Применение сортировки радиоактивной руды на различных стадиях технологического процесса добычи:

- РРР ручная рудоразборка (визуальная, с переносным радиометром);
- РЗС радиометрическая забойная сортировка;
- РКС сортировка на радиометрических контрольных станциях при откатке;
- РОФ покусковая сортировка на радиометрических обогатительных станциях при рудоперерабатывающей фабрике;
- ОТС обогащение в тяжелых суспензиях на фабрике.

6. Управление средним уровнем качества рудной массы за счет регулирования объемов добычи богатых и бедных руд по забоям и блокам.

7. Управление стабильностью качества руды за счет перемешивания сортов на складе, в бункерах.

Опробование качества минерального сырья

Опробование - это процесс определения характеристик и свойств руды по отдельным пробам-порциям.

Способы отбора проб:

- 1) штуфовый - отбор единичного куска весом 0,5-2 кг из вагонетки, ковша...;
- 2) точечный - отбор нескольких небольших кусков руды из емкости, например, по определенной сетке, вес всех кусков не более 5 кг;
- 3) бороздовый - отбор небольших кусков по линии-борозде в емкости;
- 4) шламовый - отбор бурового шлама при бурении скважин.

Операции подготовки проб к анализу на качество:

- дробление и измельчение;
- грохочение и рассеивание для разделения частиц по классам крупности;
- перемешивание и сокращение проб...

Методы определения качественного состава руд без отбора геологических проб

1. Геофизические методы - измерение излучений, физических полей приборами.

Радиометрические методы - основаны на измерении естественной радиоактивности руд (по гамма-излучению) и служат для определения содержания радиоактивных элементов в рудах. Приборы - радиометры типа СРП-68 и "Агат-69".

1.1. Радиометрический анализ служит для определения содержания радиоактивных элементов в массиве, рудной массе, в пробах.

1.2. Гамма-спектральный, рентгеноспектральный анализ применяют для определения содержания урана, тория, калия в порошковых пробах.

1.3. Спектроскопический альфа анализ - служит для определения количества изотопов и их соотношения в руде, чтобы оценить происхождение и условия формирования месторождения.

1.4. Эманационный анализ применяют для оценки содержания радиоактивных руд по величине интенсивности выхода из них газа радона.

2. Ядерно-геофизические методы - основаны на воздействии определенного вида лучей на исследуемый материал и изучении интенсивности и спектра вторичного (ответного) излучения. Этими методами определяют состав и контуры руд, содержание изотопов в естественном состоянии и в порошковых пробах.

2.1. Гамма-гамма анализ - основан на эффекте фотопоглощения гамма-

квантов с высокими атомными номерами, он позволяет оценить содержание железа, марганца, олова, свинца, ртути в естественном их состоянии.

2.2. Рентгенорадиометрический анализ позволяет оценить содержание меди, бериллия, мышьяка, серебра, стронция, олова, тантала, циркония, серы, урана, тория...

2.3. Гамма-нейтронный анализ бериллия - это облучение гамма-лучами эталона радиоактивной сурьмы образца бериллия и регистрация ответного нейтронного излучения бериллия.

2.4. Нейтрон-нейтронный анализ - сущность его в регистрации потока замедленных нейтронов из образца бора при облучении его быстрыми нейтронами из эталона бора.

2.5. Нейтронный гамма анализ основан на регистрации ответного гамма излучения образца руды после бомбардировки его ядер нейтронами из соответствующих эталонов, так определяется содержание железа, марганца, никеля, хрома, ртути, титана...

2.6. Активационный анализ - оценка наведенной активности радиоизотопов после бомбардировки образца руды нейтронами, гамма-квантами или заряженными частицами из эталона, служит для оценки фтора, ванадия, марганца, алюминия, меди, золота...

2.7. Метод ядерного гамма-резонанса - применяется для анализа содержания олова.

2.8. Метод искусственной радиоактивности - оценка ответного излучения изотопов меди после их бомбардировки изотопами Cu^{64} .

3. Методы минералогического опробования.

3.1. Оптико-геометрические методы - это анализ рудного массива оптическими приборами и оценка видимых контактов руда-порода, содержания минералов в руде.

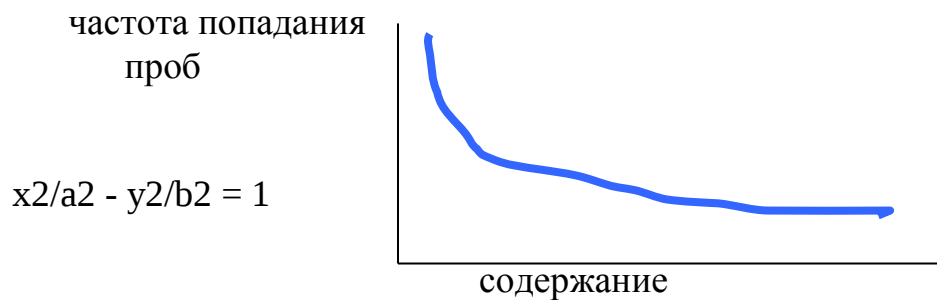
3.1.1. Штуфный метод - отбор проб, полировка поверхности штуфа, анализ его под микроскопом.

3.1.2. Линейный метод - специальным анализатором различают минералы по степени их прозрачности или по способности отражать свет.

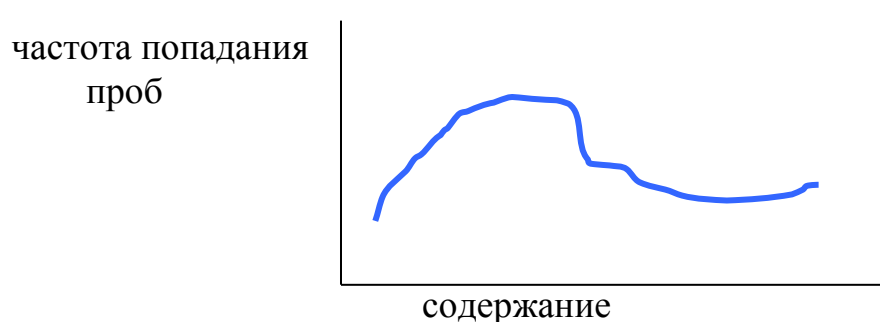
3.2. Люминесцентный метод - основан на свечении в темноте бериллия, фосфора.

4. Типы кривых распределения содержания руды на месторождениях.

4.1. Гиперболовидное распределение по рудному массиву - характерно для месторождений золота, ртути, алмазов, гнездовых залежей редких металлов с низким содержанием и прерывистым оруденением.



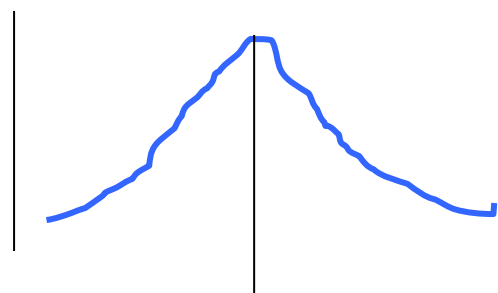
4.2. Логнормальное - характерно для меди, полиметаллов, вольфрама, олова, молибдена, урана, т.е. залежей с прерывистым обособленным оруденением:

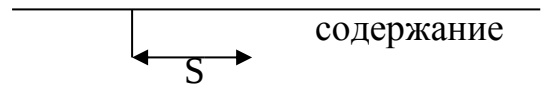


4.3. Нормальное - обычно для калийных солей, бокситовых, железорудных залежей, когда содержание в каждой пробе отражает плавный характер оруденения на месторождении:

$$y = (2\pi s)^{-0.5} * \exp(-2 * \{(x-a)/s\}^2)$$

частота попадания проб





где a - это $\max$ по "y";
 s - расстояние между перегибами.

4.4. Зеркально логнормальное (правосимметричное) - характерно для многих железорудных, хромитовых, бокситовых, марганцевых и фосфоритовых руд:



4.5. Если кривая распределения содержания по пробам имеет несколько вершин, следовательно, эта руда состоит из нескольких минеральных образований различного происхождения, например, первичные и окисленные минералы железа, железо в составе пирита и в составе магнетита.

Принципы управления качеством рудной массы при подземной добыче

1. Селективная добыча разных сортов руды: отдельная отбойка, доставка к разным рудоспускам, разделение рудопотоков при откатке...

2. Выемка маломощных жильных месторождений слоевыми системами разработки или вертикальными прирезками по простиранию, при этом используются следующие приемы управления качеством:

- снижение ширины очистного пространства даже за счет перехода на менее мощную очистную технику;
- уменьшение разубоживания за счет применения крепления и оптимизации режима выпуска отбитой руды из камер;
- оконтуривание неизвлекаемых породных и забалансовых участков;
- применение двухстадийной селективной выемки;
- использование радиометрической забойной сортировки;

- применение щелевой отбойки...

3. Сортировка руды на разных стадиях разработки: от ручной рудоразборки до покусковой сортировки на радиометрической обогатительной фабрике.

4. Управление качеством руды при скважинной отбойке сложных рудных тел:

- оставление в камерах породных прослоев неотбитыми ;
- селективная отбойка сортов руды;
- щелевая отбойка сближенными скважинами...

5. Управление качеством руды при выпуске ее под обрушенными породами:

- опробование руды по дозам выпуска;
- выбор рациональных расстояний между воронками;
- равномерно-последовательный режим выпуска из разных воронок камеры;
- выбор рациональных параметров БВР для регулирования показателями сыпучести отбитой руды...

Анализ влияния показателя сложности залегания месторождения на потери и разубоживание руды

Сложность залегания рудных тел по Г.Г.Ломоносову обуславливается их формой, углом падения, размерами и изменчивостью контакта руда-порода.

Показатель сложности определяется отношением суммы единичных объемов балансовой руды с прихватом пустых пород (V_i) к полному геометрическому объему рудного тела (V) :

$$k = \Sigma(V_i) / V$$

Чем выше показатель сложности, тем более тяжелые условия залегания месторождения и тем сильнее будут потери и разубоживание при добыче, т.е. растет экономический ущерб, падает прибыль.

Для количественной оценки изменчивости контуров рудных используется формула В.Н. Уманца

$$Kc = \frac{Z}{Sp},$$

где Z - длина контура рудного тела, м.

Установлена тесная связь показателя изменчивости контура рудного тела и его средней мощности (M_{cp}) (рис. 7) [16], где на графике по оси абсцисс отложена средняя мощность рудных тел по оси ординат.

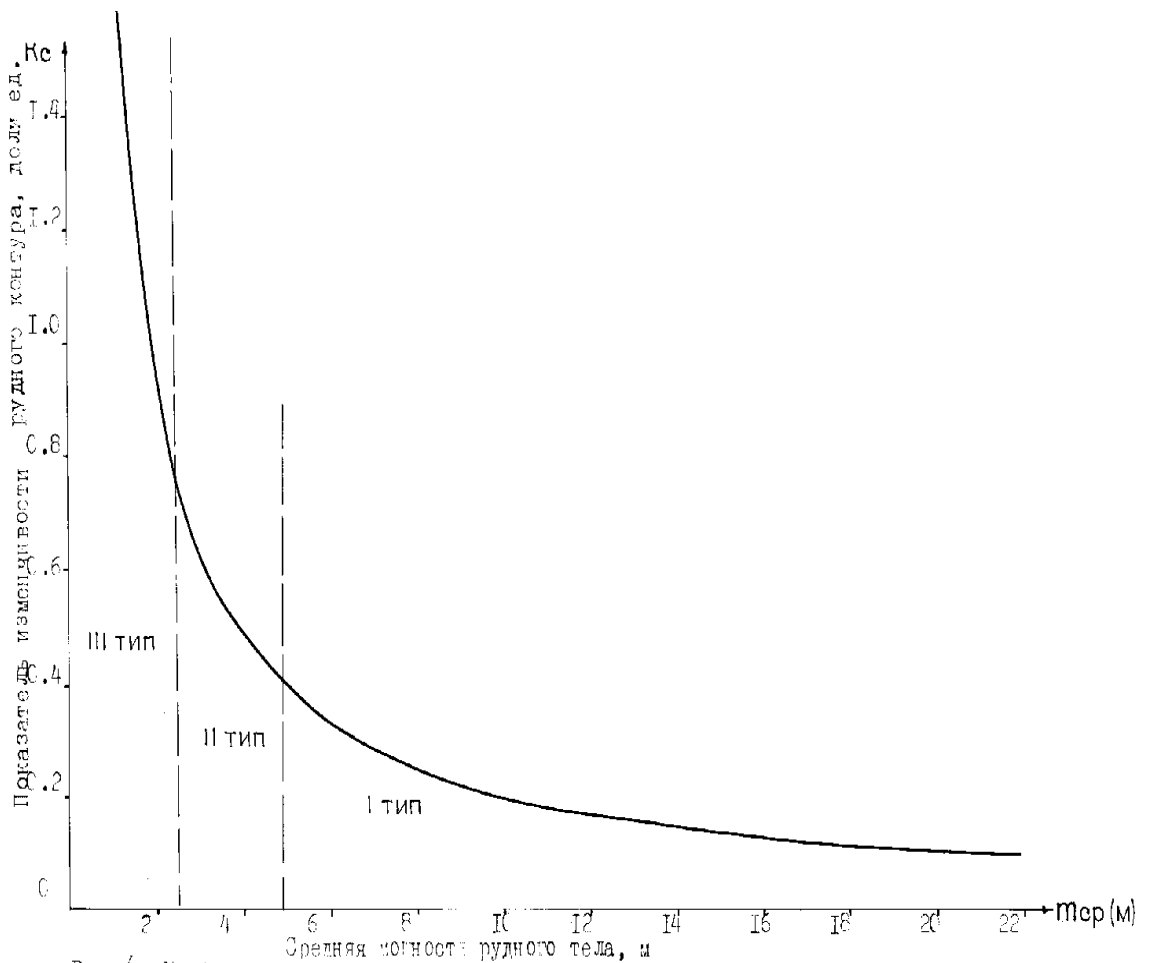


Рис. 2. График зависимости показателя изменчивости рудного контура от его средней мощности

Зависимость представлена вогнутой кривой, описанной формулой

$$Kc = \frac{2.017}{M_{cp}}, \text{ д.ед.}$$

Величина Kc закономерно изменяется от 0,1 до 2,0 при уменьшении средней мощности рудных тел от 22 м до 1 м. Таким образом, показатель

изменчивости контура рудного тела выражает долю длины контура рудного тела на единицу площади в зависимости от его средней мощности.

K_c может быть использован для характеристики группы рудных тел как объектов разработки.

Экономический ущерб от потерь и разубоживания

1. Ущерб от незапланированных потерь заключается в недополучении прибыли от непроджи утеряннго в недрах металла, от лишнх затрат на разведку, вскрытие и подготовку балансовых запасов, от необходимости компенсации потеряннх запасов внеплановой добычей на других участках:

$$U_{\Pi} = \Pi * V * \gamma * [A_p * b * e * C / A_k - (C_d + C_{\Pi})] + \Pi * V * \gamma * (C_p + K_o * E_n) + \Pi * V * (K_{\Pi} + 1) * C_b / (1 - \Pi) + \Pi * V * K_{уд} * \gamma / (1 + E_n)(T - t), \$;$$

где Π - потери, отн.ед; V - объем рассматриваемых балансовых запасов (камеры, блока, участка...);

γ - плотность руды, т/м³;

A_p, A_k - содержание металла в руде и в концентрате, отн.ед;

b - выход металла при добыче;

e - извлечение в концентрат;

C - цена на концентрат, \$/т;

C_d, C_p, C_{Π} - затраты на добычу, разведку и переработку, \$/т;

K_o - приведенная величина капитальных вложений на 1 т годовой добычи, \$/т;

E_n - нормативный коэффициент экономической эффективности капвложений, $E_n = 0,15$;

$K_{уд}$ - удельные кап.затраты на новую разведку, изыскание, проектирование, строительство нового карьера, \$/т;

T - срок полной отработки карьера, годы;

t - продолжительность периода строительства до начала очистных работ, годы.

2. Ущерб от повышенного разубоживания обуславливается затратами на дополнительную отбойку, доставку, выпуск, откатку и подъем на поверхности, переработку на обогатительной фабрике лишних объемов пустых пород, к тому же понижающих сорт извлекаемой руды:

$$U_p = P \cdot V \cdot \{Z_{из} + (K_v - 1) \cdot C_v\} / (f_p + P \cdot f_{п}) + V \cdot P \cdot \gamma \cdot (C_{п} + C_{тр}), \$;$$

где $Z_{из}$ - извлекаемая ценность руды, \$/т;

P - разубоживание, отн.ед.;

$f_p, f_{п}$ - величины, обратные плотности руды и породы, м³/т;

K_v - коэффициент вскрыши;

$C_v, C_{п}$ - себестоимость вскрыши и затраты на переработку руды, \$/т;

$C_{тр}$ - разница в себестоимости транспортирования 1 т руды от карьера до фабрики или до отвала, \$/т.

Извлекаемая ценность 1 т руды в массиве равна:

$$Z_{из} = \Sigma(A_{p_i} \cdot e \cdot \Pi_i \cdot b) / A_k, \$/т.$$

Влияние технологических процессов добычных работ на качество рудной массы

При добыче полезного ископаемого необходимо соблюдение кондиций руды (в отличие от вскрышных работ), поэтому при значительной изменчивости формы рудных тел и качественных характеристик ископаемого на добычных участках характерен криволинейный фронт работ, большое число резервных забоев и блоков.

Все технологические процессы добычных работ сопровождаются вспомогательным процессом - опробованием качества руды: а) при бурении эксплуатационно-разведочных и взрывных скважин; б) в раз вале горной массы после взрыва.

Данные опробования наносятся на по-горизонтные планы и вертикальные разрезы, затем принимаются на их основе решения по организации горных работ с учетом качества руды.

Управление качеством руды при буровзрывных работах

Для успешной призабойной сортировки руд в забоях необходимо соблюдать дополнительные требования к буровзрывным работам:

- при взрыве не должно быть чрезмерного перемешивания руды с приконтурными породами.

Взрыворазделение возможно за счет регулирования конструкцией заряда, замедлением детонации от ряда к ряду скважин.

Ожидаемые размеры развала горной массы после взрыва определяются по эмпирическим зависимостям, поэтому можно добиться разного разброса руды и породы или разных сортов руды за счет изменения величины, конструкции заряда, типа ВВ, способа взрывания и величин замедления детонации.

Выемочно-погрузочные работы в забое могут производиться валово (сплошная выемка) или раздельно (селективная выемка) с сортировкой на руду и породу или по сортам руды при помощи приборов, которыми оснащаются погрузочно-доставочные машины.

Управление качеством руды на складах

Классификация типов усреднения сырья на складах по следующим признакам (по Г.Г.Ломоносову):

1) местоположению склада - внутрирудничное; при обогатительной фабрике или гидрометаллургическом производстве;

2) функции склада - перегрузочное; регулировочное; усреднительное; резервное; смешанное;

3) способу отсыпки штабеля - со специальной насыпи; с эстакады; в специальный котлован; переэкскавацией;

4) направлению фронта отсыпки - продольное; поперечное; диагональное; кольцевое; радиальное;

5) по порядку отсыпки - слоями; порциями; смешанно;

6) по направлению фронта отгрузки - продольное; поперечное; кольцевое; радиальное;

7) по транспорту для подачи руды - автомобильный; ж/дорожный; конвейерный;

8) техническим средствам отсыпки - экскаватором; бульдозером; плугом; штабелеукладчиком;

9) техническим средствам отгрузки - экскаватором; автопогрузчиком; бульдозером с эстакады;

10) по транспорту для перевозки усредненной руды - автомобильный; ж/дорожный; конвейерный.

Рудничные склады могут выполнять несколько функций одновременно, например, быть усреднительным и резервным, регулировочным.

Обычно склады устраивают в местах перегрузки руды с одного вида транспорта в другой, как правило, с автомобильного на железнодорожный.

Каждый склад имеет несколько штабелей, обычно по 2-3 штабеля каждого сорта руды. Один штабель отсыпается, а со второго в это время отгружается руда на обогатительную фабрику (конечно, в другом порядке, не так как отсыпали), третий склад - резервный.

Основными технологическими параметрами каждого штабеля являются длина и ширина активной, пассивной его части, высота и активная емкость штабеля.

Технология складирования определяется способом образования штабеля, порядком отсыпки, направлением отсыпки и отгрузки, а также применяемыми средствами механизации.

Из практики известно, что при бессистемном складировании и отгрузке руды колебания среднего качества на нем более значительны, чем, например, при отсыпке руды сплошными полосами или слоями.

Бункеры имеют несколько вертикальных отделений-ячеек, куда помещают руды порциями или по сортам. В бункер и из него руда транспортируется конвейерами, оборудованными питателями.

Схемы работы усреднительных бункеров:

1) в непрерывно работающий бункер загружается руда порциями во все ячейки одновременно;

2) в бункере заполняются ячейки последовательно одна за другой, а отгрузка производится из нескольких ячеек одновременно;

3) загрузка руды в бункер производится порциями последовательно в каждую ячейку, а отгрузка - одновременная;

4) в каждую секцию загружают руду определенного диапазона качества, а отгружают ее, чтобы получить требуемое качество, согласно зависимости:

$$A_{cp} = \Sigma(A_i * V_i) / \Sigma(V_i) .$$

Планирование усреднением рудной массы

Стабилизация (постоянство) качества рудной массы поддерживается за счет механического перемешивания объемов руды с различным содержанием металла.

Усреднение руды производится в штабелях руды на складе или в смесительных бункерах в строго дозированной пропорции.

Степень стабилизации качества оценивается коэффициентом усреднения:

$$K_y = \{ (S_{12}/S_{22} - 1) * Q_{ш}/Q_{тр} \}^{0.5} = \{ (r_c - 1) * Q_{ш}/Q_{тр} \}^{0.5} ,$$

где S_{12} - среднеквадратическое отклонение содержания металла в единичных объемах опробования от среднего содержания металла по штабелю руды;

S_{22} - среднее значение среднеквадратического отклонения содержания металла по слоям руды в штабеле;

$Q_{ш}$ - объем усреднительного штабеля руды, м³;

$Q_{тр}$ - объем партии руды, к которой предъявляется требование однородности качества, например, 1000 т или 1000 м³;

r_c - коэффициент сегрегации, выражает характер изменения распределения регулируемого качественного свойства руды:

$$r_c = S_{12} / S_{22} ,$$

Среднеквадратическое отклонение содержания металла " X_i " от среднеарифметического его значения " X_{cp} ":

$$S_2 = \Sigma(X_i - X_{cp})^2 / (n-1) .$$

Чем ниже разница в качестве сортов и слоев в штабеле, тем ниже коэффициент сегрегации и тем проще усреднить руду.

Сегрегация сырья в недрах массива может быть закономерной (т.е. описываемой какими-то формулами) или случайной. При высокой закономерной сегрегации (коэффициент сегрегации $r_c \gg 1$) селективную выемку сортов можно не вести, а просто складывать руду в разные штабели на складе: отдельно при выемке

руды по простиранию и отдельно при выемке вкрест простирания залежи.

При случайной сегрегации необходима селективная отбойка, погрузка и транспортировка руды разных сортов, ведь изменение качества руды невозможно спрогнозировать.

В зависимости от стадии планирования горных работ внутрирудничное усреднение может быть перспективным, текущим или оперативным.

Перспективное планирование осуществляется в процессе проектирования и составления пятилетних планов разработки месторождения на основе данных детальной разведки скважинами. Способы планирования - выбор направления рационального развития горных работ, обеспечение необходимой скорости подвигания фронта очистных работ, углубки карьера на различных участках, изменение угла рабочего борта карьера...

Текущее усреднение выполняется при планировании годовой, квартал-

ной и месячной добыче сырья путем регулирования интенсивности подвигания добычных блоков и забоев, объемами подготовленных запасов руды к выемке, резервированием блоков, изменением схем отработки уступов...

Оперативное усреднение - это планирование сменной и суточной добычи за счет распределения объемов между забоями в зависимости от качества руды в них, управления технологическими процессами (БВР, экскавация, транспортировка). Основой для оперативного усреднения является план-график работы карьера на 5-10 дней.

Перспективное планирование горных работ

Перспективное - это планирование развития работ на пять лет вперед, эта стадия календарного планирования является наиболее ответственной, ведь на основе малонадежных данных детальной разведки месторождения выбираются следующие крупные мероприятия:

- способ вскрытия карьера, рудника;
- направление углубки;
- порядок отработки уступов;
- параметры систем разработки и т.п.

Оптимизируют на этой стадии выбор мероприятий по следующим критериям:

1) технологические:

- min значение текущего коэффициента вскрыши;
- объем капитальных работ;
- грузооборот;
- min значение коэффициента горной массы (в Кривбассе) - это

отношение

объема горной массы, приведенной к чистой руде по затратам на разработку, к количеству содержащегося в руде металла

$$K_{\Gamma} = (1 + S * K_{\text{в}}) / b_{\text{м}} \rightarrow \min ,$$

где S - отношение удельных затрат на вскрышные работы к себестоимости добычи 1 т руды, \$/\$;

$K_{\text{в}}$ - коэффициент вскрыши за рассматриваемый период эксплуатации, т/т;

$b_{\text{м}}$ - выход концентрата или металла из 1 т руды, отн.ед.

2) экономические:

- приведенные затраты на разработку месторождения;
- приведенная прибыль;
- прибыль на единицу конечного продукта;
- рентабельность;
- доход на 1 руб затрат...

Годовые приведенные затраты на разработку месторождения в режиме усреднения равны:

$$\sum_{t=1}^1 = \frac{* \{ C_{\text{д}} + C_{\text{в}} * K_{\text{т}} + \Sigma(3_{\text{к}}) \} * Q}{(1+E)} \rightarrow \min$$

где $\Sigma \dots$ - суммирование затрат за весь срок существования рудника, карьера, \$/т ;

t - рассматриваемый срок эксплуатации, годы;

$C_{\text{д}}$, $C_{\text{в}}$ - себестоимость добычи 1 т руды и затраты на выемку 1 м³ вскрыши, \$/т;

$K_{\text{т}}$ - текущий коэффициент вскрыши, м³/т;

$\Sigma(3_{\text{к}})$ - сумма капитальных затрат на 1 т добытой руды, \$/т;

Q - годовая производительность карьера, рудника по руде, т;

E - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

Текущее планирование горных работ

Текущее планирование на год, квартал, месяц обеспечивает:

- планомерную разработку месторождения согласно техническому проекту;

- плановую добычу и подготовку всех отдельно извлекаемых сортов сырья требуемого качества;
- плановые объемы вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов всех отдельно извлекаемых сортов;
- высокопроизводительную работу основного горно-транспортного оборудования;
- увязку работы горного цеха (рудника, карьера) с работой обогатительной фабрики.

В основе квартальных планов работ лежит годовой план развития горных работ, разработанный техническим отделом управления и утвержденный на совещании специалистов, суть его заключается в следующем: на сводном геолого-маркшейдерском плане карьера наносятся контуры развития работ за год с указанием всех геологических данных по сортам сырья. Квартальное планирование начинается с определения квартальных объемов вскрыши, руды с указанием местоположения этих объемов на по-горизонтальных планах. Месячное планирование – это то же самое с разделением объемов добычи по блокам с указанием схемы движения экскаваторов и транспорта.

Оперативное планирование горных работ

Оперативное планирование на сутки, смену ведется руководством участков, а диспетчерской службой рудника, карьера согласуется работа различных вспомогательных и производственных служб.

Оперативное планирование предопределяется:

- числом отдельно извлекаемых сортов сырья и характером их залегания;
- необходимостью выполнения планового выхода различных сортов заданного качества с 1 т запасов;
- зависимостью производительности забоев от производительности на транспортных работах, возможностями приемных пунктов складов...

Критерии оперативного управления:

1) количественными показателями добычи при обеспечении заданных качественных ограничений:

- max добыча сырья в единицу времени;
- min колебания производительности каждого забоя в целом;
- min колебания производительности отдельных экскаваторов...

2) качественными показателями сырья, добываемого за интервал времени:

- min отклонение среднего содержания металла от планового;
- min сумма произведений квадрата отклонения содержания металла в

каждом забое на производительность забоя.

Оптимальная технологическая схема добычных работ

Качество полезного ископаемого в процессе добычных работ от забоя к обогатительной фабрике ухудшается из-за потерь руды и разубоживания породой.

На каждой стадии работ существует несколько вариантов возможных технологических решений, приводящих к различным изменениям качества (q).

Поэтому в целом по всему технологическому комплексу подготовки, добычи и переработки может быть составлена многовариантная динамическая модель (см. эскиз) и в ходе анализа этой модели можно отыскать такой критический путь, который обеспечивает по всей цепочке наивысшие технико-экономические показатели (оптимальное решение).

Общим критерием оптимизации технологических решений (по Г.Г.Ломоносову) является отношение экономической эффективности технологического процесса (прибыль) к валовой ценности балансовых запасов руды:

$$Kq = \mathcal{E}q / Z_v = (Z_v * K_T - 3q) / Z_v = K_T - K_{\mathcal{E}} \rightarrow \max ,$$

где $\mathcal{E}q$ - экономическая эффективность технологического решения, \$;

Z_v - валовая ценность руды, \$;

K_T - показатель извлечения ценности руды

$$K_T = (1-\Pi) \cdot (1-P) \cdot e ;$$

e - извлечение металла в процессе обогащения и переработки;

Z_q - сумма затрат на добычу и переработку руды определенного качества ,
\$;

K_z - удельные затраты на извлечение валовой ценности балансовых
запасов руды, \$/т

$$K_z = Z_q / Z_v .$$

Методика решения задач динамического моделирования технологических схем добычных работ

Для исходных данных используются известные проектные, расчетные или фактические величины и схемы.

Алгоритм решения задачи:

1. Выбираются приемлемые для конкретных условий варианты технологических процессов и параметров добычных работ.
2. Для учета последующей переработки принимается либо несколько вариантов переработки (с разными коэффициентами извлечения и стоимостью) либо один вариант переработки.
3. Строится сетевой график модели технологических процессов по вариантам.
4. Определяется валовая ценность руды в массиве Z_v .
5. Для базисного варианта определяются показатели прибыли и затрат.
6. В таблицу заносятся формулы изменения прибыли и затрат по каждому варианту, рассчитываются значения K_T и K_z .
7. По наивысшей разнице между эффективностью добычи по базисному и другим вариантам определяется оптимальный вариант:

$$\Delta q = Kq_{\max} - Kq_{\text{базисный}}$$

Формирование качества руды при квартально-месячном планировании горных работ

Квартально-месячное планирование горных работ позволяет стабилизировать качество руды по фактору минимальных отклонений содержаний руды и коэффициента вскрыши от планируемых среднегодовых значений - для обеспечения ритмичной работы карьера и обогатительной фабрики.

Задача этого планирования - определить сроки отработки блоков с различным содержанием руды.

Метод решения - составление сетевых графиков отработки отдельных участков карьера с учетом пространственного их расположения и очередности технологических процессов (чтобы, например, не попасть под массовый взрыв в соседнем блоке). По построенным графикам анализируют и корректируют сроки разработки участков и блоков, уточняется производительность участков и блоков.

Экономическая эффективность управления качеством сырья

Усреднение сырья на предприятиях вызывает усложнение технологии и организации добычных работ и работ по подготовке сырья, снижает производительность оборудования на 20-30 %, увеличение фронта добычных работ и числа забоев, создание большого складского хозяйства, усложнение схемы транспортных потоков.

Однако высокая степень повышения однородности сырья обеспечивает значительное улучшение технико-экономических показателей работы перерабатывающих предприятий, при этом снижаются капитальные и эксплуатационные затраты, поэтому критерием эффективности усреднения является разница приведенных затрат на производство 1 т конечного продукта (концентрата или металла) из неусредненного и усредненного сырья:

$$З_{п} = (C_{н} + E * K_{н}) - (C_{у} + E * K_{у}) , \text{ руб/т металла}$$

где C_n и C_y - себестоимость 1 т металла при использовании неусредненного и усредненного сырья, руб/т;

K_n и K_y - капитальные затраты на производство 1 т металла при использовании неусредненного и усредненного сырья, руб/т.

При использовании усреднительной технологии добычи уменьшаются потери компонента на переработке из-за:

- приближения средних значений сырья относительно оптимальных;
- уменьшения интенсивного и экстенсивного действия коэффициентов реактора;
- снижения амплитуды колебаний параметра относительно оптимального;
- возможности автоматизировать процесс переработки.

Вопросы для самоконтроля

1. Сортировка руды с разделением на группы.
2. Характеристика месторождений руд и металлов.
3. Влияние отдельных факторов на качество руды.
4. Основные термины и понятия.
5. Принципы технологического управления качеством рудной массы.
6. Опробование качества минерального сырья.
7. Принципы управления качеством рудной массы при подземной добыче.
8. Экономический ущерб от потерь и разубоживания.
9. Управление качеством руды на складах.
10. Планирование горных работ.

Лекция 2

2. КАЧЕСТВО ВЕДЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ НА ГОРНОМ ПРЕДПРИЯТИИ.

2.1. Основные функции геологической службы горнорудного предприятия.

Качество ведения геологоразведочных работ на горнорудном предприятии обеспечивает ведомственная геологическая служба этого предприятия.

Основные функции этой службы изложены в **«Типовом положении о ведомственной геологической службе»**:

1. Геологическая служба организуется по отраслевому принципу в министерствах, ведомствах, на предприятиях, в организациях и учреждениях, осуществляющих проектирование и строительство предприятий по добыче полезных ископаемых, доразведку и разработку месторождений полезных ископаемых, а также в необходимых случаях на предприятиях, в организациях и учреждениях, осуществляющих проектирование, строительство и эксплуатацию подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, и пользующихся недрами в иных целях.

2. Главными задачами геологической службы являются:

укрепление сырьевой базы предприятий по добыче полезных ископаемых, повышение достоверности разведанных запасов полезных ископаемых, наиболее полное и комплексное использование месторождений полезных ископаемых и охрана недр;

своевременное и высококачественное геологическое обеспечение работ при проектировании, строительстве и реконструкции предприятий по добыче полезных ископаемых, доразведке и разработке месторождений полезных ископаемых, а также при проектировании, строительстве и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, и пользовании недрами в иных целях;

совершенствование организации и методов ведения работ по геологическому изучению недр на основе широкого внедрения новейших достижений науки и техники и передового опыта;

осуществление "ведомственного контроля за соблюдением установленного порядка пользования недрами, правильностью ведения работ по геологическому изучению недр, за выполнением требований по охране недр и обеспечением наиболее полного извлечения из недр основных и других совместно с ними залегающих полезных ископаемых, а также содержащихся в них компонентов, в том числе при обогащении и переработке добытого минерального сырья; за соблюдением правил учета запасов и месторождений

полезных ископаемых и других правил и норм, определяющих деятельность геологической службы.

3. Геологическая служба в отрасли возглавляется геологическим подразделением соответствующего министерства, ведомства.

Геологическая служба на предприятиях, в организациях и учреждениях, осуществляющих проектирование и строительство предприятий по добыче полезных ископаемых, доразведку и разработку месторождений полезных ископаемых, является, как правило, самостоятельным структурным подразделением.

На предприятиях, в организациях и учреждениях, осуществляющих проектирование и строительство предприятий по добыче общераспространенных полезных ископаемых, доразведку и разработку месторождений этих полезных ископаемых, проектирование, строительство и эксплуатацию подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, и пользование недрами в иных целях, может быть образована объединенная геолого-маркшейдерская служба.

Для проведения специальных геологических, геофизических, гидрогеологических и иных работ, связанных с геологическим обеспечением действующих и строящихся предприятий и других объектов, могут создаваться в установленном порядке специализированные подразделения (экспедиции, партии, лаборатории и т. п.).

4. На предприятиях по добыче полезных ископаемых (кроме общераспространенных полезных ископаемых) геологическая служба возглавляется главным геологом, который подчиняется непосредственно руководителю или главному инженеру предприятия.

Главный геолог назначается и освобождается от должности вышестоящим органом.

5. Геологическая служба руководствуется в своей деятельности законами СССР и иными решениями Верховного Совета СССР и его Президиума, постановлениями и распоряжениями Совета Министров СССР, настоящим Типовым положением, соответствующими актами высших органов государственной власти и управления союзных республик и другими нормативными актами, регулирующими деятельность этой службы.

6. Проектирование, строительство и реконструкция предприятий по добыче полезных ископаемых, доразведка и разработка месторождений полезных ископаемых, а также проектирование, строительство и эксплуатация подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, без соответствующего геологического обеспечения не разрешается.

7. В соответствии с главными задачами геологическая служба министерства, ведомства:

а) обеспечивает:

- техническое и методическое руководство геологической службой на предприятиях, в организациях и учреждениях, подведомственных

министерству, ведомству, систематический анализ состояния и определение уровня работ по геологическому изучению недр в отрасли;

- постоянный контроль за состоянием минерально-сырьевой базы отрасли и обеспеченностью предприятий разведанными запасами полезных ископаемых, подготовку предложений о дальнейшем развитии геологоразведочных работ;

- разработку предложений о проведении научных исследований по совершенствованию методов и технических средств осуществления работ по геологическому изучению недр, внедрение в производство законченных научных разработок в этой области;

- своевременную выдачу заключений по проектам кондиций на минеральное сырье для подсчета запасов полезных ископаемых;

- планирование и координацию работ по геологическому изучению недр, осуществляемых в отрасли, разработку предложений по совершенствованию организации геологической службы, а также по подбору, расстановке геологических кадров и повышению их квалификации;

- согласование с уполномоченными на то государственными органами направлений и объемов работ по геологическому изучению недр за пределами границ горных отводов, предоставляемых подведомственным предприятиям и организациям, и соблюдение установленного порядка обязательной регистрации этих работ;

- контроль в системе министерства, ведомства за правильностью ведения работ по геологическому изучению недр, и в частности за использованием при осуществлении этих работ методов и способов, исключающих неоправданные потери полезных ископаемых и снижение их качества;

- за выполнением требований по охране недр и обеспечением наиболее полного и комплексного использования месторождений полезных ископаемых; за недопущением выборочной отработки месторождений, необоснованного списания запасов полезных ископаемых, порчи разрабатываемых и соседних с ними месторождений полезных ископаемых в результате проводимых горных работ;

- за сохранностью запасов полезных ископаемых, консервируемых в недрах, соблюдением правил учета запасов и месторождений полезных ископаемых и иных правил и норм, определяющих деятельность геологической службы;

- снабжение геологических служб предприятий, организаций и учреждений;

подведомственных министерству, ведомству, нормативными документами, методически ми материалами, а также контроль за оснащением этих служб необходимыми приборами, инструментами, оборудованием;

- в приемке-передаче разведанных месторождений (участков) для промышленного освоения;

- в разработке норм потерь и разубоживания полезных ископаемых при их добыче, в определении и учете этих потерь;

- в работе по определению возможности использования отработанных горных выработок для удовлетворения потребностей народного хозяйства;
- в составлении установленной отчетности об объемах добычи и потерях полезных ископаемых, о полноте отработки запасов полезных ископаемых и состоянии горных выработок;
- в разработке, на основе изучения горно-геологических и гидрогеологических условий пользования недрами, мероприятий по безопасному ведению работ при пользовании недрами, по охране недр и окружающей природной среды, зданий и сооружений от вредного влияния горных работ;
- в подготовке и обосновании материалов на списание запасов полезных ископаемых, на ликвидацию и консервацию предприятий по добыче полезных ископаемых, в рассмотрении вопросов о предоставлении недр для целей, не связанных с добычей полезных ископаемых, а также в рассмотрении и решении других вопросов, относящихся к деятельности геологической службы.

9. Деятельность геологической службы должна быть направлена на обеспечение строгого соблюдения государственных интересов при пользовании недрами и предупреждение проявлений узковедомственного, местнического подхода к использованию и охране недр.

Работники геологической службы министерств, ведомств, предприятий, организаций и учреждений несут ответственность за своевременность и эффективность осуществления возложенных на них функций, за объективность рассмотрения вопросов, возникающих при проведении ведомственного контроля за использованием и охраной недр.

Возложение на работников геологической службы функций, не связанных с осуществлением задач, определенных настоящим Типовым положением, не допускается.

10. Руководитель геологической службы министерства, ведомства имеет право:

- проверять деятельность подведомственных геологических служб и соблюдение ими требований законодательства о недрах, выполнение приказов, инструкций и других нормативных актов, регулирующих деятельность геологической службы;
- давать обязательные для предприятий, организаций и учреждений, подведомственных министерству, ведомству, указания по вопросам геологического обеспечения работ, а также об устранении нарушений требований законодательства о недрах;
- приостанавливать работы по строительству и реконструкции предприятий по добыче полезных ископаемых и подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, по доразведке, эксплуатационной разведке и разработке месторождений полезных ископаемых и пользованию недрами в иных целях в случаях, если проведение этих работ может повлечь за собой нерациональное использование и необоснованные потери запасов полезных ископаемых, возникновение условий, опасных для жизни и здоровья

работников и населения, а также неоправданные затраты государственных представлять соответствующим руководителям предложения о поощрении работников предприятий, учреждений и организаций за рациональное, комплексное использование месторождений полезных ископаемых и высококачественное выполнение геологических работ, а также о наложении в установленном порядке на работников взысканий за нарушение требований законодательства о недрах.

11. Руководитель геологической службы предприятия, организации, учреждения имеет право:

- давать руководителям участков, цехов и других подразделений предприятия, организации, учреждения обязательные для исполнения указания по вопросам геологического обеспечения работ, а также об устранении нарушений требований законодательства о недрах, планов развития горных работ, проектов и схем разработки месторождений нефти, газа и подземных вод и другой утвержденной проектной и технической документации в целях предотвращения сверхнормативных потерь полезных ископаемых, выборочной отработки богатых участков месторождений, приводящей к необоснованным потерям запасов полезных ископаемых, и недопущения других нарушений в использовании и охране недр, наносящих ущерб государственным интересам;

- приостанавливать работы по строительству и реконструкции предприятий по добыче полезных ископаемых и подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, по доразведке, эксплуатационной разведке и разработке месторождений полезных ископаемых и пользованию недрами в иных целях в случаях, если проведение этих работ может повлечь за собой порчу месторождений полезных ископаемых, опасность деформации горных выработок, прорыв в горные выработки воды или вредных газов и возникновение других аварийных явлений, немедленно ставя об этом в известность руководителя предприятия, организации, учреждения;

- браковать подконтрольные геологической службе работы, выполненные с отступлениями от планов развития горных работ и утвержденной проектной и технической документации;

- представлять руководителю предприятия, организации, учреждения предложения о поощрении работников за рациональное использование недр и высококачественное выполнение работ по геологическому изучению недр, а также о наложении в установленном порядке на работников взысканий за нарушение ими требований законодательства о недрах и утвержденной проектной и технической документации.

В случае получения от руководителя предприятия, организации, учреждения распоряжения, противоречащего требованиям законодательства о недрах, руководитель геологической службы обязан письменно уведомить этого руководителя о неправильности данного им распоряжения. При подтверждении распоряжения руководитель геологической службы исполняет его, немедленно сообщая об этом вышестоящей организации, а также органам Госгортехнадзора РФ.

12. Руководитель геологической службы наряду с руководителем предприятия, организации, учреждения несет ответственность за достоверность отчетов предприятия, организации, учреждения о полноте извлечения из недр запасов полезных ископаемых, а также других документов, связанных с деятельностью геологической службы.

13. Предприятия, организации и учреждения обеспечивают геологическую службу необходимыми техническими и транспортными средствами и создают надлежащие условия для хранения геологической документации.

14. Настоящее Типовое положение является обязательным для всех министерств, ведомств, предприятий, организаций и учреждений, осуществляющих проектирование, строительство и реконструкцию предприятий по добыче полезных ископаемых, доразведку и разработку месторождений полезных ископаемых, а также проектирование, строительство и эксплуатацию подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, и пользование недрами в иных целях.

2.2. Поисковые работы в пределах горного отвода и в непосредственной близости от действующего горнорудного предприятия.

Одно из важнейших условий нормальной деятельности горнорудного предприятия — удовлетворительное состояние его минерально-сырьевой базы. От количества запасов, числящихся на балансе предприятия, достоверности оценки их качества во многом зависит ритмичное выполнение планов добычи полезного ископаемого.

Постоянное укрепление минерально-сырьевой базы, ежегодное восполнение погашаемых запасов, обеспечивающее продление сроков существования горнорудных предприятий или увеличение их производительности, возможно только при систематическом проведении широкого комплекса геологоразведочных работ - доразведки эксплуатируемого месторождения.

Постоянно возрастающий спрос промышленности на различные твердые полезные ископаемые ставит перед рудничными геологами задачу на развертывание поисковых работ с целью выявления новых рудных объектов как на ранее слабо изученных площадях месторождений, так и в непосредственной близости от эксплуатируемых месторождений.

Перед рудничными геологами стоит исключительно сложная задача - продление жизни действующих горнорудных предприятий и увеличения их производительности как за счет полного, без потерь, извлечения разведанных запасов, так и за счет выявления новых скрытых рудных залежей, не имеющих выходов на современную поверхность, как на флангах известных, так и на новых площадях, тяготеющих к действующим рудникам. В условиях эксплуатируемого месторождения эти работы обычно осуществляются параллельно с детальной и эксплуатационной разведкой.

Оптимальное направление поисковых, поисково-оценочных и

разведочных работ на эксплуатируемых месторождениях обеспечивается локальным прогнозированием с количественной оценкой прогнозных ресурсов.

Локальное прогнозирование на разрабатываемом месторождении отличается тем, что в процессе детальной разведки и эксплуатации уже получены основные сведения об условиях локализации полезного ископаемого, выявлены и оценены геологические критерии и признаки. Все это позволяет часть подсчетных параметров (площади тел полезных ископаемых, реже мощности) определять прямым счетом и с большей степенью надежности использовать метод аналогии. Однако, наряду с этим резко возрастает необходимость увеличения достоверности прогноза, сокращается время на его проверку.

К локальному прогнозу в условиях эксплуатируемого месторождения предъявляются следующие требования: 1) масштаб использованных признаков должен соответствовать масштабу прогноза; 2) прогнозируемые объекты должны быть четко локализованы; 3) в процессе прогноза следует учитывать горно-геологические и экономические условия отработки месторождений или участков; 4) рекомендации по локальному прогнозированию должны сопровождаться проектом поисково-разведочных работ для проверки прогнозных запасов.

Наиболее ответственный этап прогнозирования — выявление критериев и признаков локализации оруденения. В.М. Крейтер под критерием прогнозирования понимал такие геологические факторы, которые прямо или косвенно указывают на возможность обнаружения в тех или иных условиях полезных ископаемых. К поисковым признакам относятся конкретные факты, указывающие на несомненное присутствие на изучаемой площади полезного ископаемого. Чаще всего критерии различаются по способу получения информации: геологические, геофизические, геохимические и др. В свою очередь, геологические критерии, например, можно разделить на: магматические, структурные, литологические, минералогические и др.

Надежное локальное прогнозирование возможно только при четкой постановке задачи, ясном представлении о возможностях того или иного метода прогноза и рациональном комплексировании различных критериев и признаков. Последние в разной мере влияют на достоверность оценки тех или иных параметров прогнозных ресурсов.

Оценка прогнозных ресурсов основывается на результатах геологических, геофизических, геохимических и других исследований площадей возможного распространения полезного ископаемого. Подсчетные параметры оцениваются предположительно или косвенно по аналогии с уже разведанными месторождениями или рудными телами, поэтому способы оценки прогнозных запасов могут быть отнесены к геолого-статистическим.

Любой прогноз имеет вероятностный характер, поэтому всегда полезно сопоставлять и оценивать несколько вариантов решений, варьируя критериями и признаками, меняя математические методы обработки

исходной информации. Близкие результаты оценки прогнозных ресурсов с использованием двух-трех комплектов геологических критериев и различных методов математической обработки свидетельствуют о надежности локального прогноза. Если сходимость результатов мала и расхождения количественных оценок превышают 70 %, то следует проанализировать исходный фактический материал. При этом основное внимание должно уделяться не столько уточнению применяемых способов оценки прогнозных запасов, сколько критериям и признакам, определяющим обоснованность тех или иных оценочных параметров.

Качество поисковых и поисково-оценочных работ определяется подтверждаемостью прогнозов при проведении последующих стадий геологических работ на горном предприятии, на которых прогнозные ресурсы переводятся в балансовые запасы.

2.3. Предварительная и детальная разведка запасов полезного ископаемого.

При проведении последующих за поисково-оценочными геологических работ на действующем горном предприятии, как правило, этапы предварительной и детальной разведки не разделяются. Целью проведения этих этапов работ является **доразведка** месторождений, на которых осуществляется перевод прогнозных ресурсов в категорию балансовых запасов.

Основная цель доразведки месторождения — подготовка его к промышленному освоению. Потребность проведения дополнительных геологоразведочных работ на ранее разведанном месторождении обусловлена чаще всего изменениями требований промышленности к минеральному сырью, произошедшими за период между окончанием детальной разведки месторождения и началом его освоения (изменения масштабов добычи данного вида полезного ископаемого, технологии обогащения, номенклатуры получаемой продукции и др.), выявление в результате поисково-оценочных работ новых рудных участков или залежей. По результатам работ уточняются отдельные геолого-экономические параметры, а при необходимости пересоставляется и переутверждается ТЭО кондиций и на этой основе пересчитываются запасы с последующей их защитой в ГКЗ РФ или ТКЗ.

Главная задача доразведки разрабатываемого месторождения — прирост балансовых запасов, а также перевод запасов, намеченных к первоочередной выемке, в более высокие категории.

"Прирост балансовых запасов в условиях действующего предприятия в процессе проведения доразведки месторождения возможен в результате следующих мероприятий: 1) поиски новых перспективных участков и рудных тел в пределах рудного поля или эксплуатируемых участков с последующим проведением на них детальных разведочных работ; 2) пе-

ревод (в результате проведения дополнительных разведочных работ) части забалансовых запасов в балансовые; 3) перевод в балансовые запасы части забалансовых запасов по результатам их геолого-экономической переоценки. Кроме того, весьма важным резервом для продления срока существования предприятия может быть постоянное сокращение сверхнормативных потерь полезного ископаемого при добыче.

Доразведка эксплуатируемого месторождения отличается от разведки нового месторождения следующими основными особенностями: 1) возможность широкого использования при проектировании разведочных работ уже известных (по результатам изучения верхних, отработанных или более детально разведанных горизонтов) факторов локализации оруденения; 2) возможность совмещения во времени и пространстве или даже пропуск отдельных стадий геологоразведочного процесса; 3) максимальное использование для разведочных целей горно-подготовительных и нарезных выработок и, наоборот, разведочных выработок — для вскрытия, подготовки и нарезки рудных тел; 4) проведение геолого-экономической оценки разведанных запасов на основе реальных технико-экономических показателей работы предприятия, часто учитывая только предстоящие затраты; 5) возможность отработки части новых разведанных рудных тел, отдельных участков сразу же после оперативного подсчета их запасов.

Разведочные работы на эксплуатируемом месторождении, соответствующие стадиям предварительной и детальной разведки, проводятся как в пределах новых перспективных участков, так и на уже вскрытых подготовленных и отрабатываемых горизонтах при подземном способе добычи или на уступах карьеров.

Выбор системы разведки, плотности разведочных выработок зависит от масштабов прогнозируемых запасов, сложности геологического строения рудных тел, расстояния от участка работ до действующих горизонтов шахты или штольни, предполагаемых капитальных затратах для промышленного освоения разведываемых запасов и т.д.

Таким образом, на разрабатываемом месторождении решение о необходимости детальности проводимых разведочных работ в каждом конкретном случае должно быть обосновано экономическими расчетами, обязательным учетом фактора времени, степени риска и готовности идти на экономические потери, соответствующие выбранной степени риска.

При доразведке перспективных участков в качестве технических средств применяются все типы горных выработок, а также поверхностное и подземное бурение. Выбор технических средств разведки зависит от геолого-промышленного типа оруденения, изменчивости основных параметров рудных тел, требуемой степени детальности разведки. На эксплуатируемых месторождениях цветных, редких и благородных металлов наиболее часто применяется горно-буровой вариант; при доразведке крупных объектов, сложенных вкрапленными рудами с относительно равномерным распределением полезного компонента, преобладают буровые работы.

Разведочные работы в пределах эксплуатируемых горизонтов и участков месторождения проводятся с целью уточнения данных предшествующих стадий разведочного процесса и перевода разведанных запасов в более высокие категории, а также для прироста балансовых запасов. В последнем случае разведочные работы и проводящиеся при этом поиски новых рудных объектов в межжильном пространстве порой настолько взаимосвязаны, что стадийность разведочных работ и их целевое назначение различаются с трудом.

Уточнение данных предшествующих стадий разведки необходимо для более обоснованного долгосрочного планирования и проектирования различного вида горнопроходческих и добычных работ. На месторождениях, относящихся к III-IV группам сложности по классификации ГКЗ РФ, основные объемы разведочных работ направлены на прослеживание рудных тел горными выработками по простиранию на горизонте, расположенном на расстоянии одного или двух этажей от последнего эксплуатируемого горизонта. В первом случае разведочные и горно-подготовительные выработки в значительной мере оказываются сконцентрированными на одном горизонте. Во втором случае соблюдается давно известное в горном деле правило: один горизонт в отбойке, второй — в подготовке и третий - в разведке (рис. 1).

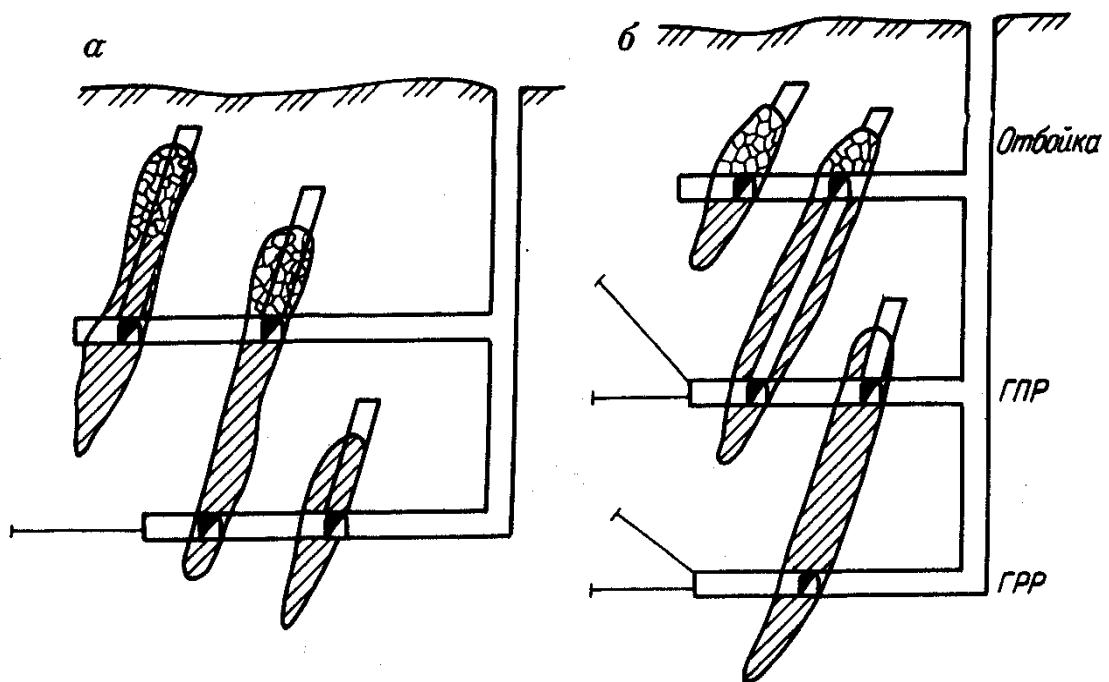


Рис. 1

Схемы доразведки месторождений

- а) горноподготовительные (ГПР) и геологоразведочные работы;
б) распределение работ по горизонтам

Последовательное уточнение планов развития горных работ с переводом запасов категорий C_1 и C_2 в более высокие категории производится при соблюдении установленных "Классификацией запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых" соотношений категорий запасов. Дальнейшее уточнение особенностей оруденения (в масштабе участка, подготавливаемого к очистной добыче) производится эксплуатационно-разведочными выработками за счет средств основной деятельности.

Часто в процессе уточнения данных предшествующих стадий разведки выработки проходятся по рудным телам, запасы которых были подсчитаны по категории C_2 . Этими выработками прослеживаются фланги и нижние горизонты известных промышленных рудных тел, не входящие в контуры первоначального подсчета запасов, обнаруживаются не учтенные ранее смещенные участки жил и новые рудные образования. Все это позволяет при проведении доразведки эксплуатируемых участков и горизонтов непрерывно проводить не только уточнение известных рудных тел, но и прирост новых запасов полезного ископаемого. Однако при доразведке нередко отмечается и обратная картина — неподтверждение ранее разведанных балансовых запасов. Поэтому после соответствующей геолого-экономической оценки появляется необходимость описания таких запасов с баланса предприятия.

В процессе доразведки в условиях действующего горного предприятия - необходимо всемерно использовать разведочные выработки для целей эксплуатации, ускорять передачу новых разведанных участков и рудных тел в отработку. Доразведку эксплуатируемых месторождений проводят геологоразведочные партии или участки, входящие в состав горно-обогатительных предприятий. На новых перспективных участках геологоразведочные работы (включая и проходку стволов шахт) партии или экспедиции, независимо от их подчиненности, проводят собственными силами или силами специализированных подрядных организаций. Проходка подземных горно-разведочных выработок на эксплуатируемых горизонтах и участках чаще всего осуществляется силами предприятия.

Геологическая отчетность по выполнению планов геологоразведочных работ составляется по формам и в сроки, установленные вышестоящими организациями. Основной отчетный документ — годовой геологический отчет, в котором отражены следующие показатели: выполнение плана всех видов горно-эксплуатационных очистных и геологоразведочных работ; геологические результаты проведенных работ; материалы, обосновывающие прирост балансовых запасов и перевод их из низших категорий в высшие; сведения о движении балансовых и забалансовых запасов и т.д. К годовому геологическому отчету прикладываются геологические планы, разрезы, планы опробования, различные таблицы.

Качество детальных геологоразведочных работ определяется подтверждением балансовых запасов, условий эксплуатации месторождений результатами эксплуатационной разведки.

2.4. Эксплуатационная разведка.

Эксплуатационная разведка выделяется в качестве самостоятельной заключительной стадии геологоразведочного процесса [26].

Опыт эксплуатации месторождений цветных, редких и благородных металлов показывает, что во многих случаях степень разведанности (достоверность общих результатов разведки), получаемая при подсчете запасов по категориям $A + B + C_1$, обычно достаточна для составления технических проектов строительства горнодобывающих предприятий, но не обеспечивает оптимального оперативного и текущего планирования, а также рационального проведения горно-подготовительных, нарезных и очистных работ.

Для наиболее правильной и эффективной эксплуатации месторождения необходимы сведения о фактических контурах рудных тел, которые часто существенно отличаются от границ, принятых при подсчете запасов после окончания детальной разведки (рис. 2).

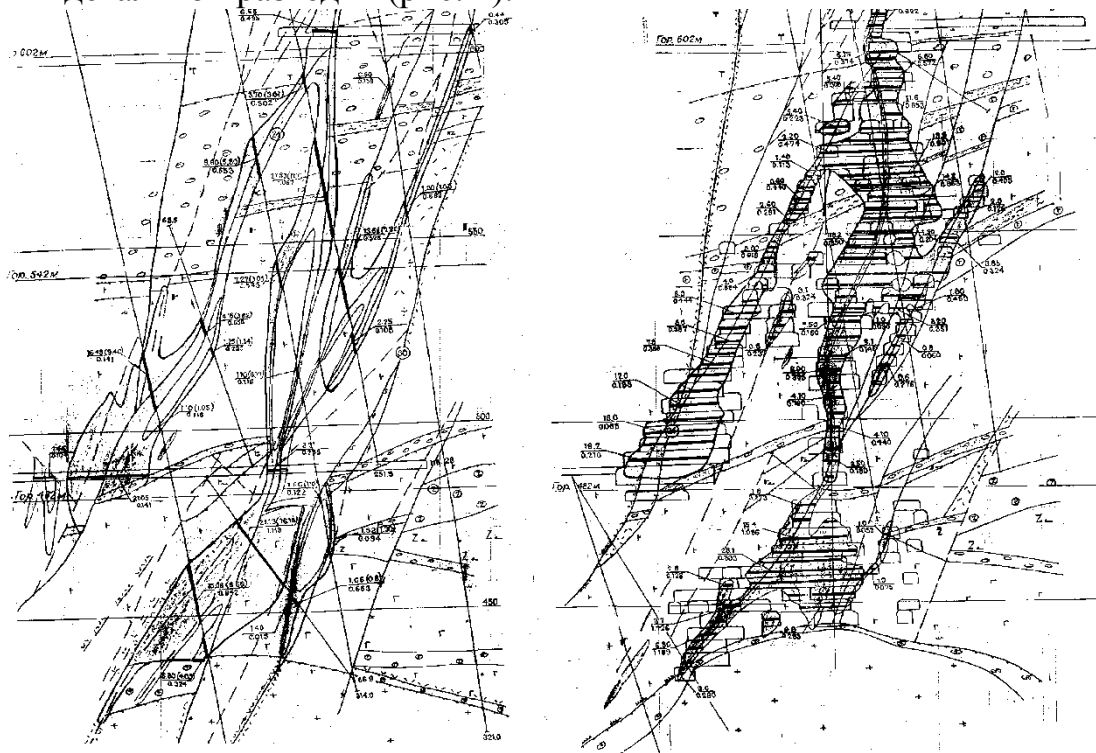


Рис. 2

Сравнение результатов детальной разведки и эксплуатации месторождения

В период эксплуатации возникает необходимость более точного определения не только количества и качества полезного ископаемого, но и деталей строения, условий залегания рудных тел в масштабах очистного блока или участка, подготавливаемого к добыче. Для решения указанных задач на действующих горнодобывающих предприятиях должна проводиться эксплуатационная разведка.

Основная цель эксплуатационной разведки — обеспечение годовых и текущих планов горнодобывающих предприятий наиболее разведанными достоверными запасами и повышение на этой основе технико-экономических показателей работы предприятия.

Эксплуатационная разведка, выделяемая в качестве самостоятельной стадии комплекса геологоразведочных работ в условиях действующего горного предприятия, организуется с самого начала подготовки запасов к добыче и сопровождает разработку месторождения до ее окончания.

В отличие от предшествующих стадий, эксплуатационная разведка проводится в пределах рудных тел, характеризуется (с учетом ранее пройденных горных выработок и скважин) максимальной плотностью сети наблюдения и, соответственно, наиболее достоверными результатами, тесно связана с горно-подготовительными и нарезными работами, а также с очистной добычей руды и полностью подчинена интересам эксплуатации.

В соответствии с целевым назначением, временем проведения и предлагаемой ниже методикой списания затрат эксплуатационная разведка разделяется на опережающую и сопровождающую.

Основные задачи опережающей эксплуатационной разведки — уточнение особенностей пространственного размещения, строения рудных тел, количества и качества полезного ископаемого, а также горнотехнических условий эксплуатации и технологических свойств минерального сырья в пределах участка, горизонта, группы блоков, подготавливаемых к очистным работам, или в пределах вскрываемого уступа при открытых работах. По времени проведения опережающая эксплуатационная разведка совпадает или несколько опережает проходку горно-подготовительных выработок.

Результаты опережающей эксплуатационной разведки наряду с информацией, полученной при проходке горно-подготовительных и нарезных выработок, используются для подсчета подготовленных запасов, корректировки схем подготовки и проектов отработки рудных тел или их участков, расчета нормативов потерь и разубоживания, геолого-экономической оценки части запасов эксплуатируемых месторождений, оперативного планирования, перевода запасов из низших категорий в высшие.

Объемы и целевое задание опережающей эксплуатационной разведки на действующем предприятии определяются по действующим нормативным документам, планам горных работ на пятилетку и корректируются годовыми планами, а для новых предприятий — проектом их строительства.

Объекты сопровождающей эксплуатационной разведки — участки рудных тел в пределах очистных блоков, уступов карьеров, где ведется добыча. Основная задача сопровождающей эксплуатационной разведки состоит в уточнении особенностей пространственного размещения и строения рудного тела, а также количества и качества руды в пределах подземных очистных блоков или уступов при открытом способе добычи, находящихся в очистной выемке.

Результаты сопровождающей эксплуатационной разведки служат основой следующих мероприятий: повседневный контроль и корректировка проводимых очистных работ; оперативное планирование и составление оптимальной шихты (сутки, декада, месяц), учет и всемерное снижение потерь и разубоживания; сравнение (по отдельным блокам) данных детальной разведки с результатами эксплуатации.

Объемы и целевое задание сопровождающей эксплуатационной разведки на действующем предприятии определяются годовым планом горных работ и корректируются при составлении месячных графиков проходки выработок и добычи. Для новых предприятий, также согласно нормативным указаниям, объемы сопровождающей разведки учитываются при составлении проектов их строительства.

Проведение эксплуатационной разведки осуществляется за счет себестоимости выпускаемой продукции и контролируется геологической службой вышестоящей организации.

Экономическая эффективность эксплуатационной разведки определяется достигнутым за счет ее проведения снижением себестоимости выпускаемой продукции и более эффективным использованием вложенных в предприятие капитальных затрат, т.е. увеличением прибыльности предприятия. Эксплуатационная разведка экономически оправдана лишь в том случае, если затраты на ее проведение меньше, чем сумма экономии, получаемая при эксплуатации месторождения за счет накопления дополнительной информации. Эта информация должна обеспечить более эффективную и планомерную работу, прежде всего, горного цеха и обогатительной фабрики путем уменьшения количества бросовых горно-подготовительных работ, снижения сверхплановых потерь и разубоживания руды при добыче, составления оптимальной шихты по блокам и повышения за счет этого извлечения металла в концентраты, максимально полного использования недр и т.д.

Следует подчеркнуть необходимость проведения в процессе эксплуатационной разведки повседневного, углубленного изучения геологических особенностей обрабатываемого участка, условий локализации и вещественного состава руд. Получаемые при этом данные весьма важны не только для научных обобщений, но и для совершенствования деятельности горнодобывающего предприятия.

Оптимальные объемы и допустимые затраты на геологоразведочные работы вообще и эксплуатационную разведку в частности на каждом конкретном месторождении рассчитываются индивидуально.

Поскольку основное целевое назначение эксплуатационной разведки — уточнение сведений о запасах участков или горизонтов, подготавливаемых к очистной выемке, и запасах блоков, находящихся в отбойке, наиболее целесообразно устанавливать нормативы эксплуатационной разведки как удельные объемы выработок опережающей разведки в расчете на 1000 т

подготавливаемых запасов, а сопровождающей разведки — на 1000 т очистной добычи.

При расчете удельных объемов горных выработок, скважин и проб эксплуатационной разведки на рудных месторождениях учитываются следующие факторы: способ отработки месторождения, структурно-морфологические типы рудных тел, сложность деталей их строения и условий залегания в масштабах участка или горизонта, подготавливаемых к очистной выемке, или блока, находящегося в отбойке; степень неравномерности распределения в рудах полезного компонента и сортности руд, горно-технические условия эксплуатации и системы разработки.

Кроме указанных факторов, предлагаемый способ нормирования объемов эксплуатационной разведки учитывает также соответствие фактически подготовленных запасов и годовую производительность предприятия по очистной добыче руды. Это означает, что при прочих равных условиях объемы эксплуатационной разведки будут тем больше, чем меньше обеспеченность предприятия подготовленными запасами (и, следовательно, больше годовой план подготовки запасов), а также больше объем добычи руды из очистных блоков.

Для целей нормирования по видам разработки выделяются рудные месторождения, отрабатываемые подземным или открытым способами. Различные способы разработки месторождения обуславливают применение различных систем и технических средств эксплуатационной разведки. Для месторождений, отрабатываемых подземным способом, методика и объемы эксплуатационной разведки определяются в соответствии с наблюдаемой сложностью их строения и приурочиваются к принятым схемам горно-капитальных, подготовительных и нарезных выработок. Основными техническими средствами эксплуатационной разведки на месторождениях, отрабатываемых подземным способом, являются подземное колонковое бурение, орты, восстающие, штреки, буровзрывные скважины, реже шпурь.

Методика и объемы эксплуатационной разведки для месторождений, отрабатываемых открытым способом, определяются в зависимости от сложности их строения и учитывают способ проведения и объемы вскрышных работ, высоту и количество уступов, схему последовательности их разработки. Основными техническими средствами опережающей эксплуатационной разведки на карьерах являются поверхностные колонковые и бескерновые скважины, реже — каналы и данные шламового опробования буровзрывных скважин. Сопровождающая эксплуатационная разведка проводится, как правило, с использованием опробования шлама буровзрывных скважин, бороздового опробования стенок и подошвы уступов

По характеру распределения полезных компонентов выделяются рудные тела с равномерным, неравномерным и весьма неравномерным распределением металла, соответствующие примерно I, II, III—IV группам месторождений по действующей классификации ГКЗ РФ.

Наличие на месторождении нескольких технологических типов руд обуславливает проведение в стадию эксплуатационной разведки геолого-технологического картирования участка рудного тела, подготавливаемого к отработке, а, следовательно, требует определенных затрат на проходку дополнительных разведочных выработок и отбор технологических проб [20].

В соответствии с установленными горнотехническими условиями эксплуатации месторождений применяются различные системы разработки: с открытым выработанным пространством или с магазинированием руды (для месторождений с устойчивыми рудами и породами при подземном способе добычи) с креплением, закладкой выработанного пространства или с обрушением налегающих пород (при наличии средне-устойчивых и неустойчивых руд и вмещающих пород).

Различные мощности рудных тел и условия их залегания, также обуславливают применение различных систем разработки, а, следовательно, и разные схемы горно-подготовительных и нарезных работ (проходка полевых штреков, уклонов, восстающих, подэтажных штреков, ортов, заездов и др.).

Для обоснования методики сопровождающей эксплуатационной разведки системы разработок при подземной добыче руды разделены на две группы; допускающие пребывание людей в очистном пространстве (потолкоуступная с распорной крепью, с магазинированием руды, слоевая с закладкой), которые обеспечивают непосредственно наблюдение и опробование очистного забоя (рис. 3); с отбойкой руды скважинами, при которых допуск людей в очистное пространство исключен (подэтажное и этажное обрушение, подэтажные штреки и др. (рис. 4).

Кроме того, наличие факторов, усложняющих горнотехнические условия эксплуатации (мощные ослабленные тектонические зоны, горизонты повышенной обводненности, наличия пород и руд, способных к возгоранию, и т.д.), обуславливает необходимость проведения дополнительных работ по их изучению.

Общий объем выработок эксплуатационной разведки горнодобывающего предприятия на планируемый период (год, пятилетка) рассчитывается на основе анализа конкретных условий, удельных объемов и плановых заданий на соответствующий период по подготовке запасов и добыче руды из очистных забоев.

Затраты на проведение эксплуатационной разведки определяются путем умножения запланированных общих объемов опережающей и сопровождающей разведки на заложенные в плане предприятия стоимости 1 м горно-подготовительных выработок, 1 м бурения колонковых и взрывных скважин, а также стоимости отбора, обработки и анализа одной пробы. Определяются и учитываются необходимые затраты на проведение комплекса геофизических, геохимических исследований и тематических работ.

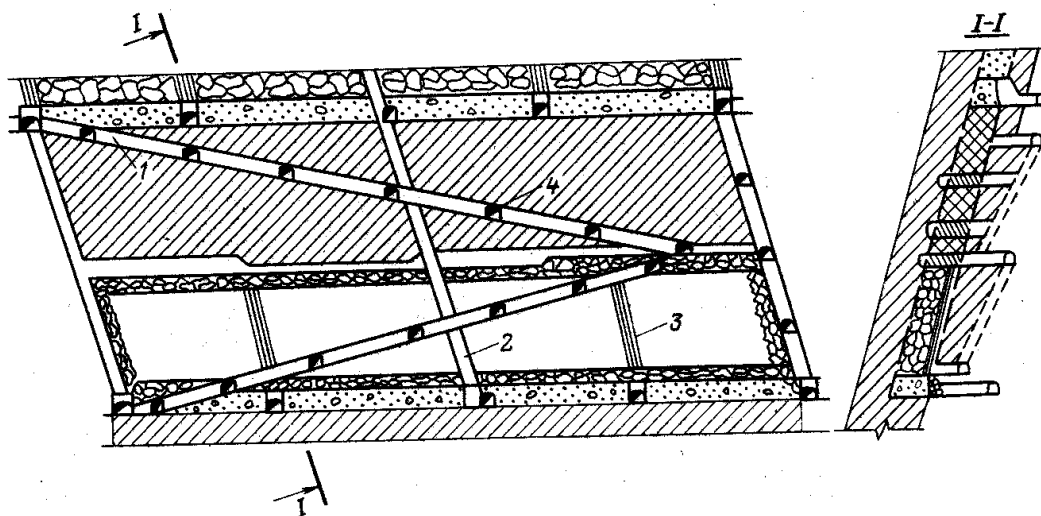


Рис. 3 Система разработки горизонтальными слоями с закладкой и применением самоходного оборудования:
 1 – наклонный съезд; 2 – восстающий для прокладки бетонопровода; 3 – блоковые рудоспуски; 4 – орт-заезд

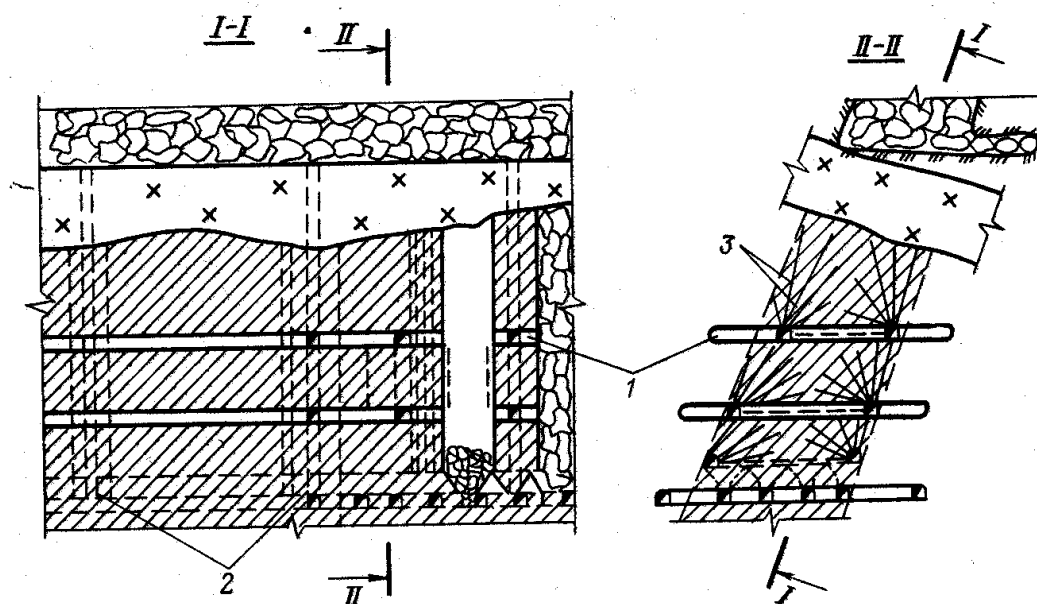


Рис. 4 Система разработки подэтажными штреками с magazинированием руды:
 1 – выработки, подлежащие опробованию при опережающей эксплуатационной разведке; 2 – отрезные восстающие; 3 – буровзрывные скважины, подлежащие опробованию при сопровождающей эксплуатационной разведке

Примерные удельные объемы выработок эксплуатационной разведки зависят от конкретных геологических особенностей локализации рудных тел, ценности руды, горнотехнических условий эксплуатации и применяемых систем разработки.

Чаще всего увеличение удельных объемов выработок эксплуатационной разведки происходит при изучении участков выклинивания рудных тел, при обнаружении изменений в элементах залегания рудного тела или при осложнениях структурно-морфологических особенностей его строения.

Количество выработок и скважин, а также их расположение, зависящее от степени нарушенности рудных тел, сложности морфологии и внутреннего строения, намечаемых схем подготовки и систем разработки, выбираются индивидуально для конкретной обстановки.

Однако, в любом случае (исключая примеры явной переразведки месторождения или отдельных его частей) плотность выработок опережающей эксплуатационной разведки должна быть не менее плотности выработок, пройденных на стадии детальной разведки.

В процессе подготовки рудных тел, относящихся к жильному типу и отрабатываемых подземным способом, опережающая разведка чаще всего проводится с помощью ортов и подземных скважин, которые проходятся из этажных штреков и восстающих. При этом отклонения в морфологии и условиях залегания рудных образований сводятся к отысканию смещенных частей жил, прослеживанию сближенных параллельно расположенных руд тел и коротких апофиз (рис. 5, 6, 7) определению размеров и пространственного положения встречающихся в жилах безрудных участков и оконтуриванию рудных столбов, выяснению возможностей их селективной отработки и т.д.

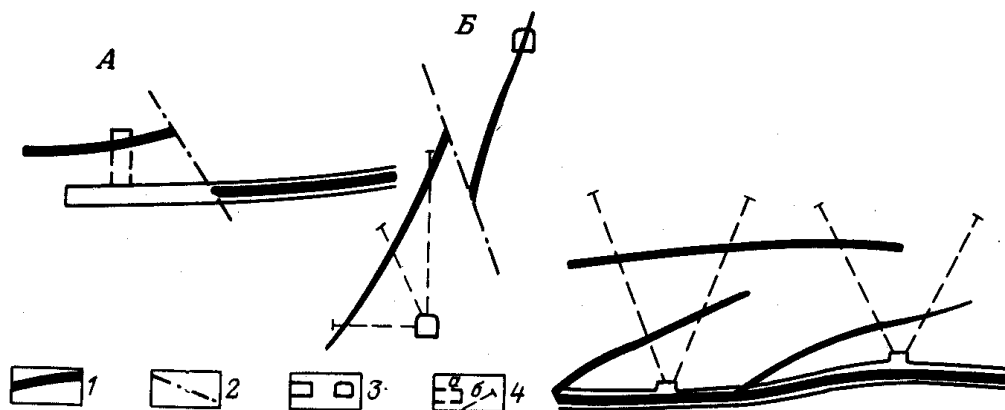


Рис. 5

Поиски смещающих частей рудной жилы рассечками (А) и скважинами (Б):

1 - жила; 2 - разрывные нарушения; 3 - горные выработки; 4 - выработки эксплуатационной разведки (а - рассечки, б - скважины)

Рис. 6

Прослеживание апофиз и поиски солиженных рудных тел горизонтальными скважинами.



Рис. 7

Прослеживание апофизы рудной жилы рассечкой из восстающего.

На месторождениях, представленных мощными рудными телами, отрабатываемыми подземным способом, уточняются углы падения рудного тела между горизонтами, прослеживаются нарушения и выясняются амплитуды смещения рудных тел, уточняются положение контактов, наличие сближенно-параллельных рудных тел, прослеживается сплошность рудных тел по простиранию и падению, особенно на этажных горизонтах. Все эти задачи решаются путем проходки расположенных соосно или в шахматном порядке ортов и рассечек, одиночных скважин или вееров горизонтальных подземных скважин (рис. 8), а также нисходящих или восходящих вееров скважин (рис. 9).

При исключительно сложной морфологии рудных тел скважины в значительной мере заменяются горными выработками, кроме того, проходятся рассечки из восстающих выработок, в отдельных случаях - подэтажные штреки с ортами, уточняющими мощность рудного тела (рис. 10).

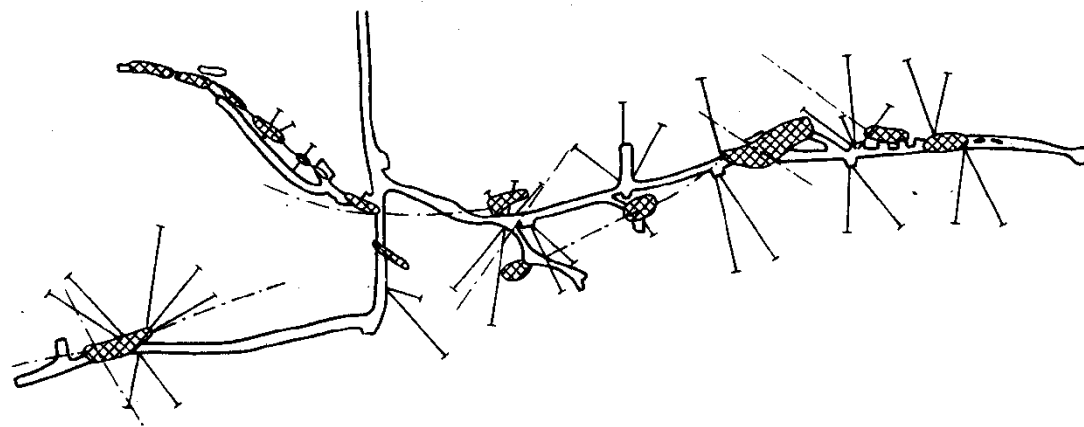


Рис. 8 Система опережающей эксплуатационной разведки линзовидных рудных тел веерами подземных горизонтальных скважин

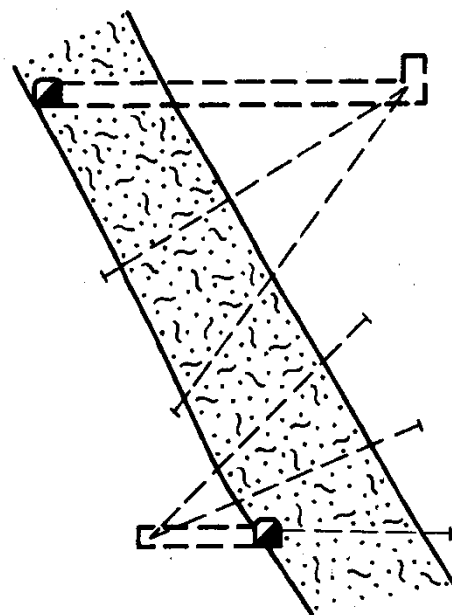


Рис. 9 Эксплуатационная разведка рудной зоны по падению веерами скважин в сочетании с рассечками:

1 — рудная зона; 2 — штреки; 3 — выработки эксплуатационной разведки (а — рассечки; б — скважины)

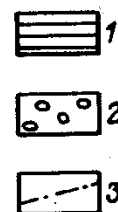
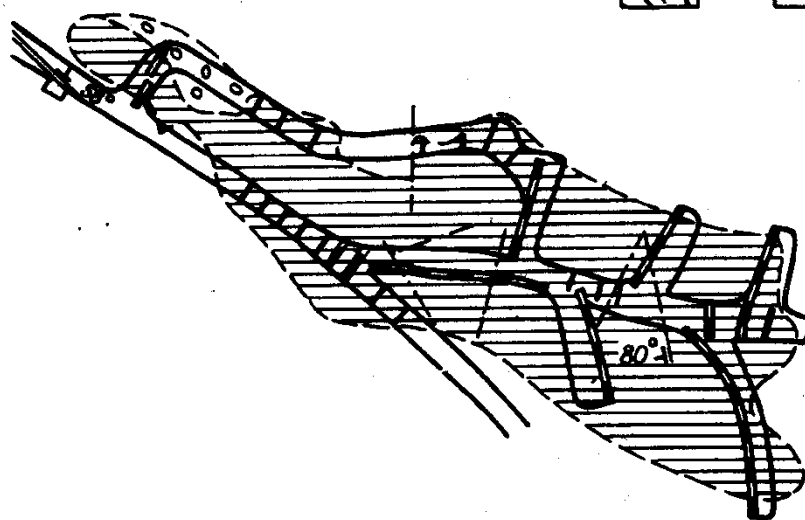


Рис. 10 Опережающая эксплуатационная разведка линзовидного рудного тела системой ортов:

1 — контур рудного тела; 2 — зоны брекчирования; 3 — тектонические нарушения

При открытом способе разработки основной системой опережающей разведки служит бурение скважин колонкового или ударно-механического бурения с подошвы верхнего уступа по более плотной в сравнении с детальной разведкой сети. Обычно скважины бурятся на глубину двух уступов (рис. 11).

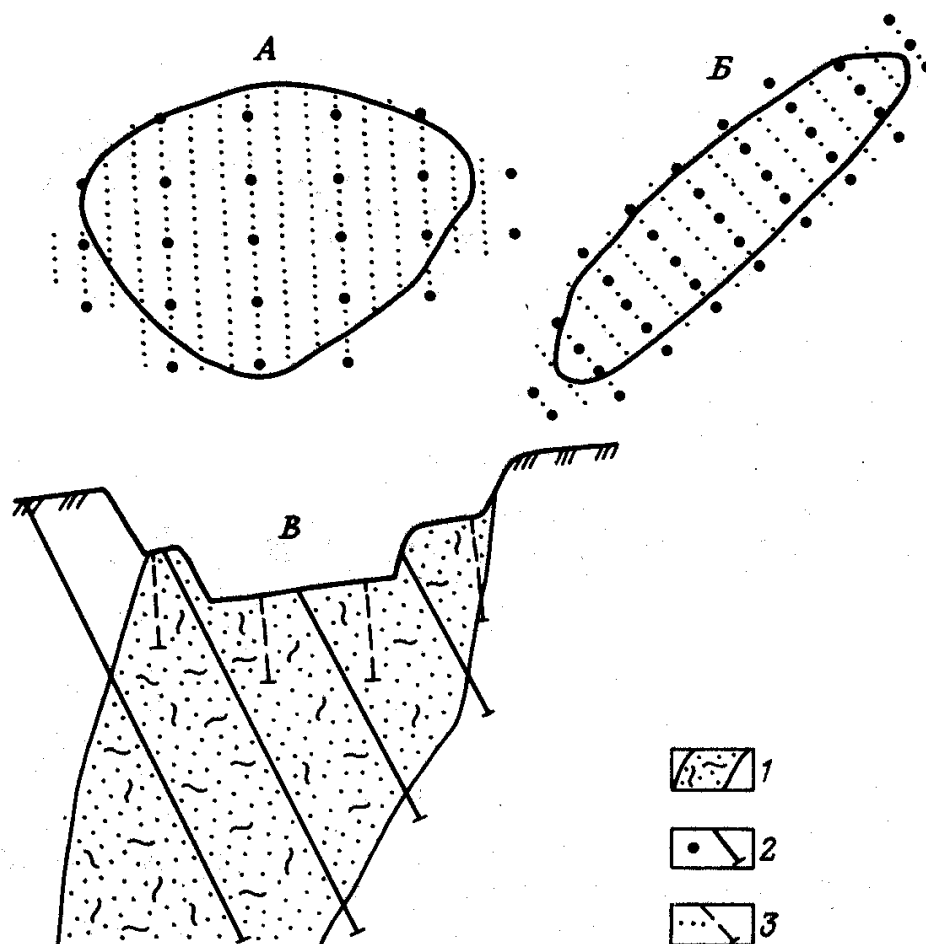


Рис. 11 Эксплуатационная разведка рудных тел изометричной формы (А) и линейно-вытянутых крутопадающих зон (Б, В):

1 — рудное тело; 2 — скважины детальной разведки; 3 — скважины эксплуатационной разведки

При изометричной форме рудных тел эксплуатационно-разведочные скважины целесообразнее располагать в створе профилей, принятых при детальной разведке; при развитии линейно-вытянутых рудных тел иногда проходятся дополнительные профили скважин, реже — каналы.

Расстояния между скважинами опережающей разведки зависят от сложности месторождения и размеров сети, принятой при детальной разведке. Для месторождений, относящихся к первой и второй группам сложности, буровые скважины опережающей разведки обычно располагаются по сетке 20х40 м, а на месторождениях третьей — четвертой групп сеть сгущается до 10х20 м.

Основными техническими средствами сопровождающей эксплуатационной разведки (при подземном способе разработки) служат горные выработки, подземное колонковое или ударно-механическое бурение. Широко используется эксплуатационное опробование.

При разработке рудных тел малой мощности системами, допускающими пребывание людей в очистном пространстве, сопровождающая разведка сводится в основном к организации эксплуатационного опробования. Чаще всего применяется бороздовое опробование.

При отработке жильных рудных тел со сложной морфологией или значительной нарушенностью проводится эксплуатационное опробование, проходятся горные выработки (орты, рассечки), реже бурятся короткие колонковые скважины.

Плотность эксплуатационного опробования меняется в зависимости от степени неравномерности распределения в рудах полезного компонента.

При отработке мощных линейно-вытянутых рудных тел системами с отбойкой руды глубокими скважинами, исключая пребывание людей в очистном пространстве, или открытым способом сопровождающая разведка сводится к бурению колонковых скважин и организации опробования и каротажа взрывных скважин.

Количество взрывных скважин, подлежащих опробованию, а также длина интервалов опробования зависит от степени неравномерности оруденения, расположения веерообразных скважин и целей опробования. Например, для уточнения содержания полезного компонента в обуренной ленте желательно опробовать интервалы всех скважин, расположенных в пределах промышленных руд при длине секций 2-3 м. Для уточнения контура промышленных руд с помощью горизонтальных или вертикальных веерообразных скважин, расположенных по простиранию рудного тела, полностью опробуются только оконтуривающие скважины. При расположении веерообразных перпендикулярно простиранию рудного тела опробуются лишь конечные интервалы взрывных скважин. Если необходимо выяснить качество отбитой руды, взрывные скважины опробуются целиком.

При открытых работах размеры сети взрывных скважин колеблются в пределах от 5х5 до 10х10 м и зависят от высоты уступа, диаметра бурения, крепости пород и руд, типа применяемого взрывчатого вещества, производительности погрузочного оборудования и других факторов. На относительно простых месторождениях целесообразно опробовать каждую вторую или третью взрывную скважину, на сложных месторождениях опробуются все или каждая вторая скважины.

Размеры опробуемого интервала по скважине определяются не только величиной максимального прослоя пустых пород или некондиционных руд, включаемого в подсчет запасов, но и возможностью селективной экскавации взорванной рудной массы. Обычно взрывные скважины перебуривают высоту уступа и углубляются на 1,5—2 м в нижележащий уступ. Этот

интервал следует опробовать отдельно, а результаты анализов использовать для составления планов распределения различных сортов и типов руд на верхней отметке нижележащего уступа.

Кроме опробования взрывных скважин, при открытых работах предусматривается отбор некоторого количества бороздовых и точечных проб. Бороздовые пробы используются, например, для прослеживания по подошве или борту уступа богатых жилообразных или гнездовых образований, для опробования бортов на границах промышленного контура, для контроля данных опробования по взрывным скважинам. Точечные пробы в ряде случаев применяются для опробования взорванной горной массы.

При отбойке руды глубокими скважинами данные их опробования обязательно должны использоваться при составлении диспозиции взрыва. В диспозиции указываются величина и расположение заряда в каждой скважине, порядок взрывания, способ экскавации взорванной горной массы, подсчитываются количество взорванной горной массы и ожидаемые при этом потери руды и разубоживание. В составлении диспозиции участвуют представители горного надзора, а также старший геолог и старший маркшейдер карьера, которые согласовывают составленный документ.

В случае резкого расхождения результатов эксплуатации с данными опережающей или сопровождающей разведки должен производиться анализ причин, вызвавших неподтверждение количества или качества руд. Выявленные при этом систематические или случайные погрешности детальной разведки следует учитывать при текущем планировании. Кроме того, на их основе определяется оптимальное количество резервных подготовленных и готовых к очистной выемке блоков.

При проведении эксплуатационной разведки большое значение имеет современное получение данных анализов проб. В противном случае проведение сопровождающей эксплуатационной разведки во многих случаях будет малоэффективно, а иногда и вовсе не имеет смысла.

Проект эксплуатационной разведки разрабатывается сотрудниками рудничной геологической службы на каждом горном предприятии. Объем и целевое задание опережающей эксплуатационной разведки, с учетом удельных объемов выработок, определяются планом горных работ предприятия на пятилетку и корректируются при составлении годовых планов. Объемы и целевое задание сопровождающей эксплуатационной разведки определяются годовым планом горных работ и уточняются при составлении месячных графиков добычи.

Проект эксплуатационной разведки должен предусматривать возможность получения всех необходимых данных, обеспечивающих наиболее рациональное проведение горно-подготовительных, нарезных и очистных работ. Проект подписывается главным инженером, главным геологом и главным маркшейдером предприятия и утверждается вышестоящей организацией.

В отдельных случаях годовой план эксплуатационной разведки может в деталях изменяться, для чего обычно предусматривается некоторый объем

непривязанных выработок и скважин. Направления таких выработок и скважин в течение года намечаются геологической службой рудника, согласовываются с главным геологом предприятия и утверждаются главным инженером предприятия.

Проходка эксплуатационно-разведочных выработок и бурения подземных скважин обычно осуществляются силами предприятия, в котором для этих целей планируется численность персонала, фонд заработной платы, необходимые материалы и оборудование. Ответственность за выполнение плана эксплуатационной разведки возлагается на начальника шахты, карьера или участка.

Иногда бурение подземных эксплуатационно-разведочных скважин с последующим отнесением затрат на основную деятельность может проводиться имеющимися на руднике или шахте геологоразведочными партиями.

Опробование эксплуатационно-разведочных выработок и скважин, отбор проб в очистных блоках осуществляется персоналом, непосредственно подчиненным геологической службе рудника или карьера.

Эксплуатационная разведка финансируется за счет расходов на эксплуатацию, а затраты входят статьей расхода в калькуляции стоимости добычи тонны руды. Поэтому отдельные сметы на производство эксплуатационно-разведочных работ не составляются, а общие затраты на их проведение учитываются в годовых сметах затрат предприятий.

Затраты на опережающую эксплуатационную разведку относятся к затратам на горно-подготовительные работы и погашаются одновременно с ними в течение срока отработки месторождения в следующем порядке. Сумма ежемесячного погашения исчисляется умножением количества добытой очистными работами за месяц руды (в тоннах) на норму погашения. Нормы погашения по плану и фактическая на начало каждого квартала определяются путем деления общей суммы затрат на опережающую эксплуатационную разведку на плановое и фактическое количество подготовленных запасов. Количество подготовленных запасов руды для определения нормы погашения проверяется ежеквартально путем инвентаризации.

Попутно добытая из выработок опережающей эксплуатационной разведки руда оценивается по плановой цеховой себестоимости руды из очистных работ за вычетом доли плановых расходов на погашение затрат на горно-подготовительные и эксплуатационно-разведочные работы. Попутно добытая руда приходится наравне с рудой, добытой очистными работами, а стоимость ее списывается в уменьшение затрат на эксплуатационную разведку.

Сопровождающая эксплуатационная разведка учитывается как очистная добыча руды, произведенные затраты ежемесячно списываются полностью на текущую добычу.

Качество проведения эксплуатационно-разведочных работ определяется результатами отработки запасов. При этом, критериями качества служат: подтверждение в процессе выемки количества и качества руд в недрах, местоположения рудных тел и их контуров, горно-геологические и горнотехнические условия ведения горных работ.

2.5. Геологическое сопровождение эксплуатационных работ.

Геологическое обслуживание горных работ. Этот вид работ проводится в тесном контакте с маркшейдерской службой, отделом технического контроля и горным надзором рудника, шахты, карьера. Прежде всего, геологическое обслуживание выражается в наблюдении за выдерживанием направлений горных выработок, особенно при проходке их по руде, и немедленной остановке проходки, если выработка не отвечает целевому назначению. При проведении добычных работ рудничные геологи обязаны обеспечивать заданное направление продвижения очистных забоев, осуществлять текущий контроль за качественным составом отбиваемой и выдаваемой руды, следить за выполнением намеченной шихты по содержанию полезных компонентов и сортами руд, а там, где она внедрена, и за соблюдением комплексной системы управления качеством добываемых руд.

Весьма важная задача рудничных геологов — предупреждение представителей горного надзора об изменении горнотехнических условий эксплуатации, так как во многом они оказывают прямое влияние на технико-экономические результаты работы рудника, шахты, карьера. В первую очередь, повседневного наблюдения, анализа и систематизации требуют свойства, определяющие крепость, буримость пород, их слоистость, напластование и текстуру, т.е. такие свойства пород, от которых зависят скорость бурения шпуров и, следовательно, темпы проведения горных выработок, типы врубов, расход ВВ. Изменения устойчивости и трещиноватости горных пород и руд часто вызывают смену вида крепления, иногда изменения площади поперечного сечения выработки, способа проходки, применяемой системы разработки. Увеличение притоков воды предполагает принятие специальных мер предосторожности, вплоть до остановки проходки выработки и постепенного спуска статических запасов подземных вод. Определение объемной массы руды и вмещающих пород, их влажности, а также коэффициента разрыхления имеет весьма важное значение, поскольку эти показатели существенно влияют на точность подсчета запасов и учета результатов добычи рудной массы.

Основа для выполнения многочисленных операций геологического обслуживания горных работ — геологическая документация всех горных выработок, организация различного рода опробования, пересчет и технико-экономическая оценка запасов в подготовленных и готовых к выемке блоках, учет объемов отбитой, выпущенной и оставшейся в очистных блоках рудной массы.

По мере развития горных работ геолого-маркшейдерская служба рудника, карьера обязана организовать систематический учет потерь и разубоживания. Учет потерь проводится как по руде, так и по полезным компонентам, присутствующим в рудах, а разубоживание определяется по соотношению объемов разубоживающих пород и добытого полезного ископаемого или по отношению средних содержаний полезного компонента в геологической и в добытой (товарной) руде. В последнем случае в расчет принимается и содержание полезного компонента в разубоживающих вмещающих породах.

Все исходные данные, необходимые для определения величин фактических потерь и разубоживания, должны быть достаточно надежными, иначе расчетные результаты не будут соответствовать действительным. Неправильное определение (обычно занижение) фактических потерь и разубоживания — одна из существенных, а иногда и главная причина часто наблюдающегося расхождения в количестве и качестве добытой руды по данным учета рудника и обогатительной фабрики. На некоторых предприятиях такие расхождения достигают 25 %, вызывают затруднения при планировании и значительно искажают данные движения балансовых запасов и обеспеченность ими предприятия.

Достоверность учета потерь и разубоживание значительно возрастет, если организовать ряд мероприятий: систематический контроль за количеством и качеством добытых руд из каждого блока; учет содержания полезных компонентов во вмещающих породах, попадающих в руду; комиссионное списание отработанных блоков с указанием количества оставленной руды в целиках и отбитой руды на лежащем боку; экспрессность опробования, особенно в тех случаях, когда балансовые руды невозможно отличить от пустой породы; выявление уровня разубоживания путем закладывания специальных меток в отбитые налегающие породы и фиксации появления их на обогатительной фабрике; учет прослоев пустых пород с мощностью, превышающей требования кондиций, в качестве разубоживания, а не "конструктивного" разубоживания; проведение замеров исходных данных, необходимых для определения величин потерь и разубоживания, непосредственно в горных выработках и лишь там, где доступ людей в очистное пространство исключен, — косвенными методами.

Геологическое обеспечение работы обогатительной фабрики. Возрастающие требования увеличения извлечения полезных компонентов, повышения качества выпускаемых концентратов, комплексного использования недр и внедрения новейшей технологии расширили и усложнили круг задач по геологическому обеспечению работы обогатительных фабрик. Рудничные геологи принимают участие в разработке и внедрении комплексной системы управления качеством добываемых руд, повседневно изучают их вещественный состав с точки зрения наличия и поведения различных попутных компонентов, проводят учет и разведку лежалых продуктов и т.д.

Очевидно, что стабильная работа многих обогатительных фабрик, предприятий по окускованию и металлургических заводов, автоматизация основных процессов возможны лишь при обеспечении их рудным сырьем определенного, заранее рассчитанного качества. До недавнего прошлого решение вопросов усреднения качества минерального сырья, обычно по одному показателю — содержанию полезного компонента, сводилось к организации простой шихтовки добываемых руд из нескольких подземных очистных блоков или забоев на открытых горных работах.

В связи с ростом темпов потребления продукции горного производства наблюдается тенденция вовлечения в эксплуатацию новых месторождений, сложенных преимущественно бедными, труднообогатимыми рудами, и постоянного увеличения требований более комплексного использования минерального сырья. Все это усиливает необходимость усреднения руд уже по нескольким показателям или свойствам, а также предполагает максимальное снижение и стабилизацию колебаний учитываемых показателей качества добываемого сырья.

Усреднение качества минерального сырья превратилось в комплексную проблему, которая должна рассматриваться с учетом всех звеньев технологической цепочки — от разведки полезного ископаемого до его переработки на обогатительной фабрике или металлургическом заводе. Экономическая целесообразность усреднения будет доказана лишь в том случае, если затраты на конкретные научно-инженерные мероприятия, с помощью которых предполагается осуществить усреднение, не превысят суммы экономического эффекта на конечном переделе, получаемой за счет использования сырья с усредненным качеством.

Современное горно-обогатительное предприятие представляет собой сложную физическую, динамическую и, что очень важно, вероятностную систему. Последнее означает, что мы никогда не в состоянии знать точные количественные значения качества и свойств какой-либо порции минерального сырья. В любом случае имеющиеся данные являются лишь более или менее полной выборкой из генеральной совокупности.

В большинстве случаев однородность руды, отгружаемой на обогатительные фабрики, необходимо обеспечивать одновременно по нескольким показателям качества. Для руд черных, цветных, редких и благородных металлов к таким показателям, в первую очередь, относятся химический и минеральный состав, среднее содержание полезных и вредных компонентов, структурно-текстурные особенности, измельчаемость. Для отдельных видов полезных ископаемых (асбеста, слюды, пьезокварца) чрезвычайно важны другие свойства — длина волокон, размеры кристаллов, их прозрачность и т.д.

Опробование. Одна из важнейших задач, решаемых в процессе доразведки и эксплуатации месторождений — определение качества полезного ископаемого. Понятие это многогранно и обуславливается, в основном, крайне разнообразным минеральным и химическим составом,

физико-механическими и технологическими свойствами промышленных руд и вмещающих пород. В зависимости от вида минерального сырья изменяются основные компоненты, составляющие понятие его качества. Так, для подавляющего большинства руд черных, цветных, редких и благородных металлов к главным элементам, определяющим их качество, относятся минеральный и химический состав, структуры и текстуры руд, размеры минеральных агрегатов. Качество многих нерудных полезных ископаемых почти полностью зависит от их физико-механических свойств.

Наиболее часто качество минерального сырья выявляется в процессе опробования путем отбора и последующего анализа или испытания различного рода проб. Реже в промышленных масштабах применяются различные ядерно-физические методы опробования, обычно не требующие отбора материала [31].

Основное целевое назначение опробования несколько меняется в зависимости от стадии разведки или промышленного освоения месторождения. На стадиях предварительной и детальной разведки новых объектов, равно как и при доразведке эксплуатируемых месторождений, по результатам опробования с учетом показателей кондиций оконтуриваются балансовые и забалансовые руды, выясняются их технологические и физико-механические свойства, горнотехнические условия эксплуатации и, в конечном счете, производится подсчет запасов полезных ископаемых.

На эксплуатируемых месторождениях имеются утвержденные в установленном порядке или оперативно принятые на баланс предприятия запасы полезных ископаемых различных категорий. Поэтому здесь по данным опробования уточняется количество и качество запасов отдельных участков, рудных тел, выемочных единиц различной стадии подготовленности. Кроме того, результаты опробования используются для решения дополнительных весьма важных задач, связанных с вопросами планирования и регулирования очередности проведения всех видов горнопроходческих и очистных работ, контроля за качеством выдаваемых товарных руд и полноты использования недр. Таким образом, с помощью опробования на эксплуатируемом месторождении осуществляется оперативное руководство и контроль за всеми стадиями производственной деятельности горно-обогательного комбината.

Методика опробования на эксплуатируемых месторождениях и типы отбираемых при этом проб принципиально не отличаются от опробования в предшествующие стадии разведки. Основная особенность заключается в более детальном опробовании участков и горизонтов рудных тел, блоков и выемочных единиц, подготовляемых к очистной выемке, а при сопровождающей эксплуатационной разведке, кроме того, очистных камер, уступов карьеров, взрывных скважин.

Таким образом, для опробования на действующих горно-обогательных предприятиях характерны следующие особенности: 1) большие объемы работ (на отдельных рудниках — до десятков тысяч проб в год); 2) необходимость проведения систематического опробования в сложных

условиях, обусловленных непрерывно-циклической, часто скоростной проходкой горных выработок, высокими темпами отбойки руды в очистных блоках и на уступах карьеров; 3) необходимость быстрого получения результатов анализа проб, особенно отобранных в выработках по рудным зонам, а также во взрывных скважинах и в очистных камерах; 4) большие возможности контроля представительности и достоверности опробования путем повторного отбора проб в интересующих участках, сравнения результатов опробования разведочных и подготовительных выработок с данными эксплуатации, результатами опробования на обогатительной фабрике, а в некоторых случаях и при металлургическом переделе.

Существует несколько классификаций видов опробования на эксплуатируемых месторождениях, например, классификация Д.А. Зенкова и В.Н. Мошкина. С практической точки зрения выделяется отбор и исследования геологических, технологических и технических проб. Каждый вид этого опробования выполняет конкретные функции, совокупность которых определяет качество поставляемой для эксплуатации информации.

От качества геологической информации, получаемой в процессе эксплуатации месторождений, зависит качество ведения горных и обогатительных работ, качество добываемой руды и качество решения вопросов охраны недр и безопасности трудящихся.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные функции геологической службы горнорудного предприятия?
2. Принципы организации поисковых работ на горнорудном предприятии?
3. Основная цель проведения доразведки месторождений?
4. Основные задачи предварительной разведки на горнорудном предприятии?
5. Основные задачи детальной разведки на горнорудном предприятии?
6. Системы эксплуатационной разведки месторождений рудных полезных ископаемых?

Лекция 3

КАЧЕСТВО ПРОВЕДЕНИЕ ГОРНЫХ РАБОТ

2.1. Основные функции маркшейдерской службы горнорудного предприятия

Контроль за качеством ведения горных работ на горнорудных предприятиях возложен на ведомственную маркшейдерскую службу [25].

Основные функции этой службы изложены в «**Типовом положении о ведомственной маркшейдерской службе**»:

1. Маркшейдерская служба организуется по отраслевому принципу в министерствах, ведомствах, на предприятиях, в организациях и учреждениях, осуществляющих проектирование и строительство предприятий по добыче полезных ископаемых, доразведку и разработку месторождений полезных ископаемых, а также в необходимых случаях на предприятиях, в организациях и учреждениях, осуществляющих проектирование, строительство и эксплуатацию подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, или пользующихся недрами в иных целях.

2. Главными задачами маркшейдерской службы являются:

- своевременное и высококачественное осуществление маркшейдерских работ для обеспечения наиболее полного и комплексного использования месторождений полезных ископаемых, эффективного и безопасного ведения горных работ и охраны недр;

- совершенствование организации и методов ведения маркшейдерских работ на основе широкого внедрения новейших достижений науки и техники и передового опыта;

- осуществление ведомственного контроля за правильностью разработки месторождений полезных ископаемых и пользования недрами в целях, не связанных с добычей полезных ископаемых;

.

- за выполнением требований по охране недр и наиболее полному извлечению из недр основных и других совместно с ними залегающих полезных

ископаемых, за выполнением мероприятий, обеспечивающих при проведении горных работ безопасность для жизни и здоровья работников и населения, охрану окружающей природной среды, зданий и сооружений от вредного влияния этих работ, и за соблюдением других требований, определяющих деятельность маркшейдерской службы.

3. Маркшейдерская служба в отрасли возглавляется маркшейдерским подразделением соответствующего министерства, ведомства.

Маркшейдерская служба на предприятиях, в организациях и учреждениях, осуществляющих проектирование и строительство предприятий по добыче полезных ископаемых, доразведку и разработку месторождений полезных ископаемых, является, как правило, самостоятельным структурным подразделением.

На предприятиях, в организациях и учреждениях, осуществляющих проектирование и строительство предприятий по добыче общераспространенных полезных ископаемых, доразведку и разработку месторождений этих полезных ископаемых, проектирование, строительство и эксплуатацию подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, и пользование недрами в иных целях, может быть образована объединенная геолого-маркшейдерская служба.

Для выполнения работ по развитию маркшейдерских опорных сетей, фотограмметрических съемок, наблюдения за деформацией горных массивов, контроля за правильностью учета объемов выполненных горных и других работ, связанных с маркшейдерским обеспечением действующих и строящихся предприятий по добыче полезных ископаемых, могут создаваться в установленном порядке специализированные маркшейдерские подразделения (бюро, лаборатории, группы и т. п.).

Капитальные маркшейдерские и топографо-геодезические работы, требующие применения специальных методов и технических средств.

4. На предприятиях по добыче полезных ископаемых (кроме общераспространенных полезных ископаемых) маркшейдерская служба

возглавляется главным маркшейдером, который подчиняется непосредственно руководителю или главному инженеру предприятия. Главный маркшейдер назначается и освобождается от должности вышестоящим органом.

5. Маркшейдерская служба руководствуется в своей деятельности законами РФ, постановлениями и распоряжениями Правительства РФ, настоящим Типовым положением, соответствующими актами высших органов государственной власти и управления союзных республик и другими нормативными актами, регулирующими деятельность этой службы.

6. Проектирование, строительство и реконструкция предприятий по добыче полезных ископаемых, доразведка, эксплуатационная разведка и разработка месторождений полезных ископаемых, а также проектирование, строительство и эксплуатация подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, без соответствующего маркшейдерского обеспечения не разрешаются.

7. В соответствии с главными задачами маркшейдерская служба ведомства:

а) обеспечивает:

- техническое и методическое руководство маркшейдерской службой на предприятиях, в организациях и учреждениях, подведомственных ведомству, систематический анализ состояния и определение уровня маркшейдерских работ в отрасли;

- разработку предложений о проведении научных исследований по совершенствованию методов и технических средств осуществления маркшейдерских работ и охраны недр, внедрение в производство законченных научных разработок в этой области;

- контроль в системе ведомства за правильностью разработки месторождений полезных ископаемых, выполнением требований по охране недр, обеспечением наиболее полного извлечения из недр основных и других совместно с ними залегающих полезных ископаемых, за правильностью определения объемов выполненных горных работ, своевременностью и

эффективностью выполнения мероприятий, обеспечивающих при проведении горных работ безопасность для жизни и здоровья работников и населения, охрану окружающей природной среды, зданий и сооружений от вредного влияния этих работ, за правильностью установления границ безопасного ведения горных работ, барьерных и предохранительных целиков и за соблюдением других требований, определяющих деятельность маркшейдерской службы;

- снабжение маркшейдерских служб предприятий, организаций и учреждений, подчиненных ведомству, нормативными документами, методическими и справочными пособиями, а также контроль за оснащением этих служб необходимыми приборами, инструментами, оборудованием и материалами;

- планирование и координацию маркшейдерских работ, осуществляемых в отрасли, разработку предложений по совершенствованию организации маркшейдерской службы, а также по подбору, расстановке маркшейдерских кадров и повышению их квалификации;

б) участвует:

- в разработке планов развития отрасли в части обеспечения охраны недр и рационального использования минеральных ресурсов;

- в рассмотрении представляемых в установленном порядке на согласование проектов строительства, реконструкции, консервации и ликвидации предприятий по добыче полезных ископаемых, проектов и схем разработки месторождений нефти, газа и подземных вод, проектов производственных планов и иных документов, связанных с деятельностью маркшейдерской службы;

- в составлении установленной статистической отчетности об объемах добычи и потерях полезных ископаемых, о полноте отработки запасов полезных ископаемых по отрасли;

- в работе по приемке-передаче разведанных месторождений полезных ископаемых для промышленного освоения, по приемке в эксплуатацию новых

и реконструированных предприятий по добыче полезных ископаемых и подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, по консервации и ликвидации таких предприятий и сооружений.

8. В соответствии с главными задачами маркшейдерская служба предприятия, организации, учреждения:

а) обеспечивает:

- построение и развитие маркшейдерских опорных и съемочных сетей на земной поверхности и в горных выработках, производство съемок горных выработок и земной поверхности, составление и пополнение маркшейдерской документации, перенесение в натуру геометрических элементов проектов горных выработок, технических сооружений, зданий и коммуникаций, границ безопасного ведения горных работ, барьерных и предохранительных целиков;

- определение наиболее рациональных и эффективных схем развития горных работ на основе результатов детального изучения горнотехнических, гидрогеологических и других условий разработки месторождения полезных ископаемых и строительства подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых;

- периодический контроль за соблюдением установленных соотношений геометрических элементов технических сооружений во время их эксплуатации; организацию и проведение инструментальных наблюдений за процессами сдвижения горных пород, проявлениями горного давления, деформации земной поверхности, зданий и сооружений, за устойчивостью уступов, бортов карьеров и откосов отвалов;

- контроль за выполнением на предприятии, в организации, учреждении требований, содержащихся в проектах предприятий по добыче полезных ископаемых и подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, в планах развития горных работ, проектах и схемах разработки месторождений нефти, газа и подземных вод, требований по рациональному использованию и охране недр, за своевременностью и эффективностью выполнения мероприятий, обеспечивающих при проведении горных работ

безопасность для жизни и здоровья работников и населения, охрану окружающей природной среды, зданий и сооружений от вредного влияния этих работ, и за соблюдением других требований, относящихся к деятельности маркшейдерской службы;

- приемку маркшейдерских и топографо-геодезических работ, выполняемых подрядными организациями;

- передачу комплекта маркшейдерской и топографо-геодезической документации соответствующим предприятиям, организациям и учреждениям, являющимся правопреемниками передаваемых, объединяемых, ликвидируемых или консервируемых предприятий по добыче полезных ископаемых;

- разработку норм потерь и разубоживания полезных ископаемых при их добыче;

- определение и учет с участием геологической службы на основании маркшейдерской и геологической документации объемов выполненных горных и строительно-монтажных работ, в том числе объемов добычи и потерь полезных ископаемых, и полноты отработки запасов полезных ископаемых; учет состояния вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов полезных ископаемых;

- выполнение с участием геологической службы работ, связанных с геометризацией месторождения полезных ископаемых;

б) участвует:

- в разработке проектов строительства, реконструкции, консервации и ликвидации предприятий (участков) по добыче полезных ископаемых, доразведки и эксплуатационной разведки месторождений полезных ископаемых, планов развития горных работ, проектов и схем разработки месторождений нефти, газа и подземных вод, мероприятий по безопасному ведению горных работ вблизи опасных зон, по предупреждению и ликвидации аварий, по охране зданий, сооружений и окружающей природной среды от вредного влияния горных работ, по рациональному и

комплексному использованию месторождений полезных ископаемых, проектов горных отводов и отводов земельных участков, застройки площадей залегания полезных ископаемых, рекультивации земель, нарушенных горными работами, а также проектов строительства, консервации и ликвидации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, и иных объектов, связанных с пользованием недрами; в подготовке материалов по списанию и временной консервации запасов полезных ископаемых;

- в составлении установленной отчетности об объемах добычи и потерях полезных ископаемых, о полноте отработки запасов полезных ископаемых и состоянии горных выработок;

- в работе по приемке в эксплуатацию новых и реконструированных предприятий (участков) по добыче полезных ископаемых и подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, по определению возможности использования отработанных горных выработок для удовлетворения потребностей народного хозяйства, по консервации и ликвидации таких предприятий (участков) и подземных сооружений, по ликвидации горных выработок и провалов, выходящих на земную поверхность, по приемке горных выработок, а также в рассмотрении и решении других вопросов, связанных с маркшейдерским обеспечением.

9. Деятельность маркшейдерской службы должна быть направлена на обеспечение строгого соблюдения государственных интересов при пользовании недрами и предупреждение проявлений узковедомственного, местнического подхода к использованию и охране недр.

Работники маркшейдерской службы ведомств, предприятий, организаций и учреждений несут ответственность за своевременность и эффективность осуществления возложенных на них функций, за объективность рассмотрения вопросов, возникающих при проведении ведомственного контроля за использованием и охраной недр.

Возложение на работников маркшейдерской службы функций, не связанных с осуществлением задач, определенных настоящим Типовым положением, не допускается.

10. Руководитель маркшейдерской службы министерства, ведомства имеет право:

- проверять деятельность подведомственных маркшейдерских служб и соблюдение ими требований законодательства о недрах, выполнение приказов, инструкций и других нормативных актов, регулирующих деятельность маркшейдерской службы;

- давать обязательные для предприятий, организаций и учреждений, подведомственных ведомству, указания по вопросам маркшейдерского обеспечения работ, а также об устранении нарушений требований законодательства о недрах;

- приостанавливать работы по строительству и реконструкции предприятий по добыче полезных ископаемых и подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, по разработке месторождений полезных ископаемых и использованию недр в иных целях в случаях, если проведение этих работ может повлечь за собой нерациональное использование и необоснованные потери запасов полезных ископаемых, возникновение условий, опасных для жизни и здоровья работников и населения, а также неоправданные затраты средств;

- представлять соответствующим руководителям предложения о поощрении работников предприятий, организаций и учреждений за рациональное, комплексное использование месторождений полезных ископаемых и высококачественное выполнение маркшейдерских работ, а также о наложении в установленном порядке на работников взысканий за нарушение требований законодательства о недрах.

11. Руководитель маркшейдерской службы предприятия, организации, учреждения имеет право:

- давать руководителям участков, цехов и других подразделений предприятия, организации, учреждения обязательные для исполнения указания по вопросам маркшейдерского обеспечения работ, а также об устранении нарушений требований законодательства о недрах, планов развития горных работ, проектов и схем разработки месторождений нефти, газа и подземных вод и другой утвержденной проектной и технической документации в целях предотвращения сверхнормативных потерь полезных ископаемых, выборочной отработки богатых участков месторождений, приводящей к необоснованным потерям запасов полезных ископаемых, и недопущения других нарушений, наносящих ущерб государственным интересам;

- приостанавливать работы по строительству и реконструкции предприятий по добыче полезных ископаемых и подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, по разработке месторождений полезных ископаемых и пользованию недрами в иных целях в случаях, если проведение этих работ может повлечь за собой порчу месторождений полезных ископаемых, опасность деформации горных выработок, прорыв в горные выработки воды или вредных газов и возникновение других аварийных явлений, немедленно ставя об этом в известность руководителя предприятия, организации, учреждения;

- браковать подконтрольные маркшейдерской службе работы, выполненные с отступлениями от планов развития горных работ и утвержденной проектной и технической документации;

- представлять руководителю предприятия, организации, учреждения предложения о поощрении работников за рациональное использование недр и высококачественное выполнение маркшейдерских работ, а также о наложении в установленном порядке на работников взысканий за нарушение требований законодательства о недрах и утвержденной проектной и технической документации.

В случае получения от руководителя предприятия, организации, учреждения распоряжения, противоречащего требованиям законодательства о недрах, руководитель маркшейдерской службы обязан письменно уведомить этого руководителя о неправильности данного им распоряжения. При подтверждении распоряжения руководитель маркшейдерской службы исполняет его, немедленно сообщая об этом вышестоящей организации, а также органам Госгортехнадзора РФ.

12. Руководитель маркшейдерской службы наряду с руководителем предприятия, организации, учреждения несет ответственность за достоверность отчетов предприятия, организации, учреждения о полноте извлечения из недр запасов полезных ископаемых, маркшейдерской документации по учету объемов выполненных работ, а также других документов, связанных с деятельностью маркшейдерской службы.

13. Предприятия, организации и учреждения обеспечивают маркшейдерскую службу необходимыми техническими и транспортными средствами и создают надлежащие условия для хранения маркшейдерской документации.

14. Настоящее Типовое положение является обязательным для всех ведомств, предприятий, организаций и учреждений, осуществляющих проектирование, строительство и реконструкцию предприятий по добыче полезных ископаемых, доразведку и разработку месторождений полезных ископаемых, а также проектирование, строительство и эксплуатацию подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, и пользование недрами в иных целях.

2.2. Вскрытие месторождений

Качество разработки месторождений во многом зависит от правильности выбора способа их вскрытия [1].

Рациональные способ и схема вскрытия месторождения зависят от следующих основных показателей:

- рельефа местности;
- глубины залегания месторождения;
- площади развития месторождения;
- величины запасов руды;
- коэффициента вскрыши запасов;
- угла сдвижения пород;
- ценность полезного компонента.

Метод вскрытия рудных месторождений включает в себя основные параметры вскрытия, которые рассматриваются с учетом основных параметров рудника и факторов, влияющих на выбор схемы и способа вскрытия. Кроме того, учитывается: место заложения концентрационных горизонтов, горизонтов для расположения подземных бункеров (и их емкостей), дробильных и водоотливных установок и водосборников, выбор последовательности развития горных работ по проведению основных откаточных выработок. Исходя из горнотехнических условий залегания месторождения, запасов и ценности руды, производственной мощности рудника, глубины разработки, условий труда (температура, запыленность, влажность) и принимаемого режима работы рудника, определяют: число и оснащенность рудоподъемных, вспомогательных и вентиляционных стволов шахт, расположение их относительно рудного тела; последовательность вскрытия совместно залегающих рудных тел; независимое вскрытие каждого рудного тела самостоятельной выработкой; совместное вскрытие всех рудных тел общей главной выработкой, смешанное вскрытие отдельных рудных тел самостоятельными выработками.

Рациональный способ вскрытия должен удовлетворять следующим требованиям: обеспечивать безопасность труда и благоприятные физиологические условия для работающих как при проведении горных выработок, так и в период разработки месторождения; быть наиболее

экономичным по капитальным затратам, эксплуатационным расходам и обеспечивать полноту выемки запасов руды, необходимые темпы вскрытия и интенсивность отработки месторождения.

Рациональный способ вскрытия выбирается из вариантов, приемлемых для данного шахтного поля, на основе технико-экономического сравнения.

Наиболее распространенные способы вскрытия месторождений приведены на рисунках №№ 12-16.

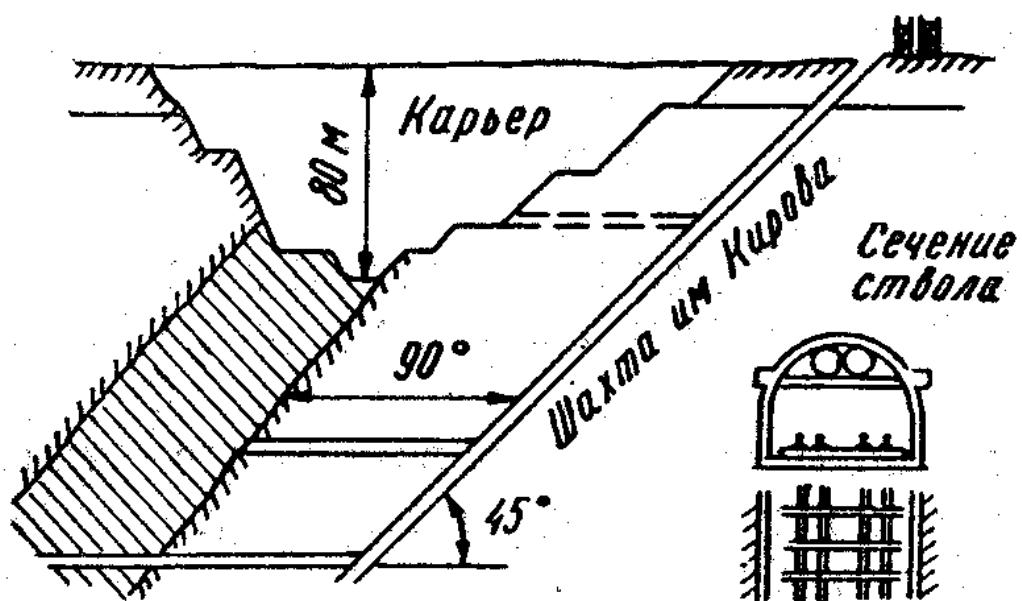


Рис. 12. Схема вскрытия месторождения наклонным стволом

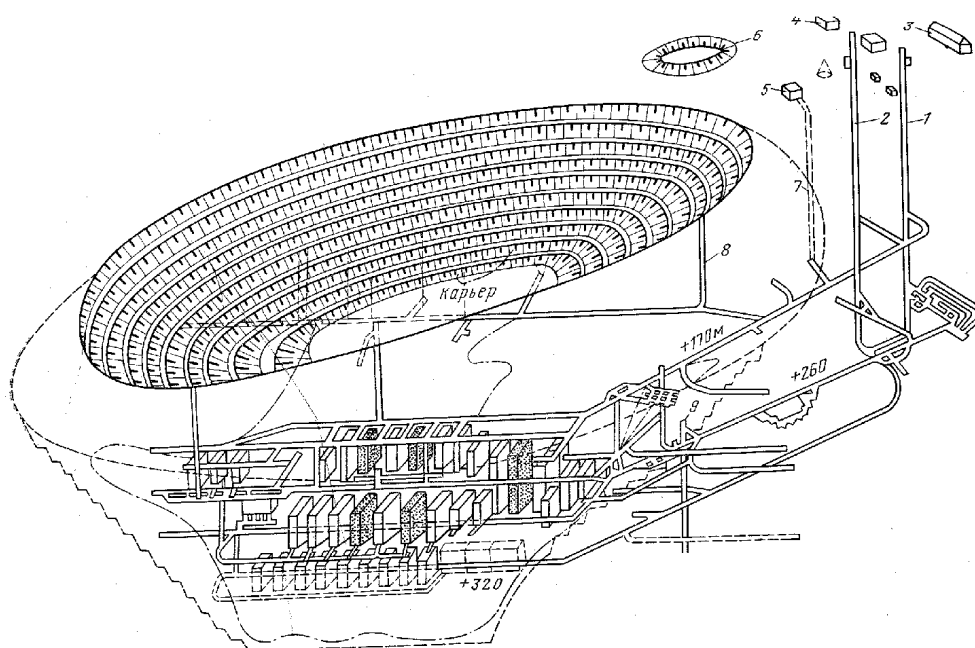


Рис. 13. Схема вскрытия месторождения
комбинированным способом

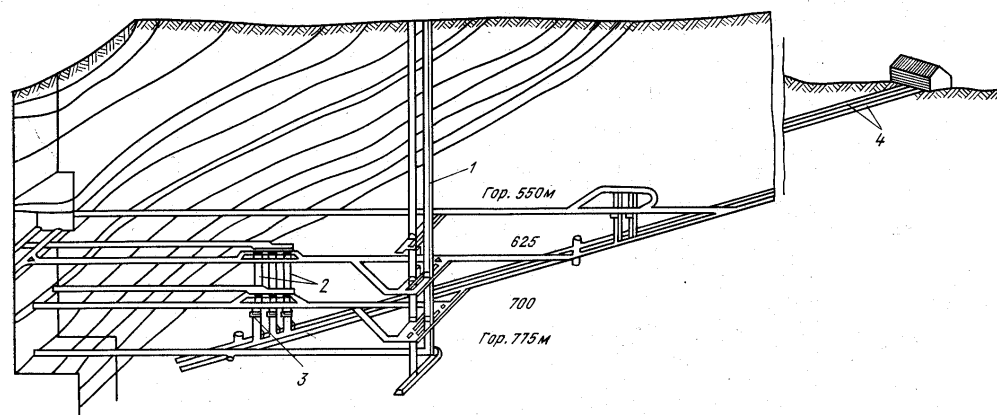
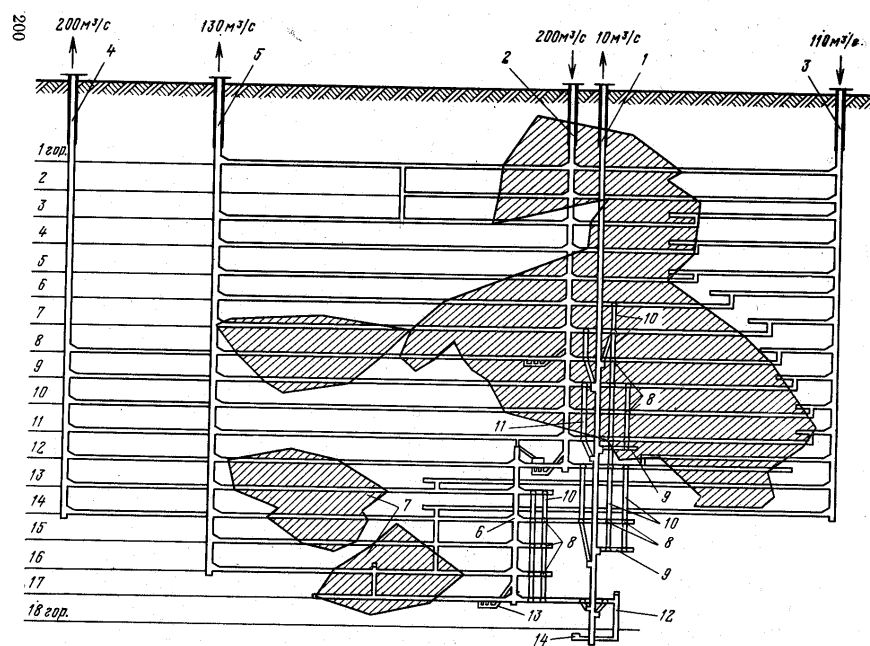


Рис. 14. Схема вскрытия месторождения вертикальными стволами

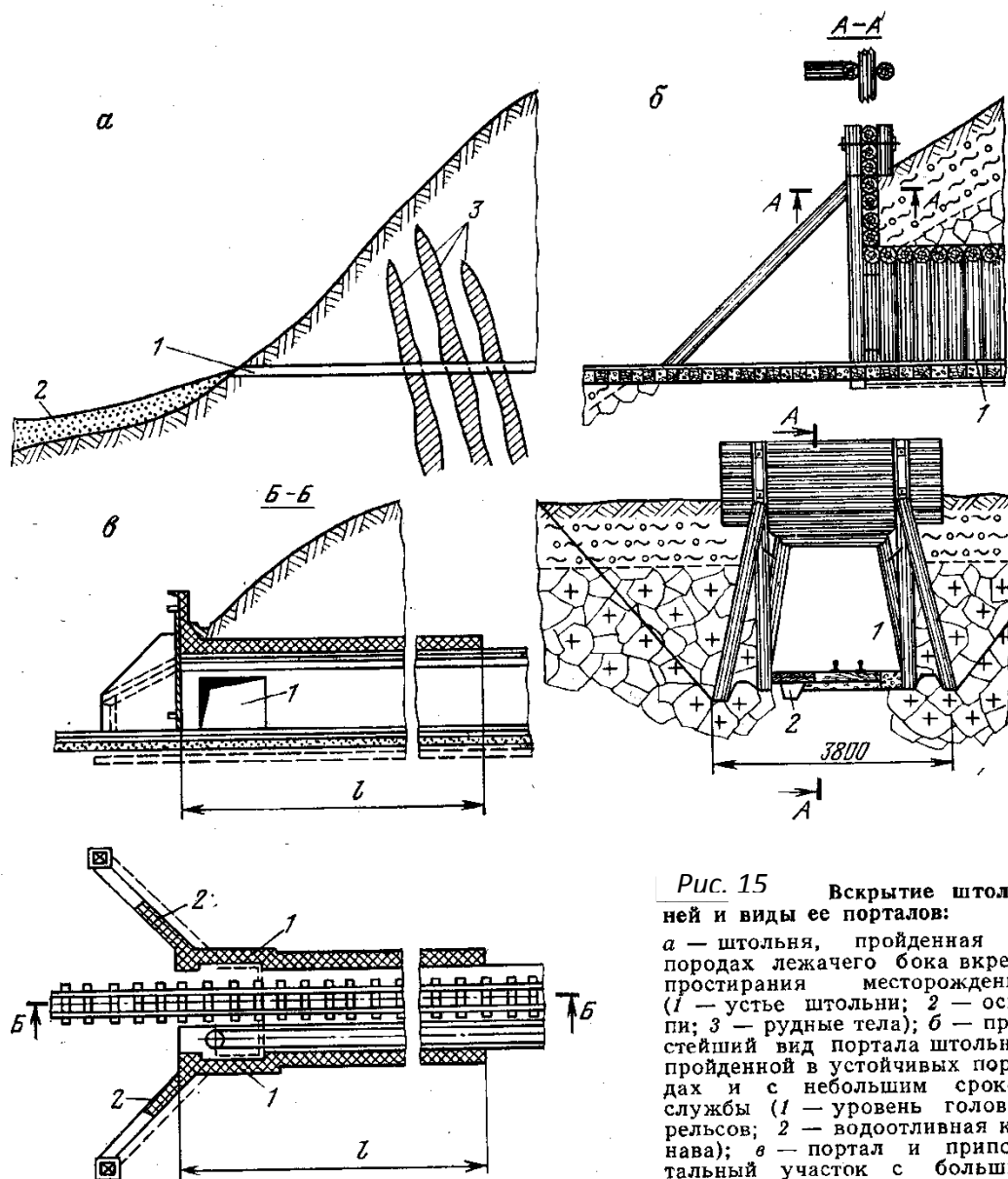


Рис. 15 Вскрытие штольней и виды ее порталов:

а — штольня, пройденная в породах лежащего бока вкрест простирания месторождения (1 — устье штольни; 2 — осыпи; 3 — рудные тела); *б* — простейший вид портала штольни, пройденной в устойчивых породах и с небольшим сроком службы (1 — уровень головки рельсов; 2 — водоотливная канава); *в* — портал и припортальный участок с большим

сроком службы штольни (1 — ниша для ворот; 2 — закрепленный участок портала и входа в штольню; *l* — длина припортального участка обычно 70—80 м, но не более 100 м)

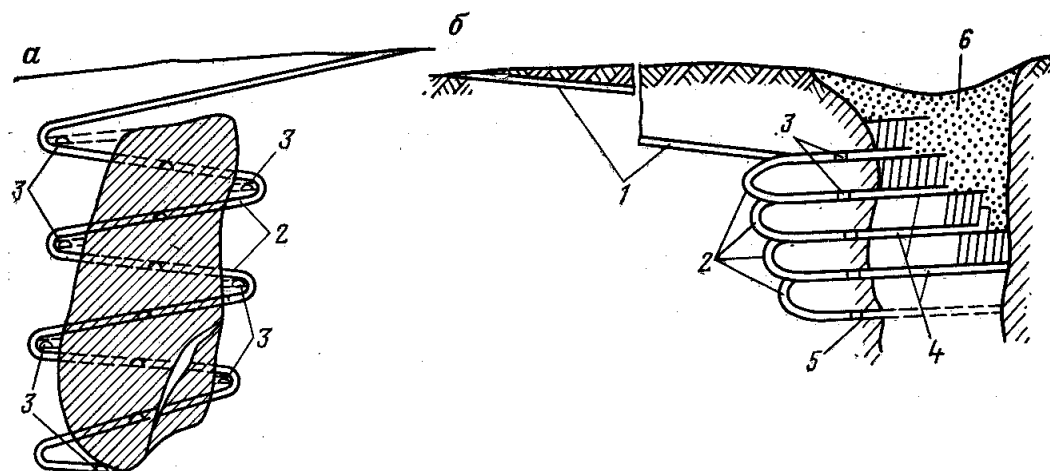


Рис. 16. Схема вскрытия месторождения спиральным съездом

1 – прямоугольный участок рудовыдающей выработки; 2 – спиральные выработки; 3 – этажные кверлаги; 4 – этажные штреки; 5 – этажный штрек в проходке; 6 – обрушенные породы

Технико-экономическое сравнение вариантов выбора способа и схемы вскрытия месторождения необходимо, когда для вскрытия месторождения может быть применено несколько схем.

Наиболее экономически эффективный вариант выбирается методом сравнения затрат, приходящихся на 1 т руды, по статьям, отличающимся для сравниваемых схем вскрытия [2]:

$$C = C_T + K_{\text{пр}} / A_t, \quad (2.1)$$

где C — суммарные сравниваемые затраты на 1 т руды, руб.; C_T — учитываемая часть себестоимости 1 т руды по сравниваемым вариантам, руб.; $K_{\text{пр}}$ — учитываемые капитальные вложения по сравниваемым вариантам, приведенные к одному периоду времени, млн. руб.; A — годовая производственная мощность рудника (шахты), млн. т; t — нормативный срок окупаемости капитальных вложений, величина, обратная нормативному коэффициенту экономической эффективности капитальных вложений $E = 0,15$, т. е. $t = 1/0,15 = 7$ лет.

Приведенные капитальные вложения,

$$K_{np} — K_i \quad \text{или} \quad K_{np} = K/I, \quad (2.2)$$

где K — действительные капитальные вложения, млн. руб.; i — коэффициент приведения капитальных вложений к последнему году строительства рудника (началу расчетного года). Затраты и результаты, осуществляемые и получаемые до начала расчетного года, умножаются на коэффициент приведения, а после начала расчетного года делятся на этот коэффициент. Приведение разновременных затрат и результатов производства используется только в расчетах годового экономического эффекта

$$i = (1 + 1/t)^{Tr}, \quad (2.3)$$

где Tr — срок разновременности капитальных вложений, равный сроку строительства рудника (лет), т. е. число лет, отделяющее затраты и результаты данного года от начала расчетного года.

По формуле (1) для каждого варианта вскрытия определяются суммарные сравниваемые затраты на 1 т руды. При выборе схемы вскрытия рудных месторождений вертикальными и наклонными стволами А. С. Воронюк [4] рекомендует учитывать часть затрат на себестоимость и приведенных капитальных вложений на: 1) проведение рудоподъемных стволов; 2) проведение откаточных квершлагов; 3) поддержание рудоподъемных стволов и откаточных квершлагов; 4) подъем руды по стволам и амортизацию оборудования; 5) транспортирование руды по квершлагам; 6) сооружение башенных копров; 7) капитальный ремонт башенных копров; 8) приобретение оборудования подъемных средств. По каждому из этих видов работ необходимо определить объемы, а затем затраты по рассматриваемым вариантам вскрытия.

Стоимость сооружения околоствольных дворов и подземных дробильно-перегрузочных комплексов для схем вскрытия наклонными конвейерными и вертикальными скиповыми стволами отличается незначительно.

При выполнении технико-экономического сравнения соблюдается следующая последовательность, после установления экономической целесообразности разработки месторождения применительно к рассматриваемому шахтному полю выбираются варианты наиболее целесообразных схем вскрытия; на планах и разрезах шахтного поля вычерчивают эскизы сравниваемых вариантов и для каждого из них составляют перечень, тип и характеристику основных вскрывающих выработок и видов работ значительно отличающихся и влияющих на себестоимость и капитальные вложения применительно к пунктам (1—8).

Устанавливаются объем работ и их стоимость по каждому варианту: сравнением затрат по вариантам вскрытия определяют экономически эффективный вариант, который обеспечивает

$$C = C_m + K_{np} / A_t = \min, \quad (2.4)$$

К капитальным вложениям на горно-капитальные и строительные работы прибавляются сопутствующие затраты и расходы в размере 20 % от их стоимости на удорожание работ в зимнее время, поддержание и ремонт выработок в период строительства рудника, стоимость временных зданий и сооружений, содержание дирекции строящегося рудника, непредвиденные и неучтенные расходы, которые в проектах обычно учитываются отдельно в сводной смете.

При экономическом сравнении используются способы: статистический, прямых расчетов, деления затрат и расходов на группы и метод вариантов.

От правильно выбранного способа вскрытия месторождения зависит качество подготовки месторождения к эксплуатации

2.3. Подготовка месторождения к эксплуатации

Факторы, влияющие на выбор способа подготовки.

Наибольшее влияние на способ подготовки оказывают *мощность, угол па-*

дения залежи и механические свойства пород и руд [7].

При маломощном крутопадающем рудном теле горизонт может быть подготовлен одним откаточным штреком (рис. 17), а при большей мощности по условиям транспорта и вентиляции необходимо проходить два, а то и три, б) откаточных штрека.

На подготовку месторождений, залегающих в сложных гидрогеологических условиях, большое влияние оказывают принятые схемы осушения шахтных полей.

Физико-механические свойства руды определяют выбор рудной или полевой подготовки. При крепких и устойчивых рудах, как правило, применяется рудная подготовка. Неустойчивая руда требует полевую или штрековую комбинированную (рудная и полевая) подготовку, при которой создаются лучшие условия для работы транспорта и вентиляции рудника.

При полевой подготовке крутопадающих месторождений выработки закладываются в породах лежачего и висячего боков (рис. IV.23), при пологопадающих - в почве рудных пластов.

Подготовка всегда должна учитывать *технология разработки, применяемое оборудование и его постоянное обновление*. Например, применение погрузочно-доставочных самоходных машин позволяет грузить руду с подошвы выпускных выработок или непосредственно из очистных камер и доставлять ее к рудоспускам, а когда руда погрузчиком или экскаватором погружается в самосвалы, то и непосредственно на поверхность. Все это требует взаимоувязки вскрытия, подготовки, нарезки, очистной выемки и осушения.

При геотехнических способах разработки (выщелачивание, выжигание и др.) на схему подготовки основное влияние оказывают глубина залегания полезного ископаемого, форма рудного тела и физико-механические свойства руды (трещиноватость, пористость, крепость, минеральный состав и растворимость минералов в кислотах), а также физико-механические свойства вмещающих горных пород.

Системы разработок определяют способ и схему подготовки всего шахтного поля, число и тип потребных выработок подготовки.

Выбор места заложения подготовительных выработок.

Откаточные выработки. Штреки следует располагать на таком расстоянии от рудного тела, чтобы была возможность сохранить их на весь период отработки этажа и иметь минимальные капитальные и эксплуатационные затраты. Поэтому перед выбором места заложения подготовительных выработок необходимо по месторождению точно знать горно-геологическую характеристику горных пород и руд, иметь некоторые основные сведения из базовых физико-технических характеристик пород и руд, их предполагаемое изменение на рассматриваемой глубине. Эти сведения проектные организации получают от научно-исследовательских институтов и геологоразведочных организаций [7].

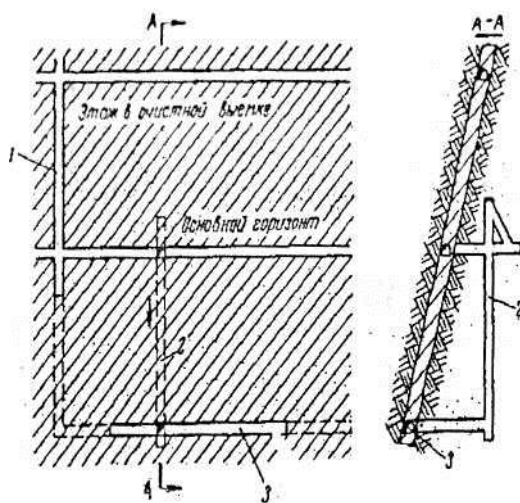


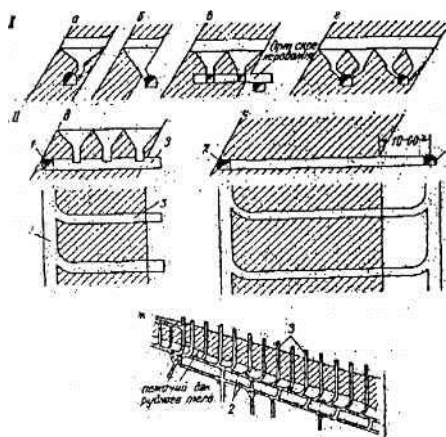
Рис. 17, Подготовка месторождения из слепого ствола в породах лежачего бока:
1 - грузоподъемный ствол; 2 - слепой ствол; 3- штрек на подготавливаемом горизонте

Подготовка этажными штреками пологих, наклонных и

крутопадающих месторождений. Этажные штреки проводят в рудном теле или в боковых породах, чаще лежачего бока. При таком расположении этажных штреков образуется тупиковая схема откатки. При весьма неустойчивой руде и при подготовке двумя этажными штреками их проводят во вмещающих породах. При большой производительности шахты для увеличения интенсивности откатки и упрощения схемы проветривания этажные штреки соединяют между собой и создают кольцевую схему откатки.

В мощных месторождениях при подготовке одним штреком его проводят: по контакту с лежачим боком; посередине или вблизи от середины месторождения; по контакту с висячим боком [2].

Проведение штрека по контакту с лежачим боком обычно вызывается необходимостью следовать за контуром рудного тела, обеспечивая удобство выпуска руды со стороны лежачего бока и уменьшение надштрекового целика (по сравнению с положением штрека посередине рудного тела). На месторождениях мощностью более 30 м, в целях улучшения выпуска отбитой руды, проводится рудный погрузочно-доставочный штрек. Так как штрек, пройденный по контакту с рудной залежью, может быть разрушен горным давлением в зоне деформации пород лежачего бока, то за этой зоной проходится второй откаточный штрек (рис.18).



ГПС. 18. Расположение выработок основного горизонта в мощных рудных телах:

I — штрековая подготовка; II- ортовая подготовка; 1 — двухпутевой штрек; 2 - однопутевой штрек; 3 - орты

Проведение штрека по контакту с висячим боком применяется редко при устойчивых породах висячего бока и слабых породах лежачего бока. Штрековая подготовка при этажно-камерных системах разработки и доставки полезного ископаемого с помощью виброустановок позволяет интенсивно отрабатывать этаж.

При подготовке маломощных и тонких месторождений в рудном теле обычно

проводят один этажный штрек. В тонких жилах штреки проводят таким образом,

чтобы жила находилась посередине его сечения (крутое падение), у кровли, у почвы или в породах почвы рудных залежей, и из них проводят рудоспуски

и ходки (пологое падение).

Выбор схемы расположения штреков производится с учетом: характера жилы (постоянство элементов залегания, наличие геологических нарушений); устойчивости боковых пород; срока службы штрека; условий доставки руды.

При большом сроке службы штрека его располагают в устойчивых породах лежачего или висячего бока. Погрузка руды в вагонетки производится в штреке через простые люки или вибролюки под действием гравитационных сил (самотеком) или с помощью скреперных установок (пологопадающие жилы).

Преимущества данного способа подготовки - более легкое проветривание и несколько меньший объем подготовительных работ на основном горизонте по сравнению с подготовкой весьма мощных месторождений этажными штреками и ортами.

Недостаток способа - малая устойчивость штреков по сравнению с подготовкой штреками и ортами.

Подготовка главными штреками горизонтальных месторождений в зависимости от их размеров ведется одним или несколькими главными штреками, проводимыми по руде или в породах почвы (рис.19).

Расположение главных штреков зависит: от устойчивости руды; гипсометрии почвы рудного тела и условий откатки; требований дополнительной разведки и необходимости оставления руды в целиках.

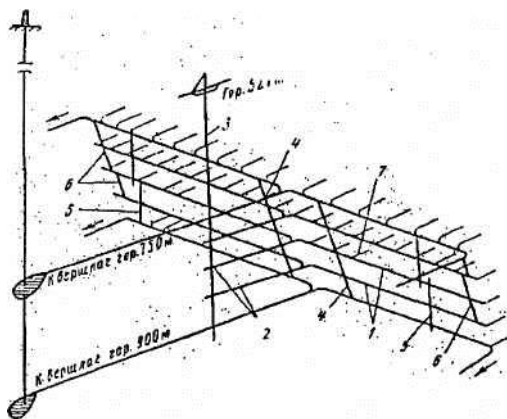


Рис. 19. Подготовка месторождений главными штреками: 1- главные штреки; 2- этажные квериллаги; 3- слепой ствол; 4- наклонные восстающие; 5- вертикальные восстающие; 6- междуэтажные наклонные восстающие; 7- орты

Преимуществами данного способа подготовки являются: несколько меньший объем подготовительных работ и более благоприятные условия проветривания по сравнению с подготовкой месторождения главными и панельными штреками.

Этажные штреки и орты. Подготовка этажными штреками и ортами пологих, наклонных и крутых месторождений применяется при разработке весьма мощных месторождений с одним или несколькими штреками, проводимыми в рудном теле или во вмещающих породах, или по руде и породе в одном из боков месторождения.

Ортовая подготовка горизонта с одним откаточным штреком, пройденным в лежащем боку месторождения, рассчитана на доставку полезного ископаемого из очистных забоев с помощью скреперных установок. Орты-заезды проходят через 50 - 70 м в зависимости от принятой

длины блоков.

Подготовка одним штреком с ортами неудобна из-за встречного движения и вызывает необходимость проведения при большой производственной мощности горизонта двухпутевых штреков. Проведение двух и более этажных штреков дает возможность осуществить кольцевую схему подготовки и откатки. По сравнению с подготовкой этажными штреками рассматриваемый способ подготовки характеризуется большим объемом подготовительных работ на основном горизонте. Преимуществами его являются: меньший срок поддержания ортов и большая их устойчивость по сравнению со штреками, отсутствие необходимости загрузки вагонеток в этажных штреках, более полная разведка и оконтуривание залежей; более интенсивный дренаж залежей; возможность отработки блоков независимо друг от друга.

При неустойчивой руде подготовка ведется штреками, проводимыми в породах лежачего и висячего боков месторождения и ортами.

Подготовка главными и панельными штреками горизонтальных месторождений принимается при разработке крупных горизонтально и весьма полого залегающих рудных тел. Штреки откаточного горизонта проводят по руде или по породе почвы. Возможно применение кольцевой схемы при нескольких главных штреках. Число главных штреков зависит от конфигурации и размеров месторождения и параметров панелей.

При комбинированном способе подготовки для передвижения самоходных горных машин с подэтажа на подэтаж проводят уклоны (сезды) под углом от 4 до 10°. Эти сезды (уклоны) связывают между собой подэтажи с рудоспусками.

Расположение восстающих. Восстающие в месторождениях большой мощности проводят наклонными или вертикальными. В маломощных месторождениях - согласно углу падения рудных тел с учетом следующих требований удобства и безопасности сообщения с очистными забоями, нормальных условий для проветривания забоев; удобства доставки руды на

откаточный горизонт и закладки в выработанное пространство, а также доставки материалов в очистные забои; минимальных расходов по проходке и ремонту; конструктивных особенностей принятой системы разработки; детальной разведки.

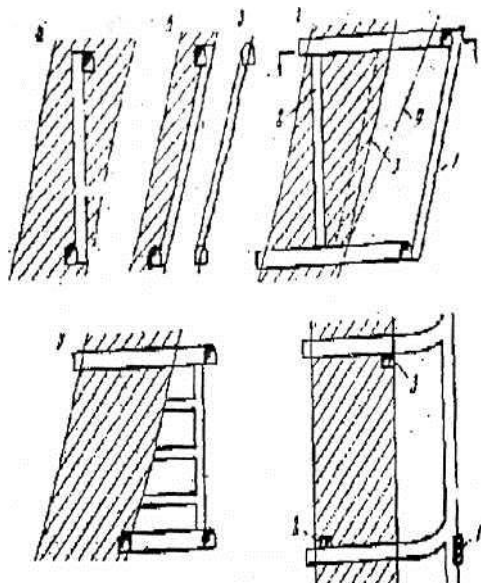


Рис. 20. Схема расположения восстающих выработок: а) вертикальный рудоспуск; б) наклонный рудоспуск; в) наклонный восстающий, пройденный висячем боку тонкой жилы; г) полевой наклонный (1), рудный вертикальный (2) и рудный наклонный (3) восстающие; 4 - граница зоны сдвига; д) полевой восстающий с по-этажными выработками

Затраты и натуральные показатели при технико-экономическом сравнении вариантов подготовки.

Метод вариантов применяется в случаях, когда можно применить несколько способов подготовки.

По каждому варианту определяется сумма затрат на 1 т добычи, зависящих от рассматриваемого способа.

В суммарные затраты входят стоимости проведения выработок, поддержания выработок, подземной откатки, вентиляции подземных работ, осушения месторождения, возврата затрат на проведение штреков или ортов в рудном теле от реализации добытой руды.

Удельное значение суммарных затрат на 1 т добычи:

$$q = \frac{(Q_{пр} + Q_{под} + Q_{отк} + Q_{в} + Q_{ос} - Q_{возвр})}{1} (1 - P),$$

$$T\eta \quad (2.5)$$

где Q_{np} — стоимость проведения выработок; $Q_{под}$ — стоимость поддержания выработок; $Q_{отк}$ — стоимость откатки руды; Q_B — стоимость вентиляции; $Q_{ос}$ — стоимость осушения месторождения; $Q_{возвр}$ — стоимость возврата от реализации добычи руды; T — запас этажа, т; η — коэффициент извлечения запасов руды; P — коэффициент разубоживания руды.

Способы подготовки с разницей удельного значения q в 10 — 15 % считаются экономически равноценными.

Выбранный по экономическим преимуществам способ подготовки должен быть проверен на обеспечение надлежащего опережения подготовки по отношению очистной выемки при заданной годовой производительности горизонта.

Необходимый срок подготовки горизонта зависит от интенсивности разработки этажа.

В качестве критерия сравнения объемов горно-подготовительных работ при различных системах разработки используют объем или длину горно-подготовительных выработок, отнесенных к тысяче тонн подготовленных запасов:

$$d = \Gamma_o / A_n, \quad (2.6)$$

$$d_1 = \Gamma_n / A_n \quad (2.7)$$

где d , d_1 — объем или длина горно-подготовительных выработок на одну тыс. т подготовленных запасов, м³/1000 т или м/1000 т; Γ_o , Γ_n — объем или протяженность горно-подготовительных выработок, м³ или м; A_a — запасы руды, подготовленные к выемке, тыс. т.

Нормы обеспеченности подготовленными к выемке запасами руды

Балансовые запасы полезного ископаемого, подсчитанные и утвержденные Государственной комиссией по запасам (ГКЗ), во время отработки на действующей шахте классифицируются на вскрытые, подготовленные и готовые к выемке [11].

Вскрытые — запасы месторождения или его части, находящиеся выше горизонта подсечки капитальными вскрывающими выработками, из которых намечается проведение подготовительных выработок. *Подготовленные* — запасы в блоках или на участках, в которых пройдены все подготовительные выработки, предусмотренные проектом системы разработки и дающие возможность начать проведение нарезных выработок. *Готовые к выемке* — запасы руды в блоке или части блока, в которых пройдены нарезные выработки, необходимые для ведения очистных работ и обуренные при системах с отбойкой взрывными скважинами.

Во многих случаях вскрытыми запасами оказываются запасы всего шахтного поля (месторождения). В других случаях количество вскрытых запасов определяется проектом. Обеспеченность подготовленными запасами рекомендуется принимать не менее чем на два-три и более года работы рудника проектной производительностью.

Нормы подготовленных к выемке запасов составляют для железных рудников от 5—6 до 54 мес, для рудников цветной металлургии — от 6 до 36 мес, по готовым к выемке запасам руды от 4 до 12 мес. Сроки обеспеченности рудника подготовленными и готовыми к выемке запасами устанавливаются с учетом горно-геологической и горнотехнической характеристик, условий подготовки и применяемых систем разработок.

По методике ВНИМИ нормативы запасов рекомендуется определять по планируемым средним показателям системы разработки и вычислять в единицах времени: норматив готовых к выемке запасов, мес, [7].

$$B_1 = a K_p Q_{\text{бл}} / P_o, \quad (2.8)$$

норматив подготовленных запасов для систем с отработкой блока в одну очередь, мес,

$$B_2 = Q_{\text{бл}} (0,5 K_p / P_o + V_n / P_n), \quad (2.9)$$

норматив подготовленных запасов для систем с отработкой блока в две и более очереди

$$B_3 = Q_{\text{бл}} [(0,5 - a) K_p / P_o + 2a V_n / P_n, \quad (2.10)$$

где a — коэффициент, характеризующий среднее количество готовых к выемке запасов в блоке относительно его начальных запасов; K_p — коэффициент резерва; $Q_{\text{бл}}$ — запас блока, т; P_o — производительность блока в стадии очистных работ, т/мес; V_n — объем нарезных работ в блоке на единицу запаса, м³/т; P_n — объем нарезных работ в блоке, м³/мес.

Значение коэффициента a зависит от последовательности подготовки и отработки запасов блока и определяется по формуле

$$a = 1 / 2^{n_o} \quad (2.11)$$

где n_o — число очередей выемки в блоке, под которыми ВНИМИ имеет в виду варианты последовательности отработки блоков.

Камерно-столбовая система является примером отработки в одну очередь, принудительного этажного обрушения на компенсационные камеры — в две очереди, системы слоевого и подэтажного обрушения — в три, четыре очереди.

Значение коэффициента K_p в зависимости от условий рекомендуется принимать в пределах 1,25—1,4. Нормативы запасов в тоннах по системе разработки определяются по формулам:

готовых к выемке -

$$Q_{з.в.} = B_1 A_c, \quad (2.12)$$

подготовленных –

$$Q_n = B_2 A_c, \quad (2.13)$$

где A_c — проектируемая добыча по системе разработки, т/мес.

Число тонн подготавливаемых в год запасов, необходимое для обеспечения плановой добычи без учета потерь и разубоживания при добыче, определяется по формулам

готовым к выемке –

$$B_{з.в.} = A_c - Q_{з.в.} + B'_1 A'_c, \quad (2.14)$$

Подготовленных –

$$B_n = A_c - Q_n + B'_2 A'_c, \quad (2.15)$$

где A_c, A'_c — проектируемая добыча расчетного и следующего годов; $Q_{з.в.}$ — остаток запасов на начало года; B'_1, B'_2 — нормативы запасов (в годах) на следующий год.

Качество подготовки месторождений к эксплуатации определяет эффективность его дальнейшего освоения, управляемость нарезных и добычных работ, технологичность и безопасность производственных процессов.

2.4. Проведение и крепление выработок

Способы проведения горных выработок.

Способ проведения горной выработки зависит от свойств пересекаемых пород, размеров поперечного сечения выработки и положения ее в пространстве.

В зависимости от свойств пересекаемых выработками пород различают

способы проведения выработок в обычных (обычный способ проведения выработок) и сложных (специальный способ проведения выработок) горно-геологических условиях [9].

К специальному способу проведения выработок относят проведение выработок в рыхлых водонасыщенных породах и в устойчивых трещиноватых весьма водообильных породах.

К обычному способу проведения выработок относят проведение выработок в:

1) крепких однородных породах (квершлагги, полевые штреки, камеры, штреки по руде), когда выемку породы производят в основном при помощи буровзрывных работ;

2) мягких однородных породах, когда выемка породы может быть произведена без применения буровзрывных работ;

3) неоднородных породах, когда необходимо производить отдельную выемку полезного ископаемого и пустых пород.

В зависимости от размеров поперечного сечения выработки различают два способа их проведения:

-сплошным забоем, когда работы по выемке породы выполняют сразу по всей площади забоя, и

-уступным (сложным) забоем, когда забой разделяют на несколько уступов и работы по выемке породы выполняют в каждом уступе самостоятельно.

Уступы могут быть горизонтальными, когда ширина выработки меньше высоты, и вертикальными, когда ширина больше высоты.

В зависимости от материала постоянной крепи применяют две схемы проведения горных выработок.

-с возведением постоянной крепи непосредственно в забое выработки;

-с возведением постоянной крепи на некотором расстоянии от забоя выработки и использованием временной призабойной крепи (применяется

при каменной, железобетонной и смешанной крепях).

Правильно выбранная схема проведения горной выработки позволяет увеличить скорость проведения выработки и снизить ее стоимость.

Проведение горных выработок в большинстве случаев осуществляется участками небольшой длины. Подвигание *забоя* выработки на одну заходку складывается из выполнения основных и вспомогательных проходческих операций.

К основным операциям относятся операции, в результате выполнения которых образуется готовая выработка. К вспомогательным относятся операции, обеспечивающие нормальное выполнение основных проходческих операций.

Характер и число основных проходческих операций зависит, в основном от физико-механических свойств пересекаемых пород, обуславливающих способ выемки пород. При проведении выработки по крепким породам к основным проходческим операциям относят: бурение и взрывание шпуров, проветривание забоя после взрыва, погрузку взорванной породы, возведение крепи. К вспомогательным операциям относят: транспортирование породы, доставку и разгрузку крепежных материалов, устройство водоотводной канавки, удлинение труб вентиляции сжатого воздуха, наращивание кабелей, настилку рельсового пути, переноску маневровых транспортных приспособлений и др.

Основные и вспомогательные проходческие операции непрерывно повторяются через определенные промежутки времени, что обуславливает циклический характер работ по проведению выработки.

Совокупность основных и вспомогательных проходческих операций, повторяющаяся в определенной последовательности в течение определенного промежутка времени, называется проходческим циклом, а время выполнения одного полного цикла работ называется продолжительностью цикла.

Величина продвигания забоя выработки за один проходческий цикл

зависит от степени механизации проходческих работ, от количества рабочих, участвующих в выполнении проходческих работ, от крепости и водоносности пересекаемых пород, от продолжительности проходческого цикла и организации проходческих работ. Продолжительность проходческого цикла целесообразно принимать кратной продолжительности рабочей смены. Циклическая организация работы позволяет увеличить производительность труда рабочих, улучшить использование механизмов и машин, повысить безопасность работ, увеличить скорость и снизить стоимость проведения выработки.

Формы поперечного сечения [7]. Форма поперечного сечения горизонтальных и наклонных горных выработок зависит от крепости окружающих пород, материала и конструкции крепи, срока службы и поперечных размеров выработки.

Материал для постоянной крепи выбирают в зависимости от срока службы и формы выработки и крепости пересекаемых пород; конструкцию и форму крепи выбирают в зависимости от направления горного давления и размеров поперечного сечения выработки.

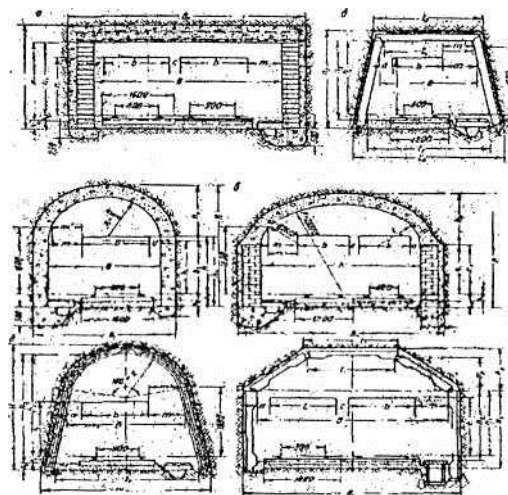


Рис. 21. Формы и размеры поперечных сечений выработок

В соответствии с конкретными горно-геологическими и производственными условиями применяются следующие формы поперечного сечения выработок (ис. 21) [9]:

- прямоугольная — при рамной или комбинированной конструкции крепи и отсутствии давления с боков и почвы выработки;
- трапецевидная — при рамной конструкции крепи с незначительным боковым давлением;
- полигональная — при креплении выработок сборным железобетоном и отсутствии бокового давления;
- арочная — при креплении выработок металлом и значительных нагрузках сверху и с боков выработки;
- сводчатая — при креплении выработок сплошной каменной крепью и отсутствии бокового давления;
- подковообразная — при креплении выработок сплошной каменной крепью и наличии бокового давления;
- замкнутая — круглая или сводчатая и подковообразная с обратным сводом — при наличии значительного давления со всех сторон. (Рис. ____).

Размеры поперечного сечения выработки в свету (внутри крепи) зависят от габаритных размеров транспортного оборудования, числа рельсовых путей, количества проходимого по выработке воздуха, величины безопасных зазоров и формы поперечного сечения выработки

При определении поперечного сечения выработки в свету необходимо знать габаритные размеры вагонеток и электровозов, а также нужно учитывать необходимые безопасные зазоры между вагонетками или электровозами при двухпутевых выработках и между вагонетками или электровозами и стенкой выработки.

Размеры поперечного сечения выработки вчерне определяются размерами выработки в свету, толщиной крепи и толщиной балластного слоя пути. Толщину крепи определяют в соответствии с конкретными горногеологическими и производственными условиями.

Если котлованы для фундаментов крепи и водоотводной канавки проходят вместе с забоем выработки, то к площади поперечного сечения

выработки вчерне прибавляют площадь котлованов.

Площадь поперечного сечения выработки в проходке отличается от площади вчерне на величину вынужденного перебора породы и зависит от коэффициента крепости пород и способа выемки породы.

Ориентировочно площадь поперечного сечения выработки в проходке при применении буровзрывных работ можно принимать на 3—6% больше площади вчерне, т. е.

$$S_{пр} = (1,03 - 0,06) S_{вч}, \quad (2.16)$$

Проведение горных выработок в однородных крепких породах.

Буровзрывные работы.

Проведение горных выработок в породах крепких и средней крепости пока еще производят в основном с помощью буровзрывных работ. Буровзрывные работы в общем времени проходческого цикла занимают от 30 до 60%.

Основная задача буровзрывных работ заключается в следующем:

- обеспечить отбойку породы точно в соответствии с проектными размерами выработки, так как выемка заниженного или завышенного объема породы приводит к дополнительным затратам труда, времени, материалов, энергии и средств;

- равномерно раздробить породу «а транспортабельные куски и расположить ее кучно у забоя выработки, что обеспечивает высокопроизводительную погрузку породы машиной;

- получить ровную поверхность забоя после взрыва, что обеспечивает удобное и быстрое выполнение работ по бурению шпуров; получить высокий коэффициент использования шпуров, повышающий скорость проведения выработки и сокращающий затраты труда, времени, взрывчатых

материалов, энергии и средств.

Паспорт буровзрывных работ должен быть таким, чтобы стенки выработки не нарушались, сохраняя ее устойчивость, а проходческое оборудование и крепь не были бы повреждены.

При расчете комплекса буровзрывных работ обязательна увязка времени проходческого цикла с длиной заходки и шпуров, при этом необходимо учитывать горно-геологические условия, производственно-технические и организационные факторы.

Предварительно устанавливаются: технология работ, последовательность выполнения процессов и операций проходческого цикла; число и тип буровых механизмов, породопогрузочных машин или комплексов и определяется число рабочих по процессам в соответствии с фронтом работ (на 1 буровой механизм от 1,5 до 2,5 м² площади забоя и на 1 погрузочную машину от 3 до 8 человек).

Проветривание горных выработок. В результате взрыва зарядов ВВ в забое образуются газообразные продукты, содержащие окись углерода, окислы азота и другие ядовитые газы. Кроме того, в забое глухой выработки может скапливаться метан, углекислый газ и другие вредные газы [10].

Вредные газы необходимо растворить до безопасной концентрации или полностью удалить их из выработки, что и входит в задачу проветривания.

В соответствии с конкретными горно-геологическими и производственными условиями проветривать глухую выработку можно общешахтной струей воздуха или вентиляторами частичного проветривания. Существует три схемы проветривания выработок общешахтной струей воздуха (рис. 2) [9]:

1. Проветривание глухой выработки за счет диффузии можно использовать при проведении выработок длиной не более 10 м на негазовых шахтах (рис. 22 а). Такая схема не обеспечивает быстрого проветривания выработок.

2. Проветривание глухой выработки путем устройства продольной перемычки (рис. 22 б) при этом свежий воздух движется по одной стороне выработки а продукты взрыва и вредные газы уходят по другой стороне выработки. Такую схему можно использовать при проведении выработок длиной до 50—60 м, так как перемычки большей длины не обеспечивают надежной воздухопроницаемости и забой выработки будет плохо проветриваться. При этом увеличивается стоимость проведения выработки за счет устройства перемычки 2, устройства дверей и надзора за ними (ПБ при взрывных работах, § 215).

3. Проветривание глухой выработки при помощи вентиляционных труб и поперечной перемычки (рис. 22 в). В этом случае свежий воздух попадает в забой выработки по вентиляционной трубе 3, омывает забой и уходит на общую струю. Такую схему можно использовать для проветривания глухих выработок длиной до 60 м, а также при проведении парных выработок.

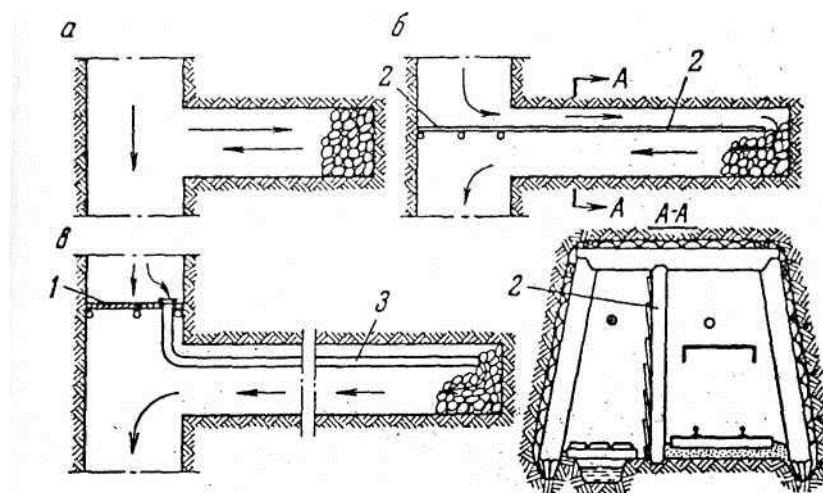


Рис. 22. Проветривание выработок при помощи общешахтной струи воздуха: а) за счет диффузии; б) с использованием продольной перемычки

Проветривание глухой выработки при помощи вентиляторов частичного проветривания осуществляют по трем схемам проветривания:

1) Нагнетательной (рис. 23, а). Вентилятор устанавливают на свежей струе воздуха 2 не ближе 10 м до проветриваемой выработки 3 и по вентиляционным трубам 4, не доходящим до забоя на 5—8 м, нагнетают в

забой свежий воздух. Такая схема обеспечивает быстрое проветривание забоя выработки, позволяет использовать любые вентиляционные трубы и может быть использована на любой шахте независимо от ее категории по газу. Недостатком этой схемы является то, что проводимая выработка на время проветривания загрязняется продуктами взрыва;

2) Всасывающей (рис. 23, б). Вентилятор устанавливают на отработанной струе воздуха за проветриваемой выработкой 3 и по вентиляционным трубам 4 отсасывают из забоя ядовитые и вредные газы, а свежий воздух поступает в забой по выработке. ¹ентиляционные трубы в этом случае должны отставать от забоя не более чем на 3—5 м. При этой схеме выработка не загрязняется пылью и продуктами взрыва.

Однако эта схема имеет следующие недостатки: свежий воздух, двигаясь по проветриваемой выработке, приносит с собой метан и другие газы, если они выделяются из стенок выработки, и повышает их содержание в забое, что во всех случаях нежелательно; смесь метана и воздуха проходит через вентилятор, а это может привести к взрыву при неисправности вентилятора; забой выработки проветривается менее эффективно, чем при нагнетательной схеме; нельзя применять прорезиненные и другие гибкие вентиляционные трубы. Такая схема применяется сравнительно редко, в основном на шахтах негазовых и неопасных по пыли;

3) Комбинированной (рис. 23, в). Одновременно работают два вентилятора: нагнетающий 1 и всасывающий 5. Такая схема обеспечивает проведение выработок большой длины, но более сложна и полностью не исключает недостатков первых двух схем. Всасывающий вентилятор должен иметь производительность на 10—15 % больше нагнетающего, если используется перемычка 6, и на 25—30 %, если перемычки нет.

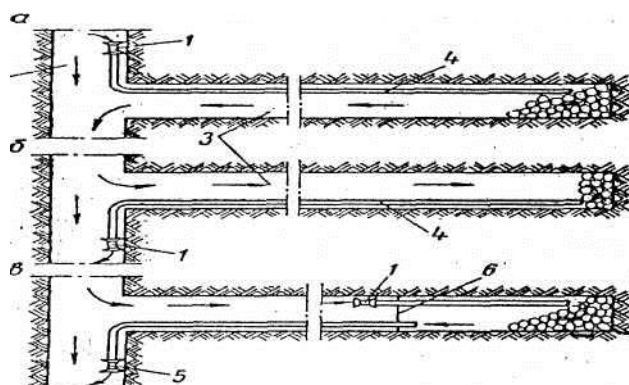


Рис. 23. Схемы проветривания глухих выработок: а) нагнетательная; б) всасывающая; в) комбинированная

Погрузка породы при проведении выработок с применением буровзрывных работ является весьма трудоемким процессом и занимает до 45—55 % длительности цикла. В настоящее время погрузка породы механизирована [9].

Все погрузочные машины, применяемые при проведении горизонтальных выработок, могут быть разделены на две группы: скреперы и собственно погрузочные машины без забирающего рабочего органа (перегрузатели) и с забирающим рабочим органом (механические лопаты, конвейерно-ковшовые, с непрерывно действующим забирающим погрузочным органом).

Скреперы в настоящее время применяются только в прямолинейных выработках в основном в рудной промышленности и как погрузочно-доставочный механизм (ПДМ) при проведении штреков по углю широким забоем. Для погрузки породы при проведении квершлагов и полевых штреков наибольшее распространение получили механические лопаты (в однопутевых выработках) и конвейерно-ковшовые погрузочные машины (в двухпутевых выработках). Погрузочные машины с непрерывно действующим забирающим органом применяются в основном для погрузки угля.

Перегрузатели для погрузки породы в квершлагах и полевых штреках применяются крайне редко.

В настоящее время ПДМ по типу двигателей делятся на пневматические и электрические. Электрические ПДМ в силу большей экономичности, маневренности постепенно вытесняют пневматические машины.

Крепление горных выработок.

Проведение горных выработок нарушает устойчивое напряженное состояние горных пород. Вокруг контура горной выработки образуются зоны повышенных и пониженных напряжений. Отношение напряжения в какой-либо точке на контуре выработки, образовавшегося после проведения горной выработки, к напряжению в той же точке до ее проведения называется коэффициентом концентрации напряжений. Максимальные концентрации напряжений имеют место в углах горных выработок [10].

В выработках с закругленными контурами концентрации напряжений меньше. В кровле и почве выработок напряжения растягивающие, в боках — сжимающие, превышающие первоначальное сжимающее напряжение. По мере удаления от контура выработки в глубь массива концентрация напряжений уменьшается, и на расстоянии 3—5 величины наибольшего размера сечения выработки напряжения имеют первоначальное значение. С концентрацией напряжений связано так называемое горное давление, проявляющееся в виде деформаций, обрушений на контуре выработки. Для предотвращения обрушения окружающих выработку горных пород проводится крепление горной выработки — возводится горная крепь. Крепь горной выработки должна обеспечивать безопасность работы в ней до окончания разведочных работ. Кроме этого основного требования крепь должна быть огнебезопасной и легковозводимой; желательно также, чтобы она легко и безопасно демонтировалась и использовалась повторно.

Материал крепи и способ крепления определяются формой и размерами поперечного сечения горной выработки, сроком службы крепи, положением горной выработки в пространстве и по отношению к дневной поверхности, физико-механическими свойствами горных пород, величиной и

направлением горного давления.

По крепежным материалам крепь бывает деревянная, бетонная, железобетонная, металлическая; по конструкции — рамная, сплошная, штанговая. При больших сроках службы применяется крепь железобетонная, бетонная, металлическая, причем при бетонной и железобетонной крепи сечениям выработок придается криволинейное очертание (круглое, сводчатое). При относительно непродолжительных сроках службы используют деревянную крепь; форма поперечного сечения при этом трапецевидная. По способу восприятия горного давления крепь подразделяется на жесткую и податливую. Жесткая крепь не изменяет своей формы и размеров при развитии горного давления, возводится в относительно устойчивых горных породах, когда горное давление сравнительно невелико. Податливую крепь применяют в малоустойчивых породах; при возрастании горного давления податливая крепь способна изменять свою форму и размеры, не теряя устойчивости. Податливость достигается специальным устройством опор, шарнирным соединением элементов крепи, введением в крепь эластичных прокладок и другими способами. По сроку службы крепь бывает временная и постоянная. Временная крепь устанавливается в тех случаях, когда предполагается закрепить выработку постоянной бетонной или железобетонной крепью.

Деревянная крепь (рис.24) может применяться в любых горно-геологических условиях. Недостатками дерева как крепежного материала являются: а) недолговечность крепи в подземных условиях, что приводит к значительному удорожанию поддержания подземных сооружений; б) высокая объемность крепи, что вызывает необходимость проходить выработки большими размерами поперечного сечения; в) способность к загниванию; г) способность к возгоранию (огнеопасность).

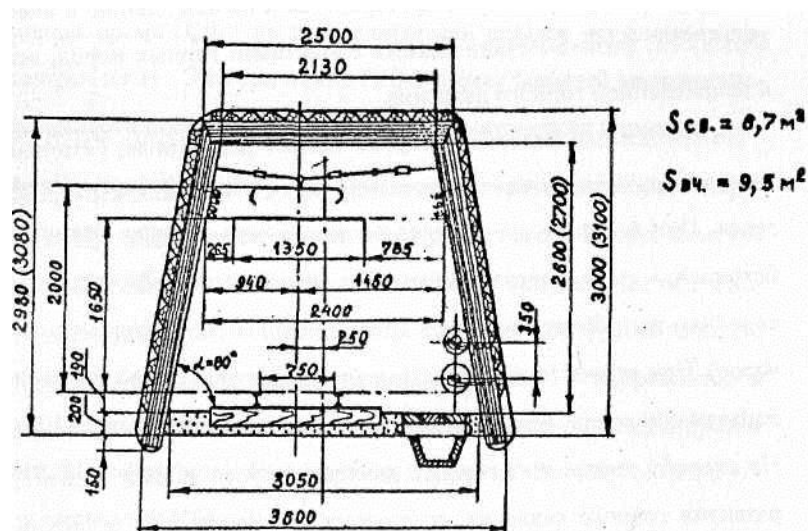


Рис. 24. Крепление выработки деревом

Основная конструкция деревянной крепи горизонтальных и наклонных горных выработок — крепежная рама. Неполная крепежная рама состоит из двух стоек и верхняка, полная — из двух стоек, верхняка и лежня. Форма деревянной крепежной рамы в горизонтальных выработках чаще всего трапециевидная, в наклонных выработках — трапециевидная и прямоугольная. В трапециевидной раме стойки устанавливаются под углом 80—85°. Крепежные рамы устанавливаются в плоскостях, перпендикулярных к оси выработки. Расстояние между рамами зависит от устойчивости горных пород. При неустойчивых горных породах рамы устанавливаются вплотную друг к другу, при устойчивых — на расстоянии 0,5—1,5 м. В первом случае крепь сплошная рамная, во втором — вразбежку. При слабой почве и особенно пучащейся устанавливается полная крепежная рама, состоящая из двух стоек, верхняка и лежня.

Металлическая крепь (рис.25) в горизонтальных и наклонных выработках применяется в виде крепежных рам трапециевидных, арочных, а также в виде колец. Трапециевидная рамная крепь изготавливается из двутавровых балок, рельсов или из спецпрофиля. Элементы рамы соединяются встык или в лапу, замок усиливается накладками, уголками, скрепляемыми болтами с гайками, применяются также муфты или штампованные башмаки.

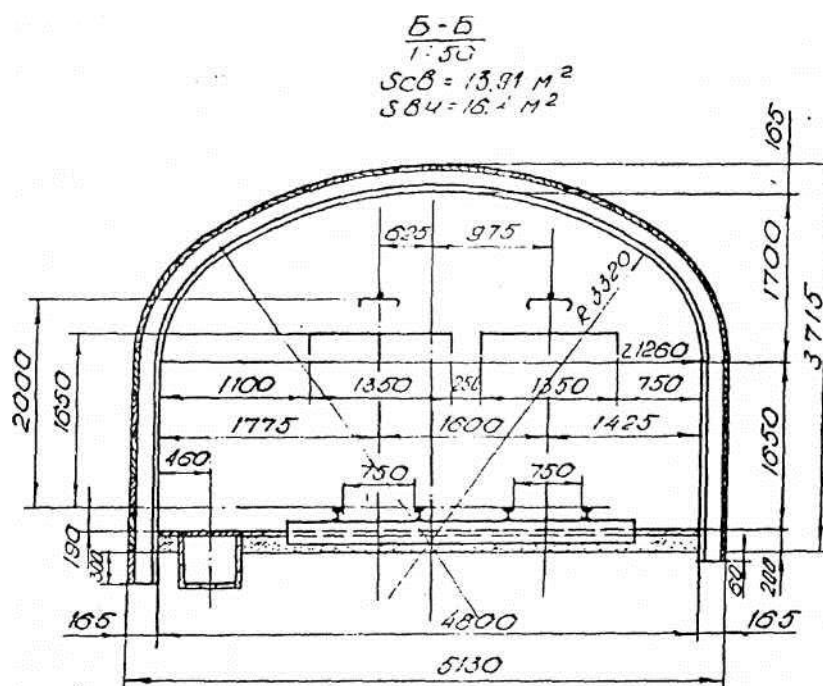


Рис.25. Крепление выработок металлической арочной крепью

Трапецевидные металлические рамы, состоящие из двух стоек и верхняка, являются жесткими. Значительный интерес представляют металлические инвентарные крепи (МИК) конструкции ИГД им. А. А. Скочинского. Крепь эта сборно-разборная, может многократно использоваться, изготавливается из спецпрофиля и характеризуется податливостью.

Металлические трапецевидные рамы, так же как и деревянные, после установки расклинивают. Кроме того, между рамами устанавливают распорки, увеличивающие сопротивление стоек продольному изгибу. Расстояние между рамами в выработке 0,5—1,5 м. Кровля и бока затягиваются. Нижние концы стоек снабжаются плоскими опорами, башмаками, иногда под них подкладывают деревянные подкладки.

Арочная металлическая крепь может быть жесткой (АЖ) или чаще всего податливой (ПАК; МПК-А). Арки жесткой крепи изготавливаются из двутавровых балок или рельсов, арка состоит из двух изогнутых в верхней части элементов, скрепляемых между собой болтами с накладками. Значительно шире применяется арочная податливая крепь. Арки изготавливаются из спецпрофиля и могут быть трех-, четырех- и пятизвенными.

Звенья арок соединяются между собой податливыми узлами.

Металлическая кольцевая крепь также может быть жесткой и податливой. Кольца жесткой крепи состоят из нескольких двутавровых сегментов, соединяющихся между собой накладками и болтами. В податливой кольцевой крепи (КПК) звенья колец изготавливаются из шахтного спецпрофиля. Соединяются между собой с помощью болтовых хомутов, обеспечивающих податливость.

За последние годы разработано большое количество приспособлений и механизмов, облегчающих процесс возведения рамной крепи.

Бетонная крепь является сплошной монолитной крепью и применяется для крепления выработок с большим сроком службы. Бетонная крепь может возводиться с применением опалубки или без нее, так называемая набрызгбетонная крепь. Бетонная крепь обычно бывает сводчатая (может быть с обратным сводом и круглая). Толщина крепи составляет 25—35 см. Работы при креплении бетоном начинаются с устройства котлована под фундамент и укладки фундамента. Глубина фундамента равна толщине стенок или в 2 раза превышает ее, ширина в зависимости от крепости пород равна толщине стенок или в 2—3 раза превышает ее. При слабых породах фундамент должен быть более широкий. Для крепления стенок и свода возводится опалубка. Фундамент, так же как и всю крепь, делают из жесткого бетона, приготовленного на месте работ или на поверхности. Для приготовления бетона и его доставки применяются бетононасосы, пневмонагнетатели, бетономашин, бетонирующие комплексы.

Торкретбетон состоит из цемента (с расходом до 750 кг на 1 м³ смеси), песчано-гравийного заполнителя с размерами зерен до 5 мм и воды. Торкретбетон наносят на укрепляемую поверхность слоями толщиной 2—3 см с помощью цемент-пушки под давлением сжатого воздуха 0,2—0,3 МПа. Прочность, плотность, водонепроницаемость, сцепление с породой у торкретбетона выше, чем у обычного.

Набрызгбетон в отличие от торкретбетона содержит несколько более крупный заполнитель (до 25 мм) и ускоряющие твердение добавки, а расход цемента в нем составляет 400—500 кг на 1 м³ смеси. По сравнению с обычной монолитной бетонной крепью набрызгбетонная крепь имеет ряд существенных преимуществ и широко применяется на добычных и разведочных работах. Она особенно эффективна в комбинации с анкерной крепью, а также с анкерной крепью и металлической сеткой. Комбинация позволяет расширить область применения как анкерной, так и набрызгбетонной крепи.

(рис. 26). Процесс возведения монолитной железобетонной крепи аналогичен возведению бетонной крепи. При гибкой арматуре применяется пластичный бетон. Значительно больший интерес для разведчиков представляет сборная железобетонная крепь, и в частности рамная. Детали рамной железобетонной крепи изготавливаются заводским способом. Изготавливаются и применяются жесткие и податливые железобетонные трапецевидные и арочные сборные железобетонные крепи.

Железобетонная крепь может быть монолитной, сплошной и сборной. В монолитной сплошной крепи арматура может быть гибкой и жесткой. Гибкую арматуру изготавливают из круглого арматурного железа, жесткую — из двутаврового проката, рельсов, специального шахтного профиля и т. п. В горнодобывающей практике чаще всего применяется железобетонная монолитная крепь с жесткой арматурой. Объясняется это тем, что в процессе проходки выработки закрепляются временной крепью из металлических рам (трапецевидных, арочных, кольцевых), а впоследствии при установке постоянной крепи эти рамы используются как арматура.

обеспечивает это условие, и эффективность ее возрастает при возведении следом за подвиганием выработки.

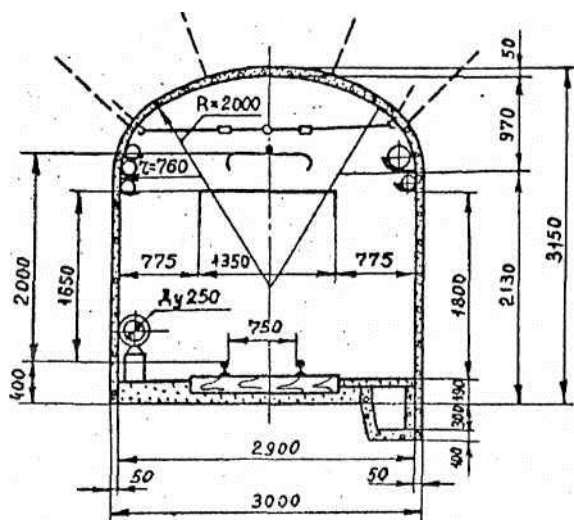


Рис. 27. Крепление выработок анкерной крепью

Анкерами закрепляются горные выработки, пройденные в крупноблочных, слаботрещиноватых породах. Анкерами сцепляются между собой отдельные блоки, устраняется возможность их вывалов.

Нередко анкеры используются для подвески в горных выработках коммуникаций — трубопроводов, кабелей, воздухопроводов. Как правило, для этой цели используются деревянные анкеры. Затягивание гайки проводится механическим способом или вручную с помощью специального ключа. Степень натяжения гайки периодически проверяется, и в случае ее ослабления она подтягивается.

Нередко над опорными плитами устанавливаются подхваты, на которых располагается затяжка, или же контур выработки затягивается металлической сеткой.

Проходка восстающих выработок. Восстающие выработки проходятся несколькими способами: при помощи скважинных зарядов, при помощи

механизированных проходческих комплексов, методом бурения.

Проходка восстающих скважинными зарядами ведется последовательной отбойкой отдельных участков (секций) или взрыванием скважин на всю высоту восстающего.

Этот метод применяется для проходки отрезных, вентиляционных восстающих и рудоспусков в хрупких и устойчивых породах, не требующих крепления выработок.

Из-за искривления скважин высота восстающего обычно не превышает 50 м при секционной отбойке и 20—30 м при бессекционной.

При бессекционной проходке скважины, пробуренные на всю высоту восстающего, взрываются с различными замедлениями в один прием. Могут быть варианты отбойки сквозными и тупиковыми скважинами.

На результаты взрыва и проходки восстающего в целом существенно влияет расположение скважин. В связи с относительно большой высотой и возможным отклонением скважин от заданного направления чаще применяют прямой цилиндрический вруб. Боковой обнаженной поверхностью при этом, как и первичным компенсационным пространством, служит одна или несколько незаряжаемых скважин того же или большего диаметра.

При проходке восстающих бессекционным взрыванием принимаются особые меры безопасности. Проветривание обычно осуществляется за счет общешахтной депрессии, но допуск в район взрыва разрешается только после отбора проб воздуха на загазованность горноспасателями или работниками службы вентиляции. Взрывы скважинных зарядов приурочивают к нерабочим сменам или междусменному перерыву.

При бессекционном взрывании могут возникать осложнения, которые потребуют специальных мер обеспечения проходки восстающего на проектную глубину:

- запрессовка горной массы в проектном сечении восстающего;
- образование пережимов;

образование корок в устьях тупиковых скважин;
прострел скважин;
образование восстающего не на всю проектную высоту.

Ликвидация запрессовки горной массы в сечении восстающего при наличии подхода с верхнего горизонта производится с помощью воды, обильно подаваемой в район запрессовки. Оконтуривающие скважины при запрессовывании обычно простреливают. Для этого их пробивают тяжелым грузом, подвешенным на тросе, или повторно разбуривают.

Ликвидация запрессовки и вывод на проектную высоту тупиковых восстающих практически возможны только с помощью вспомогательных скважин, пробуренных с наклоном в сторону запрессованной части восстающего. Участок скважины, пересекающий контур восстающего, заряжают наиболее мощным ВВ.

Проходческие комплексы КПВ (для проходки вертикальных восстающих), КПН (для проходки наклонных) и КПК (комплекс проходки с креплением) безопасны в работе и экономичны при высоте восстающего более 25 м. Оптимальный ряд включает 8 моделей комплексов.

Комплекс с помощью подъемника перемещается по монорельсу, собираемому из секций длиной 1,5 м; он имеет кабину для размещения персонала и платформу, с которой выполняются работы в забое восстающего. Пневмодвигатель подъемника получает питание по шлангу, который автоматически сматывается и наматывается с помощью лебедки.

Питание перфораторов сжатым воздухом и водой, а также дистанционное управление их подачей осуществляются по трубопроводам, вмонтированным в монорельс. На монорельсе в забое восстающего установлена распределительная головка для подключения шлангов.

Комплекс КПК дополнительно снабжен проходческим щитом в виде каркаса, состоящим из отдельных секций, верхнего перекрытия, рабочей площадки и механизма перемещения, встроенного в стенки каркаса. Каркас

и верхнее перекрытие после окончания проходки для удобства транспортировки разбираются на части,

Обустройство забоя и зарядание шпуров согласно принятому паспорту производятся через люки верхнего перекрытия. Шпуры заряжают при помощи специальных трубок-кассет. После зарядания верхнее перекрытие опускается в отбойное (наклонное) положение, люки закрываются и проходчики опускаются в кабине подъемника вниз. Для проветривания забоя предусмотрена труба диаметром 220 мм, входящая в конструкцию монорельса.

Применение проходческих комплексов решает проблемы механизации спуска и подъема людей, оборудования и материалов, повышения безопасности работ, снабжения сжатым воздухом и водой, проветривания забоя после взрывных работ.

Проходка восстающих бурением позволяет значительно повысить безопасность работ, увеличить скорость проходки, с большой точностью выдерживать сечение и направление выработки

Методом бурения чаще всего проходят восстающие между двумя выработками, расположенными на различных отметках. Широкое распространение получил вариант проходки восстающих в две стадии, когда сначала сверху вниз или снизу вверх проходится пилот-скважина, а затем осуществляется расширение восстающего до полного сечения.

Во всех случаях применения пилот-скважины для установки расширяющих элементов буровых агрегатов требуется подходная выработка.

Применение агрегатов для бурения тупиковых восстающих связано с трудностями по их ориентации в заданном направлении.

Комбайн 1KB предназначен для проходки восстающих по породам и рудам с коэффициентом крепости до 12. Восстающий проходят снизу вверх сплошным забоем или в две стадии с первоначальным бурением передовой

скважины.

Комбайн состоит из бурового станка, бурового става, разбуривателя, консольного крана для подачи штанг и блока питания. Буровой станок, блок питания и платформы для штанг смонтированы на колесно-рельсовом ходу. Перевод станка в рабочее и транспортное положение осуществляется с помощью манипулятора.

Сменная производительность комбайна по породам с коэффициентом крепости 12 достигает 4 м.

Комбайн 2KB (рис. 28) предназначен для проходки восстающих по породам и рудам с коэффициентом крепости до 10—12. Первоначально бурится пилот-скважина сверху вниз, которая затем расширяется до проектного диаметра восстающего снизу вверх. Комбайн состоит из бурового станка, манипулятора, разбуривателя, комплекта буровых штанг, уложенных на специальные платформы, и подъемника буровых штанг. Буровой станок, блок питания и платформы для штанг смонтированы на колесно-рельсовом ходу. Перевод станка в рабочее и транспортное положение, подача буровых штанг осуществляются с помощью манипуляторов.

Подготовка к бурению начинается с выбора места заложения скважины, проходки камеры объемом 60—80 м³ для размещения станка и возведения основания для него у устья скважины, представляющего собой бетонный массив или железобетонную плиту. Пилот-скважина проходится обычным шарошечным долотом с использованием направляющих штанг, противодействующих отклонению скважины от заданного направления. После того как рабочий орган агрегата достигнет горизонтальной выработки, шарошечное долото убирается. К этому времени подготавливают буровой орган увеличенного диаметра для расширения пилот-скважины.

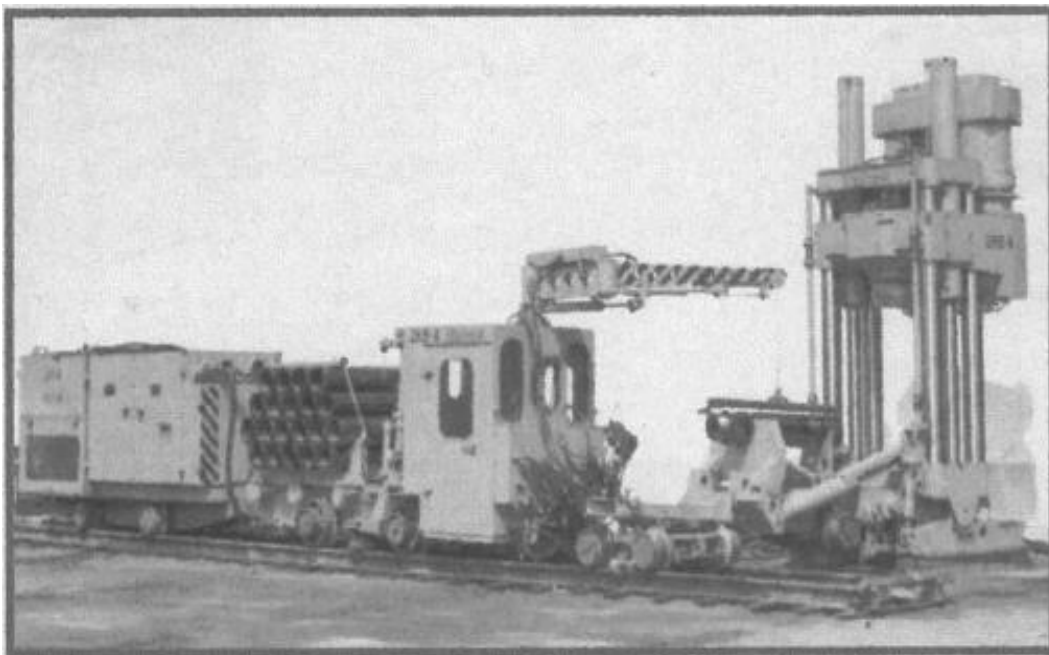


Рис. 28. Общий вид комбайна 2KB

Крепление вертикальных выработок.

Вертикальные выработки в зависимости от назначения и устойчивости вмещающих пород крепятся деревом, металлической сеткой и набрызгбетоном. Выработки, пройденные в устойчивых породах не крепятся.

Восстающие, пройденные в неустойчивых породах комплексом КПВ, крепятся сплошной венцовой крепью (рис. 29).

$$S_{вч.} = 6,0 \text{ м}^2$$

$$S_{св.} = 4,1 \text{ м}^2$$

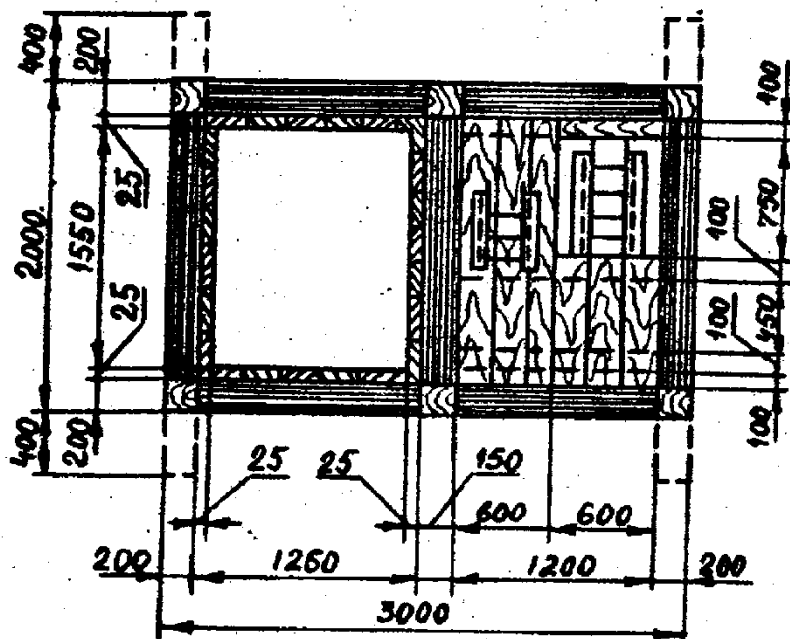


Рис. 29. Сечение восстающего, закрепленного сплошной венцовой крепью

Восстающие, пройденные в породах средней устойчивости комплексом КПВ, крепятся анкерной крепью с использованием металлической сетки и набрызгбетона (рис. 30).

$$S_{вч.} = 4,4 \text{ м}^2$$

$$S_{св.} = 4,0 \text{ м}^2$$

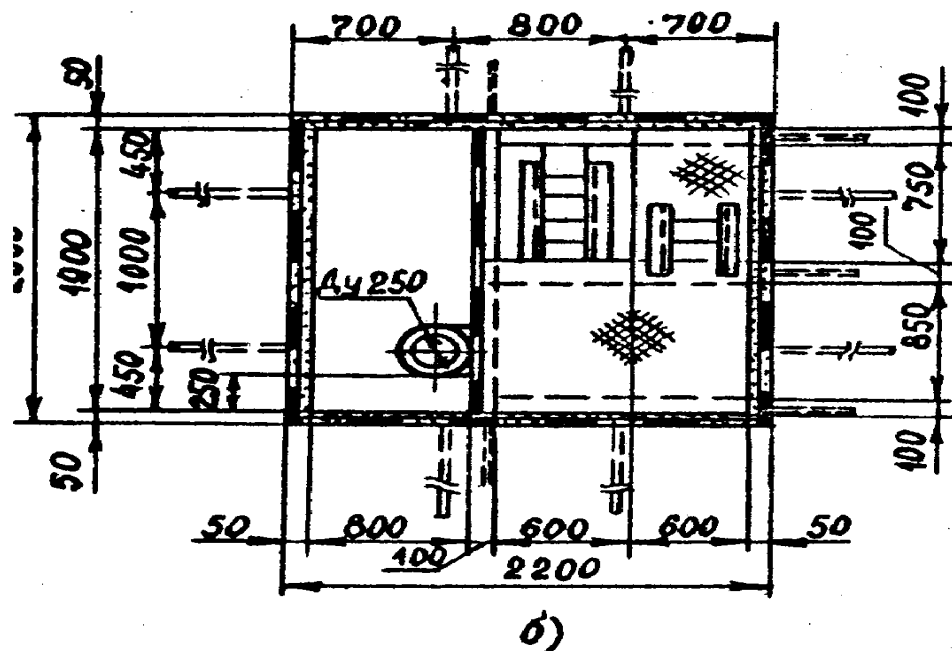


Рис. 30. Сечение восстающего, закрепленного анкерной крепью с использованием металлической сетки и набрызгбетона

Восстающие, пройденные комбайном 2КВ в породах устойчивых и средней устойчивости не крепятся. В отдельных случаях применяется анкерная крепь с локальной затяжкой бортов металлической сеткой. На Приаргунском производственном горно-химическом объединении разработана безлюдная технология армирования восстающих, пройденных комбайном 2КВ. (Рис. 31).

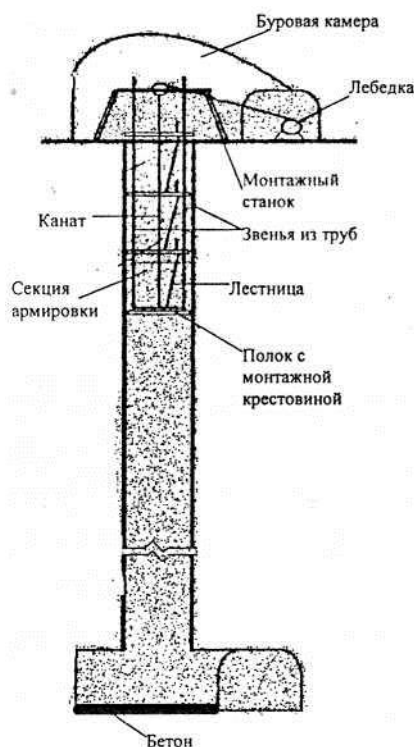


Рис. 31. *Технология безлюдной армировки восстающих, пройденных комбайном 2КВ*

Направление армировки - сверху вниз. Способ армировки - монтаж секций армировки на почве буровой камеры и опускание собранной секции армировки на центральном канате. Шаг опускания армировки равен длине готовой секции армировки - 4 метра. Цикл технологических операций по монтажу секции армировки:

- монтаж первого нижнего полка на монтажной крестовине на нулевой отметке буровой камеры;
- укрепление на полке 4-х связующих звеньев из металлических труб;
- опускание полка и звеньев на высоту секции армировки (4 метра);
- монтаж второго полка на опущенные звенья первой секции;
- спуск лестничного марша до упора в нижний полку и крепление лестницы к верхнему полку.

Технологические операции по армировке восстающего:

- оснащение буровой камеры и камеры расширителя монтажным оборудованием;
- цикличный монтаж и спуск армировки в восстающий до посадки нижнего полка на почву выработки;
- сварка нижнего полка с опорным станком, ослабление каната, снятие опорной монтажной крестовины, извлечение каната;
- установка нижней лестницы, центровка полков распорными винтами и крепление оснований лестниц;
- бурение подбурков, установка анкеров в борта восстающего и закрепление на анкерах опорных полков армировки;
- демонтаж оборудования.

Обслуживающий персонал 4-5 человек/смену.

Масса элементов армировки восстающего:

- монтажная крестовина - 45 кг;
- полук - 90 кг;
- лестница - 46 кг;
- комплект соединительных звеньев в секции - 73 кг;
- расчетная масса армировки - 3500 кг.

Тип лебедки - Т-102Б.

Номфа опорных полков анкерного закрепления - 4, 7, Ю и 13.

Трудоемкость армировки восстающего диаметром 1,8 метра и высотой 60 метров - 208 чел/часов.

От качества проведения горных выработок и их крепления зависит производительность и безопасность ведения добычных работ.

Лекция 4

Качество ведения очистных работ

Очистная выемка — это технологический процесс, состоящий из отбойки, вторичного дробления, доставки, выпуска и погрузки руды, поддержания очистных выработок, рабочего пространства и вмещающих пород при извлечении рудного массива выемочного участка.

Образующееся очистное пространство может в процессе очистной выемки оставаться открытым, т. е. свободным, быть закрепленным, заполненным отбитой рудой, закладкой, обрушенными породами или обрушенной рудой и породой.

Выемка вскрытой части месторождения состоит вначале из создания в рудном массиве выемочного участка определенной совокупности конструктивных элементов, а затем разрушения их в определенном порядке с применением соответствующей технологии отбойки, дробления, доставки, погрузки и поддержания.

Таким образом, полное определение понятия «система разработки» и признаки их классификации должны отражать присущие каждой системе:

- конструктивную характеристику, т. е. определенную совокупность частей выемочного участка, его подготовительных, нарезных и очистных выработок и возводимых в них искусственных сооружений;

- порядок очистной выемки, определяющий состояние образующегося очистного пространства;

- комплекс технологических операций, выполняемых при извлечении рудного массива выемочного участка (технология очистной выемки).

Из трех главных признаков для разделения систем разработки рудных месторождений на классы наилучшим образом отвечает всем рассмотренным требованиям порядок очистной выемки, который определяет состояние очистного пространства выемочного участка во время его разработки.

Этот признак, больше чем все другие, отражает резкое различие между классами систем по условиям их применения, особенностям комплекса технологических операций очистной выемки, а также по основным

показателям эффективности.

С другой стороны, каждый класс, выделенный по этому признаку, объединяет системы, сходные по условиям применения и показателям эффективности. Одни и те же или близкие по совокупности признаков системы не повторяются в разных классах.

Два остальных признака — особенности технологии очистной выемки и конструктивная характеристика системы — должны служить для разделения классов систем на группы и групп на виды и варианты.

Исходя из всего сказанного, можно дать следующее полное определение понятия «система разработки».

Системой разработки рудного месторождения или его части называется порядок и технология очистной выемки руды в сочетании с определенной совокупностью конструктивных элементов выемочного участка.

Общепризнанными классификациями очистной выемки являются классификации академика Агошкова М.И. и ВНИПИцветмет. Отличия в этих классификациях незначительные.

К I классу — систем с открытым очистным пространством — отнесены системы, при которых очистное пространство, образующееся в результате выемки руды, остается во время разработки выемочного участка открытым, т. е. свободным, не заполненным закладочным материалом, отбитой рудой, крепью или обрушенными породами. Стенки и кровля открытого очистного пространства поддерживаются оставляемыми в рудном теле постоянными или временными целиками руды (рис. 32).

Устойчивость вмещающих пород и руды является обязательным условием для применения систем этого класса.

Ко II классу — систем с магазинированием руды — отнесены системы разработки, при которых очистное пространство по мере выемки рудного массива заполняется отбитой рудой, полностью выпускаемой только по

окончании отработки блока. Основным средством поддержания здесь служат, как и при системах с открытым очистным пространством, рудные целики. Замагазинированная руда способствует поддержанию вмещающих пород между целиками, но роль ее, как средства поддержания, является вспомогательной. Для систем с магазином характерны устойчивость вмещающих пород и руды и, как правило, крутое падение рудного тела (рис. 33).

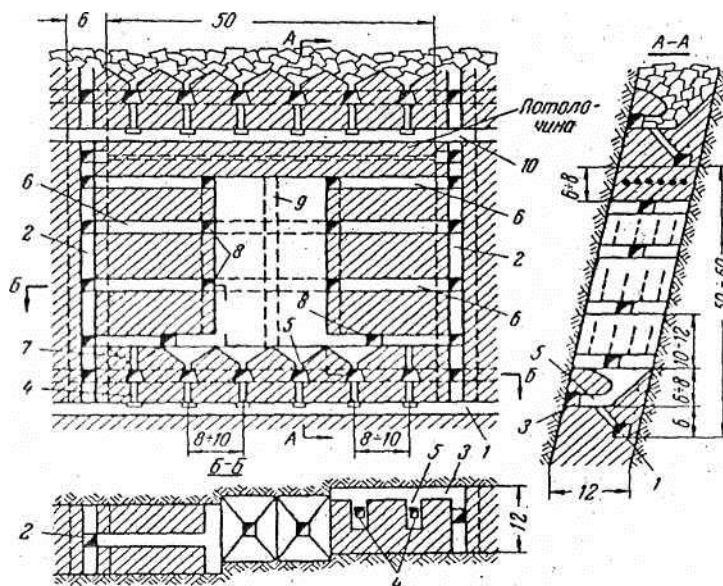


Рис. 32. Система разработки с открытым очистным пространством - подэтажными штреками;

1- откаточный штрек; 2- блоковый восстающий; 3- выработки днища; 4- выпускные дучки; 5- орт-заезд; 6- подэтажный штрек; 7- вентиляционная дучка; 8- подэтажный орт; 9- отрезная цель; 10- откаточный штрек

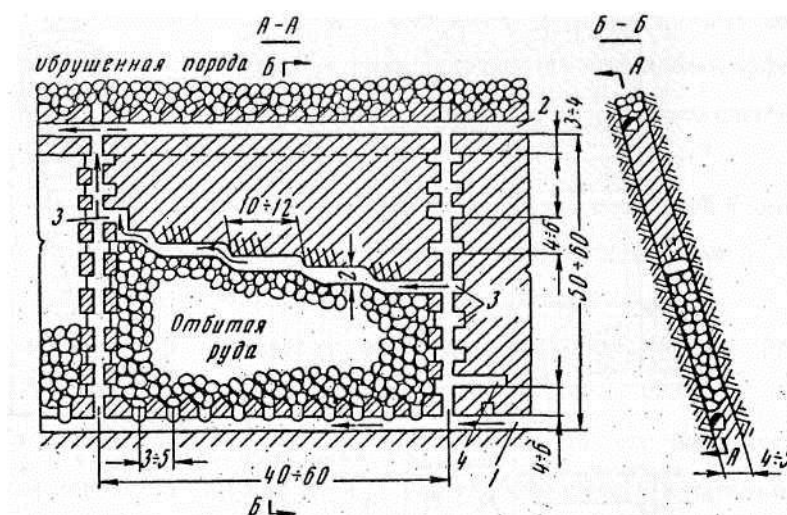


Рис. 33. Система разработки с magazинированием руды в очистном пространстве

К III классу — систем с закладкой — отнесены системы, при которых очистное пространство, образующееся по мере выемки рудного массива, заполняется закладочным материалом. Закладка служит основным средством поддержания вмещающих пород. Крезь располагается только в рабочем призабойном пространстве и сооружается нерегулярно (рис. 34).

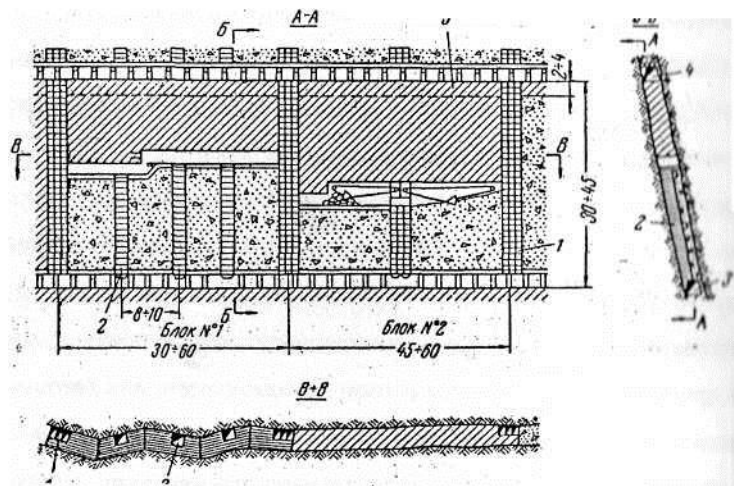


Рис. 34. Система разработки с закладкой выработанного пространства;

1- блоковый восстающий; 2- рудоспуск; 3- откаточный штрек; 4- кладочный штрек; 5- подштрековый восстающий

В отличие от двух первых классов, системы с закладкой могут применяться в породах, которые не допускают открытых обнажений на большой площади и оказывают значительное горное давление.

Системы IV класса — с креплением очистного пространства — характеризуются наличием в очистном пространстве регулярно возводимой вслед за выемкой крепи, которая служит основным средством поддержания вмещающих пород и руды. Эти системы применяют в специфических условиях, когда вмещающие породы и руда не оказывают большого горного давления, но без крепи могут отслаиваться или обваливаться (рис. 35).

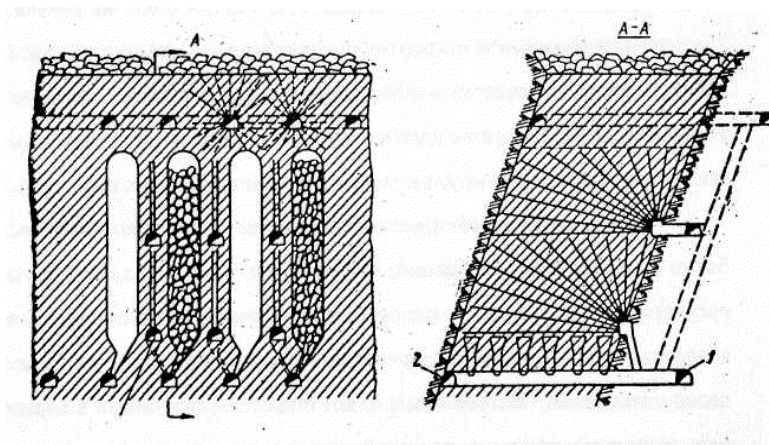


Рис. 35. Комбинированная система с выемкой целиков принудительным этажным обрушением: 1- откаточный штрек; 2- рудный штрек; 3- буровая камера

К V классу — систем с креплением и закладкой — отнесены системы с заполнением очистного пространства по мере выемки рудного массива закладкой и регулярно возводимой крепью. Закладка и крепь в поддержании вмещающих пород и руды выполняют равную роль. Эти системы применяют в неустойчивых вмещающих породах и рудах, которые склонны к обрушению даже при небольшой площади обнажения. Ввиду очень высокой трудоемкости очистной выемки с закладкой и креплением они применяются только для разработки очень ценных руд.

Системы VI класса — с обрушением вмещающих пород — резко отличаются от систем предыдущих пяти классов заполнением очистного пространства по мере выемки обрушаемыми породами. Крепью поддерживается лишь призабойное рабочее пространство небольших размеров.

В противоположность первым пяти классам систем, для которых неустойчивость вмещающих пород затрудняет разработку, склонность пород к самообрушению не только не препятствует применению систем этого класса, но является желательным или непременно условием.

Системы VII класса — с обрушением вмещающих пород и руды — отличаются от систем предыдущего класса тем, что кроме вмещающих

пород в процессе очистной выемки подвергается обрушению также массив руды, предварительно подсеченный снизу и с боков. В результате этого очистное пространство по мере его образования заполняется раздробленной рудой и опускающейся вслед за ней обрушенной пустой породой.

По состоянию очистного пространства в момент разработки системы VI и VII классов внешне близки между собой, поэтому их иногда объединяют в один класс «систем с обрушением», выделяя лишь внутри этого класса две самостоятельные группы: с обрушением вмещающих пород; с обрушением руды и вмещающих пород. Однако правильное разделение этих систем на два самостоятельных класса, так как заполнение очистного пространства обрушенной рудой и лежащей на ней обрушенной пустой породой коренным образом изменяет условия выпуска, доставки и погрузки руды. Почти не имеют между собой ничего общего основные конструктивные элементы систем этих двух классов. Для систем с обрушением руды и вмещающих пород характерна сложная подготовка днища блоков с воронками, траншеями и многочисленными рудоспусками, которых нет при системах слоевого обрушения и столбовых системах с обрушением кровли. Массовое обрушение руды, вместо отбойки ее не-_т большими порциями, является второй резкой отличительной особенностью этих систем.

Качество отработки запасов полезных ископаемых зависит от большого количества факторов, основными из которых являются:

- 1) безопасность работ для трудящихся;**
- 2) достижение минимальной себестоимости добытой руды и извлеченного из нее металла;**
- 3) снижение до минимума потерь руды и металла;**
- 4) достижение заданной производительности рудника по добыче.**

Первое требование имеет в виду, помимо безопасности трудящихся в отношении травматизма, создание обстановки, ограждающей от профессиональных заболеваний.

Исключительная важность этого требования совершенно очевидна и специальных пояснений не требует. Безопасные и гигиенические условия, кроме того, повышают культуру труда и приводят к увеличению его производительности.

Одновременно с безопасностью для трудящихся должно быть обеспечено безопасное состояние и самого рудника в пожарном отношении и в отношении разного рода аварий. Игнорирование этой стороны дела может приводить к частичной или полной остановке работ на горнорудном предприятии, к человеческим жертвам и материальному ущербу.

Второе требование считается выполненным когда добыча руды из месторождения достигается с наименьших затрат труда и материалов. При выборе способа разработки главное внимание должно обращать на достижение максимальной производительности труда, так как заработная плата составляет самую большую составную часть стоимости добычи.

Увеличение производительности труда может быть, в свою очередь, достигнуто при широком внедрении механизации производственных процессов, правильном и полном использовании механизмов, правильной организации труда.

Третье требование направлено на достижение наиболее полного использования минерального ресурса месторождения полезного ископаемого.

Однако отрицательные последствия потерь далеко не ограничиваются только потерей запасов, но и приводят к укорачиванию срока эксплуатации месторождений, а значит и к отрицательным последствиям в социальной сфере: потере рабочих мест. Как правило, в поселках при действующих рудниках основная часть населения занята на работах, связанных с эксплуатацией месторождений.

Требование четвертое выражает необходимость применять такие системы разработки, при которых данное месторождение может обеспечить

размер добычи, отвечающий потребностям рынка в добываемом полезном ископаемом.

Поэтому при выборе системы разработки предпочтение при прочих равных условиях обычно отдается той системе, которая обеспечивает возможность быстрого развития работ и максимальный объем добычи.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные функции маркшейдерской службы на горном предприятии
2. Наиболее распространенные способы и схемы вскрытия рудных месторождений полезных ископаемых?
3. Факторы, влияющие на выбор способа подготовки?
4. Системы подготовки пологих и слабонаклонных залежей?
5. Системы подготовки крутопадающих залежей?
6. Натуральные показатели, используемые при технико-экономическом сравнении вариантов подготовки залежей?
7. Нормы обеспеченности подготовленными к выемке запасами руд?
8. Способы проведения горных выработок?
9. Основные виды крепления горизонтальных горных выработок?
10. Виды крепления вертикальных горных выработок?
11. Основные схемы проветривания подземных горных выработок?
12. Наиболее распространенная классификация систем разработки рудных месторождений?
13. Принцип построения классификации систем разработки рудных месторождений методом подземного выщелачивания?
14. Показатели эффективности разработки рудных месторождений?
15. Основные показатели разработки месторождений?
16. Факторы, определяющие качество ведения горных работ?

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ РУД ПРИ ДОБЫЧЕ

Как указывалось выше, одним из основных показателей качества отработки является достижение наиболее полного использования запасов месторождения.

В процессе разработки месторождения часть разведанных запасов полезного ископаемого теряется — остается в недрах неизвлеченной или поступает на поверхность в отвалы вместе с породой или утерянных при транспортировке, или выброшенных в хвосты при обогащении в результате высоких механических потерь.. Потери в размере 2—3% от разведанных запасов неизбежны почти при любом способе разработки. Обычно потери в процессе разработки колеблются от 2-3% 10-15 и более в зависимости от вида полезного ископаемого, сложности горно-геологического строения месторождения, применяемых систем разработки и др. [2].

Кроме количественных потерь, при добыче часто происходят качественные потери — снижение качества добытого полезного ископаемого — вследствие примешивания к нему вмещающих пород (пустых или с непромышленным содержанием полезного компонента). Примешивание породы к полезному ископаемому и происходящее в результате этого снижение качества добытого полезного ископаемого (по сравнению с природным) принято называть разубоживанием.

Как количественные, так и качественные потери (разубоживание) отрицательно влияют на экономические показатели разработки месторождений.

Количественные потери вызывают рост затрат на разведку, увеличение амортизации капитальных затрат и расходов по подготовке и очистной выемке на добытое полезное ископаемое, а также приводят к недополучению прибыли от потерянной части полезного ископаемого. Кроме непосредственного экономического ущерба, потери ведут к сокращению срока существования рудника (шахты) этажа) и необходимости досрочного

вложения затрат в строительство нового рудника (шахты) или вскрытие и подготовку нового этажа. При разработке полезных ископаемых, склонных к возгоранию или самовозгоранию, потери могут являться причиной возникновения рудничных пожаров, приносящих огромный ущерб.

Применение способов и систем разработки с повышенными количественными потерями обычно бывает оправдано снижением себестоимости добычи или качественных потерь.

Необходимо иметь в виду, что качественные потери (разубоживание) при добыче приводят к экономическому ущербу для предприятия не менее значительному, чем количественные потери. Этот ущерб выражается в непроизводительных затратах на транспортирование примешанной породы и переработку ее на обогатительной фабрике или металлургическом заводе;

в увеличении потерь полезного компонента при переработке разубоженной руды; снижении производственной мощности перерабатывающих руду предприятий по конечной продукции (концентрату, металлу) и нередко — ухудшении качества этой продукции.

В итоге качественные потери при добыче приводят к недополучению предприятием прибыли, часто в очень больших размерах.

Поскольку количественные и качественные потери в процессе разработки между собой взаимосвязаны (обычно с увеличением количественных потерь снижаются качественные потери), то допускаемую величину тех и других нужно определять совместным технико-экономическим расчетом.

Нельзя говорить о том, какая величина количественных потерь при подземной разработке является нормальной или высокой. Потери в размере 2—3% допустимы и считаются нормальными для руд высокой ценности. Потери в пределах 10—12% считаются нормальными для большинства систем разработки и до 20% — для многих систем разработки и руд невысокой ценности.

Количественные потери, которые зависят от системы разработки и именуются «эксплуатационные потери», можно разделить на следующие три группы.

Потери от неполноты выемки по контурам рудных тел — в неровностях их контактов с вмещающими породами, в ответвлениях, нарушенных и изолированных участках рудного тела.

Потери в оставленных навсегда или не полностью извлеченных междуэтажных, между блоковых, междуканнерных и других целиках.

Потери от неполноты извлечения отбитой руды:

а) потери отбитой руды, оставленной в недоступных местах очистного пространства;

б) потери руды, не извлеченной вследствие ее разубоживания до некондиционного содержания примешанными породами;

в) потери руды, разубоженной в процессе выемки до некондиционного содержания и выданной в отвалы; к ним относятся, в частности, основные эксплуатационные потери при открытой разработке рудных месторождений, а также потери от смешивания руды с породой при проходке подготовительных выработок по тонким жилам;

г) потери рудной мелочи в закладке выработанного пространства.

Выделяемые иногда в самостоятельный вид потери рудной мелочи и пыли в рудоспусках и на стенках — боках и почве выработанного пространства следует относить к группе (а). Если же рудоспуски и бока выработанного пространства доступны для зачистки их тем или иным способом, то временно оставленная рудная мелочь не может быть отнесена к потерям.

Потери при транспортировании по откаточным выработкам обычно незначительны (не более 0,3—0,5%) и их, кроме того, как правило, можно устранить путем зачистки выработки перед ее ликвидацией.

3.1. Методы определения величины количественных потерь.

В отчетности горных предприятий нашей страны используются следующие основные понятия и показателями, характеризующими потери [2].

Величина количественных потерь

$$\Pi = B - (D - B), \quad (3.1)$$

где Π — потери балансовой руды в процессе разработки, t ;

B — величина погашенных балансовых запасов руды, t ;

D — количество добытой рудной массы (руды с примешанной к ней породой), t ;

B — количество примешанной к руде породы, t .

Коэффициенты потерь балансовой руды K_{np} или потери балансовой руды в процентах Π выражаются формулами

$$K_{np} = \Pi/B = \{B - (D - B)\}/B = 1 - (D - B)/B; \quad (3.2)$$

$$\Pi = \{1 - (D - B)/B\} 100, \% \quad (3.3)$$

Так как количество примешанной к руде породы B определить не всегда возможно, то коэффициент потерь K_n полезного компонента из балансовых запасов или процент потерь Π выражают такими формулами:

$$K_{нк} = 1 - D(a - \epsilon)/B(c - \epsilon); \quad (3.4)$$

$$\Pi = [1 - D(a - \epsilon)/B(C - \epsilon)] * 100, \% \quad (3.5)$$

где a — содержание полезного компонента (металла, минерала) в добытой руде;

ϵ — то же, в примешанной породе;

c — то же, в руде в месторождении.

Как в формулах (3.1), (3.2) и (3.3) часто бывает трудно или невозможно

определить величину B — количество примешанной породы, так в формулах (3.4) и (3.5) не всегда можно установить содержание полезного компонента ϵ в примешанных породах. Поэтому все эти формулы и лежащий в их основе «косвенный» метод определения потерь — по разности между балансовыми и извлеченными запасами не являются достоверными. Они могут давать значительные отклонения подсчитанной величины потерь от фактической (в 1,5—2 раза и даже больше). Учет потерь при таких его погрешностях теряет практический смысл.

Значительно меньшие ошибки дает определение величины потерь **прямым методом**, т. е. путем непосредственного замера (или подсчета) потерь по каждому их источнику.

Величина количественных потерь Π в этом случае выражается формулой

$$\Pi = \Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3 \dots + \dots \Pi_i \quad (3.6)$$

где $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_i$ — потери, установленные путем непосредственного их замера по каждому источнику, m .

Коэффициент потерь при определении их прямым методом можно выразить формулой

$$K_n = \Pi/B = (\Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3 + \dots \Pi_i) / B \quad (3.7)$$

и процент потерь

$$n\% = \Pi/B * 100 = \frac{[\Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3 + \dots \Pi_i] * 100}{B} \quad (3.8)$$

Однако прямым методом определения потерь не всегда можно воспользоваться потому, что некоторые виды потерь при добыче трудно или совсем нельзя непосредственно измерить или вычислить.

В практике иногда пользуются комбинированным методом: часть потерь, которые можно определить непосредственно, устанавливают прямым методом, а остальные — косвенным.

В подготавливаемых новых единых инструкциях по определению и учету

потерь полезных ископаемых прямой метод рекомендуется в качестве основного, а косвенный — в качестве вспомогательного.

3.2. Определение качественных потерь (разубоживания) руды при добыче

Кроме основной причины — примешивания к балансовой руде породы, снижение содержания в добытой руде полезных компонентов может происходить вследствие того, что теряемая часть руды в виде мелочи и пыли имеет более высокое содержание полезных компонентов. Такое явление наблюдается нередко, иногда рудные минералы (например, галенит и сфалерит, касситерит, молибденит, золотосодержащая часть кварца, мартит и др.) отличаются от смешанной с ними рудной породы большей хрупкостью, переизмельчаются при отбойке и поэтому их больше теряется в процессе выпуска с разубоживающими породами, на лежащем боку рудного тела, в закладке и т. д. [3, 6].

Разубоживание руды сопровождается часто большим экономическим ущербом. Поэтому определению величины разубоживания, его учету и борьбе с ним должно уделяться внимание не меньшее, чем количественным потерям

Но определить количество примешанной породы в добытой руде не всегда возможно. Поэтому величину разубоживания выражают также через снижение содержания полезного компонента в добытой руде (рудной массе) по сравнению с содержанием в руде в месторождении.

Разубоживание принято выражать как отношение количества примешанной породы B к общему количеству добытой рудной массы D .

Коэффициент разубоживания

$$P = B/D \quad (3.9)$$

Разубоживание в процентах

$$P = B/ДД * 100, \% \quad (3.10)$$

Но определить количество примешанной породы в добытой руде не всегда возможно. Поэтому величину разубоживания выражают также через снижение содержания полезного компонента в добытой руде (рудной массе) по сравнению с содержанием в руде в месторождении.

Коэффициент разубоживания по содержанию:

$$P_c = (c - a)/c, \quad (3.11)$$

где c и a — содержания полезного компонента соответственно в руде месторождения и в добытой руде (рудной массе).

Разубоживание в процентах

$$P_c = (c - a)/c * 100 \quad (3.12)$$

Для того чтобы можно было определять коэффициент разубоживания по количеству примешанной породы через содержания полезного компонента, нужно в знаменатель формулы (11) ввести величину b , т. е. записать ее в таком виде:

$$P_c = (c - a) / (c - b) \quad (3.13)$$

Коэффициент разубоживания, вычисленный по формуле (9) (доля породы, заключенной в добытой руде), принято называть **истинным**. Коэффициент разубоживания, вычисленный по формуле (11), как снижение содержания в добытой руде по сравнению с содержанием в рудном массиве, принято называть **видимым**.

Коэффициенты истинного и видимого разубоживания равны между собой, когда примешанная порода не содержит полезного компонента. Если примешанная порода содержит полезный компонент, то видимое разубоживание всегда больше истинного.

Аналогично этому для количественных потерь также различают **истинные потери** в процентах, подсчитанные по формуле (3) или по формуле (5), в которую входит содержание полезного компонента в примешанной породе и **видимые потери** по формуле (14)

$$П_в = 1 - Д_а / Б_с, \% \quad (3.14)$$

в которой содержание полезного компонента в примешанных породах не учитывается.

Существование двух различных понятий о количественных потерях и двух понятий о разубоживании приводит нередко к несравнимости показателей, приводимых в отчетности и литературе.

На некоторых горных предприятиях коэффициент видимого разубоживания называют **коэффициентом потерь качества руды**.

3.3. Исходные данные для подсчета потерь и разубоживания руды при добыче.

На горнорудных предприятиях учет потерь и разубоживания руды ведется в основном косвенным методом, т. е. по разнице между погашенными и фактическими извлеченными запасами балансовой руды [формулы (2) и (3)] или полезного компонента [формулы (4) и (5)]. Также косвенным методом определяется величина разубоживания по снижению содержания полезного компонента в добытой руде, пользуясь формулами (11), (12) или (13).

Ввиду существенного недостатка косвенного метода — его малой достоверности, в последние годы наблюдается стремление переходить, где это возможно, на прямой метод.

Учет величины потерь и разубоживания принято вести по эксплуатационным блокам для того, чтобы знать эту величину для разных систем разработки и горно-геологических условий, использовать средства

материального поощрения и создать ответственность за снижение потерь и разубоживания.

Как следует из приведенных формул, для подсчета потерь и разубоживания необходимо иметь следующие расчетные показатели по блокам, системам и по руднику в целом: подлежащие выемке (погашенные) балансовые запасы руды B ; количество фактически добытой руды (рудной массы) D и примешанной к ней породы B ; содержание полезных компонентов: c — в погашенных балансовых запасах, a — в добытой руде и b — в примешанных к добытой руде породах.

Величины B , c и b всегда определяются с некоторой, часто значительной, погрешностью. Величина ошибки в определении B , c и b зависит от многих факторов: прежде всего от характера самого месторождения — его формы, изменчивости мощности рудных тел и содержания в них полезных компонентов, отчетливости контактов между рудными телами и вмещающими породами, характера оруденения вмещающих пород и изменения содержания в них полезных компонентов; в значительной мере от постановки геолого-маркшейдерского обслуживания, правильности взятия проб в рудном массиве, добытой руде и разубоживающих породах, точности и оперативности производства анализов.

При наличии систематических ошибок в определении этих трех показателей до 10% и более величина потерь может быть преуменьшена против истинной в 1,5—2 раза и более. Учет потерь в таком случае не достигает той цели, ради которой он ведется.

3.4. Мероприятия по борьбе с потерями и разубоживанием.

Геологическая служба горного предприятия, вместе с маркшейдерской службой, руководит всей работой по погашению запасов руд за счет добычи и потерь, при учете разубоживания, оформляет списание погашенных запасов, разрабатывает проект нормативных и плановых потерь и разубоживания и представляет его в соответствующие органы [12].

Маркшейдерский отдел проводит систематическую инструментальную съемку очистных и других горных выработок и рудных отвалов» составляет и постоянно пополняет планы горных выработок.

Геологический отдел проводит систематическую геологическую документацию горных выработок и опробование руд и пород в массиве, а совместно с ОТК и опробование отбитой горной массы ; отбирает пробы для определения влажности и объемного веса руд на основе позабойного опробования руда в массиве и горной массе, производит подсчет среднего содержания полезных ископаемых в массиве рудного тела и вмещающих породах, а также в горнорудной массе.

Отдел технического контроля производит взвешивание товарной руды и следит за соблюдением параметров технологического процесса при переработке руд.

Борьба с потерями и разубоживанием является общим делом всего коллектива рудника. Горняки совместно с геолого-маркшейдерской службой должны проводить всесторонний анализ потерь и разубоживания руды, выявлять причины и намечать мероприятия по их устранению.

Сокращения потерь можно достигнуть при соблюдении следующих условий:

- отработке маломощных рудных тел системами, позволяющими вести добычу с минимальным разубоживанием, во избежание снижения качества отбитых руд ниже минимально допустимого;
- отработке сложных по своему строению рудных тел гибкими системами отработки, позволяющими избежать потерь апофиз, отдельных маломощных жил (применение слоевой выемки с закладкой выработанного пространства твердеющими смесями и применением самоходной погрузодоставочной техники);
- отказе от систем разработки, с оставлением в недрах больших объемов руд в технологических целиках;

- организации контрольного опробования очистного пространства во избежание оставления в бортах очистных выработок неотбитых руд;
- зачистке почвы очистных выработок от рудной мелочи при подготовке очистного пространства под закладку;
- организации складирования бедных и забалансовых руд в специальных отвалах для последующей рудосортировки и переработки;
- совершенствовании технологии рудопереработки, увеличения мощностей перерабатывающей руды фабрики;

Для сокращения величины разубоживания руды необходимо:

- организовывать сортировку горнорудной массы на выдачных стволах шахт или на обогатительной фабрике с выделением хвостов сортировки;
- внедрять подземные комплексы призабойной сортировки, позволяющие производить выделение хвостов непосредственно в шахте;
- применять слоевые системы разработки с использованием узкозахватной погрузо-доставочной техники;
- применять селективную выемку маломощных рудных тел;
- не допускать вывалов вмещающих пород и смешивания их с рудой;
- при перепуске с горизонта на горизонт не допускать смешивания руды и пустой породы в рудопусках.

Т.о., качество готовой продукции горнорудного предприятия (добываемой руды и металла в ней, концентрата) зависит от правильного выбора системы разработки месторождения, строгого выполнения регламента добычных работ, реализации разработанных мероприятий по снижению потерь и разубоживания и своевременного и

качественного контроля со стороны геолого-маркшейдерской службы рудника за выполнением технологии ведения очистных работ, транспортирования добытой руды, ее складирования и переработки.

Контрольные вопросы

1. Классификация количественных потерь?
2. Методы определения количественных потерь?
3. Классификация качественных потерь?
4. Основные направления снижения количественных и качественных потерь?

Лекция 5

Предконцентрация минерального сырья

Предконцентрация - подготовка добытого радиоактивного минерального сырья перед переработкой традиционными и физико-химическими методами.

Рассмотрим процесс рудоподготовки на примере уранового сырья.

Процесс рудоподготовки минерального сырья перед переработкой начинается с рудосортировки добытой руды с выделением технологических сортов. Качество рудосортировки зависит от многих факторов при этом очень важную роль играют геологические и технологические особенности этих руд.

Урановые руды сортируются радиометрическими геофизическими методами.

Установлено, что на качество сортировки влияют такие показатели, как:

- петрографический состав вмещающих пород и минеральный состав уранового оруденения;
- содержание урана в сортируемой руде;
- коэффициент радиоактивного равновесия;
- контрастность урановых руд;

- размер куска на сортируемой урановой руды.

В результате исследований было установлено, что:

1. эффективность сортировки урансодержащих руд радиометрическими методами зависит от их петрографического состава и типа урансодержащих минералов:

- чем выше в руде содержание SiO_2 , тем выше показатель эффективности сортировки: наиболее эффективно сортируются руды, локализованные в кислых породах: гранитах, фельзитах и трахидацитах;
- наиболее эффективно обогащаются руды, представленные уранинитом и настураном, т.е. минералами, содержащими большие концентрации урана.

2. Извлечение урана в концентрат при их сепарации зависит от его исходного содержания в сортируемой руде, увеличивается при росте содержания в исходной руде от 0,02 до 0,350 % соответственно с 68 до 98 %.

Коэффициент обогащения урана в концентрате по отношению к исходной руде по мере роста содержания урана в сепарируемой руде от 0,02 до 0,350 % уменьшается соответственно от 4,8 до 2.

3. При покусковой сепарации при изменении минимально-промышленного содержания в диапазоне 0,030 – 0,300 % выход урана в богатой руде изменяется от 100 до 43 %.

4. Результаты исследований зависимости влияния коэффициента радиоактивного равновесия на показатели извлечения урана в концентрат показали, что:

- при использовании гамма способа для сортировки руд со сдвигом КРР в сторону урана происходит попадание в хвосты кусков горнорудной массы, обогащенной ураном, т.е. фактически уран теряется;
- при сортировке гамма способом руд со сдвигом КРР в сторону радия происходит попадание в концентрат кусков руды, обогащенной радием, но обедненной ураном, т.е. концентрат разубоживается горнорудной массой с незначительным содержанием урана.

Лишь равновесные руды могут сепарироваться гамма методом со значительной долей достоверности.

5. Установлена зависимость основных параметров сортируемости товарных урановых руд от их контрастности:

- - эффективность выделения хвостов при изменении коэффициента контрастности от 0,45 до 1,65 изменяется в пределах 99,5 – 93,3 %, уменьшаясь с увеличением контрастности руд;

- выход хвостов с ростом коэффициента контрастности от 0,45 до 1,65 уменьшается от 98,3 до 74 %;

- выход концентрата при этом увеличивается от 1,7 до 26 %;

- коэффициент обогащения руды по мере увеличения контрастности руд уменьшается от 7,1 до 2,6.

6. Исследования сортируемости руд в зависимости от размера куска показали, что:

- извлечение урана из бедных руд в концентрат составляет 61 – 92 %;

- извлечение урана из рядовых руд в концентрат составляет 94– 90 %;

- извлечение урана из богатых руд в концентрат составляет соответственно 98 – 96 %. При этом извлечение урана повышается с ростом крупности кусков руды от + 10 мм до – 200 мм, что позволяет сделать вывод: руды забойной крупности не требуют дополнительного дробления.

Контрольные вопросы:

1. Перечень показателей, влияющих на сортируемость урановых руд?

2. Влияние петрографического состава вмещающих пород и минерального состава уранового оруденения на сортируемость руд радиометрическими методами?

3. Влияние содержания урана на сортируемость руд радиометрическими методами?

4. Влияние коэффициента радиоактивного равновесия на сортируемость руд радиометрическими методами?

5. Влияние контрастности урановых руд на их сортируемость радиометрическими методами?

6. Влияние размера куска на сортируемость урановых руд радиометрическими методами?

Для эффективного планирования запитки рудоперерабатывающего производства был разработан алгоритм расчета плановых показателей:

1. Показатели извлечения в зависимости от петрографического состава вмещающих оруденение пород:

- извлечение руды в концентрат

$$\varepsilon = \alpha / (0,37975 + 0,00164 * \alpha + 0,00007 \alpha^2) \quad (3.48)$$

где α – содержание SiO_2 , %.

- извлечение урана в концентрат

$$\varepsilon_1 = \varepsilon * \alpha_u * K_{об} \quad (3.49)$$

где α_u – содержание урана в исходной руде, %; $K_{об}$ – коэффициент обогащения руды при сортировке, доли ед.

2. Показатели извлечения в зависимости от содержания урана в исходной руде:

- извлечение руды в концентрат

$$\varepsilon = \varepsilon_1 / \alpha_u * K_{об} \quad (3.50)$$

где $K_{об} = 1 / (0,17716 + 1,90623 * \alpha_u - 2,82782 \alpha_u^2)$

- извлечение урана в концентрат

$$\varepsilon_1 = 91,36259 - 26,41993 * \log \alpha_u - 26,33459 * \log (\alpha_u)^2 \quad (3.51)$$

3. Показатели извлечения в зависимости от контрастности урановых руд:

- извлечение руды в концентрат

$$\varepsilon = 10^{(-0,25400 + 1,16120 * M - 0,10452 * M^2)} \quad (3.52)$$

где M - коэффициент контрастности, доли ед.;

- извлечение урана в концентрат

$$\varepsilon_1 = \varepsilon * \alpha_u * K_{об}$$

где - $K_{об} = 1/(0,21197 - 0,22303 * M + 0,19165 * M^2)$

4. Показатели извлечения в зависимости от размера куска:

- извлечение руды в концентрат

$$\varepsilon = 53,10006 - 36,48761 * \log K_{кр} + 7,85707 * \log(K_{кр})^2 \quad (3.53)$$

где $K_{кр}$ – класс крупности, мм;

- извлечение урана в концентрат

$$\varepsilon_1 = 10^{(1,04409 + 0,89747 * \log K_{кр} - 0,22083 * \log(K_{кр})^2)} \quad (3.54)$$

Показатели извлечения при покусковой сепарации, рассчитанные по четырем показателям, сравниваются между собой и к планированию принимаются наиболее низкие, как граничные.

Разделение концентрата на исходное сырье для ГМТ и КВ осуществляется по методике изложенной в разделе 2.1.2. через зависимости выхода богатого концентрата и металла в нем при сепарации урановых руд от минимально-промышленного содержания, т.е. содержания урана в перерабатываемой руде, обеспечивающего нулевую рентабельность.

Количество богатого концентрата, направляемого на ГМТ, определяется по формуле

$$\varepsilon_{гмт} = 3,53721 / \alpha_{мин пром} + 21,87825 - 76,53888 * \alpha_{мин пром} \quad (3.55)$$

где $\alpha_{мин пром}$ – минимально-промышленное содержание, %.

Количество урана в концентрате, направляемого на ГМТ, рассчитывается по формуле

$$\varepsilon_{1 гмт} = 1,25262 / \alpha_{мин пром} + 81,40693 - 141,81298 * \alpha_{мин пром} \quad (3.56)$$

Количество бедного концентрата, направляемого на КВ, рассчитывается из выражения

$$\varepsilon_{кв} = \varepsilon - \varepsilon_{гмт} \quad (3.57)$$

Количество урана в бедном концентрате, направляемом на КВ, рассчитывается по формуле

$$\varepsilon_{1 кв} = \varepsilon_1 - \varepsilon_{1 гмт} \quad (3.58).$$

Контрольные вопросы:

1. Схема сортировки урановых руд?
2. Методика проведения испытаний по сортировке урановых руд?
3. Схема определения качества продуктов рентгенорадиометрической сортировки крановых руд?
4. Влияние загрязненности кускового материала шламами и глинистым материалом на эффективность покусковой сепарации?
5. Выход хвостов сепарации в зависимости от контрастности руд
6. Машинный класс для РРС?
7. Влияние машинного класса на выбираемый тип сортировочного оборудования?
8. Модель выбора оптимального технологического решения для получения максимального экономического эффекта от применения метода РРС?
9. Алгоритм расчета плановых показателей крупнопорционной сортировки?
10. Алгоритм расчета плановых показателей покусковой сепарации урановых руд рентгенорадиометрическим методом?

Экономико-математическая модель оценки эффективности технологии добычи, предконцентрации и переработки скальных урановых руд

Формулировка экономико-математической модели обоснования эффективности принимаемых технологических решений

Как было сказано в разделе 3.2.1, выбор оптимальных технологических решений в заданных природных и технико-экономических условиях функционирования системы производится поиском такого её состояния, при

котором сочетание параметров системы обеспечит достижение поставленной цели.

Выбор наиболее эффективного варианта технологий добычи, предконцентрации и переработки руд, как правило, осуществляется методом непосредственного перебора и сравнения вариантов.

Степень достоверности результатов математического моделирования определяется уровнями и детальностью построенной модели. В связи с этим, для максимальной надежности результатов необходимо приблизить уровень ввода исходных данных до технологического начала по всем производственным циклам. При моделировании вариантов эксплуатации месторождений полезных ископаемых нижним уровнем ввода исходных данных должны быть:

- Величина балансовых запасов по геологическим и эксплуатационным блокам (Z).
- Содержание полезных компонентов в руде (-).
- Средняя горизонтальная мощность для крутопадающих рудных тел и вертикальная мощность для пологих (-).
- Коэффициент крепости горных пород в границах рудных зон (-).
- Степень устойчивости вмещающих пород (-).
- Вероятность горных ударов при ведении очистной выемки (-).
- Допустимость обрушения вмещающих пород в результате отработки рудных тел (-).
- Технологические показатели сортировки и сепарации добытых урановых руд ($\varepsilon, \varepsilon_1$).
- Удельный расход кислоты при выщелачивании конкретных руд в гидрометаллургии, при кучном выщелачивании руд (-).
- Коэффициенты извлечения полезных компонентов при переработке руд (-).
- Концентрации извлекаемых компонентов в продуктивных растворах выщелачивания и в кеках (-).

- Максимальные сроки выщелачивания рудного сырья при КВ (-).
- Удельные расходы нормируемых материальных, энергетических и трудовых ресурсов по всем технологическим процессам добычи и переработки руды (-).
- Производительность труда по всем основным технологическим процессам (-).
- Цены на все потребляемые ресурсы (-).
- Структурные схемы формирования условно-постоянных расходов с количественными и стоимостными величинами по всем структурным технологическим звеньям горно-химического комплекса (-).
- Остаточная стоимость на расчетный период используемых основных фондов для определения амортизационных отчислений и величины имущественного налога (-).
- Ставка налога за добычу полезных ископаемых (-).
- Цена реализации конечной продукции ГХК (-).

Для того чтобы правильно выбрать основные технологические параметры горнодобывающего предприятия был составлен алгоритм определения комплекса оптимальных его параметров с использованием линейной стратегии принятия решений. Алгоритм вычислений (расчетов) сводится к последовательному выполнению процедур, представленных на рис. 4.1., он реализуется за счет заблаговременного формирования вариантов сочетания главных параметров подземной разработки, предконцентрации, переработки и соответствующих им календарных графиков их расчета.

Сущность математического моделирования процессов добычи урана отличается от моделирования добычи большинства других полезных ископаемых - более высокой сложностью производственных технологических циклов и присущими им особенностями. Это высокая зависимость технологии производства урана от горно-геологических условий, имеющих устойчивую тенденцию к усложнению.

4.2. Расчет эффективности варианта производства природного урана

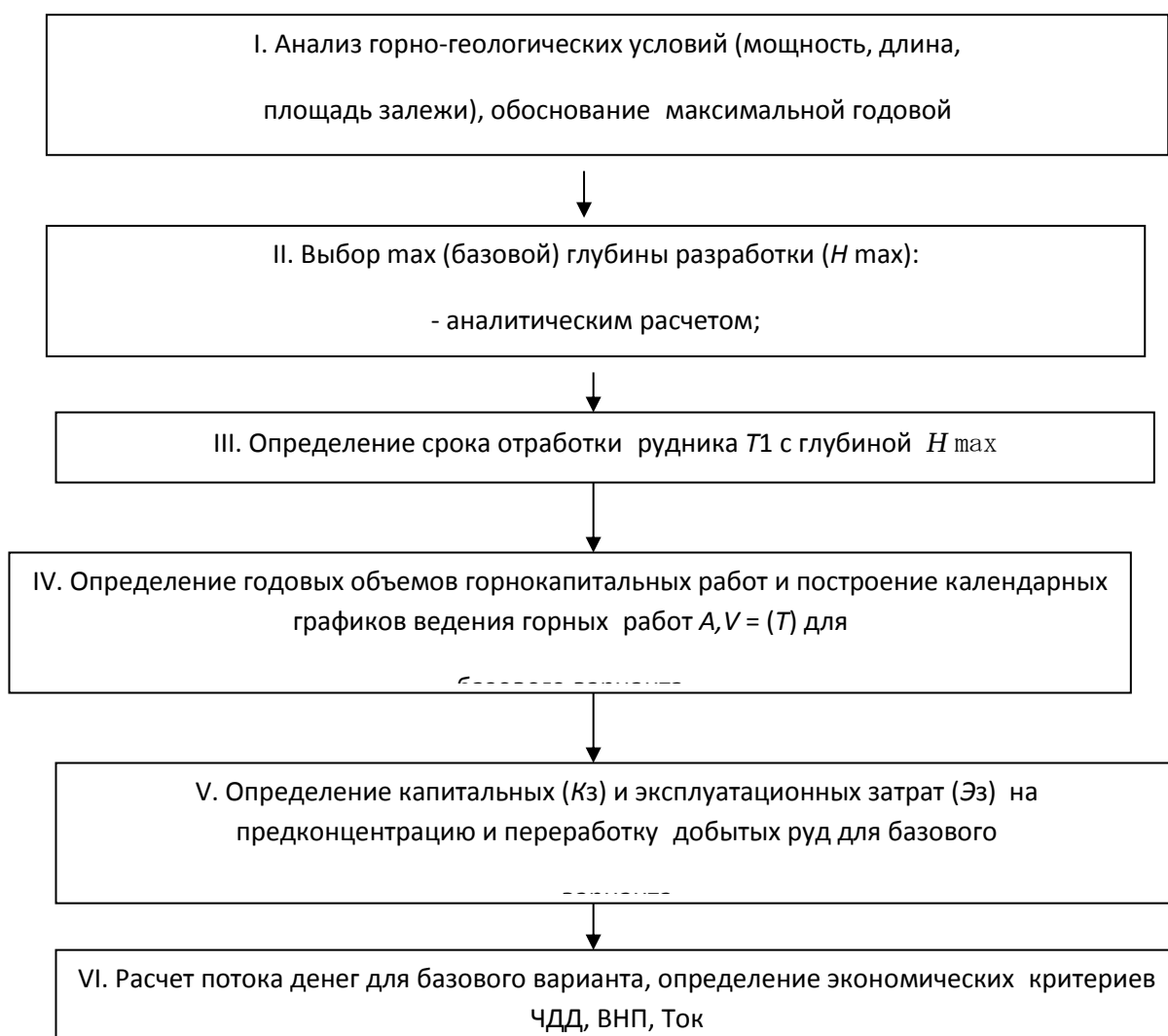
За критерий оценки эффективности предлагаемых технических решений по отработке рудных месторождений подземным способом, предконцентрации руд и ее переработки гидрометаллургической технологией принимаем чистый дисконтированный доход (ЧДД) в той трактовке, которая предлагается «Методикой стоимостной оценки запасов твердых полезных ископаемых» [18].

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^T \Pi'_t \times \frac{1}{(1+E)^t} - \sum_{t=1}^T K_t \times \frac{1}{(1+E)^t}, \text{ млн. руб. (4.1.)}$$

Где Π'_t - чистая прибыль в t -м году совместно с амортизационными отчислениями;

t – базисный момент времени начала строительства горного предприятия;

K_t – капитальные вложения в t -м году;



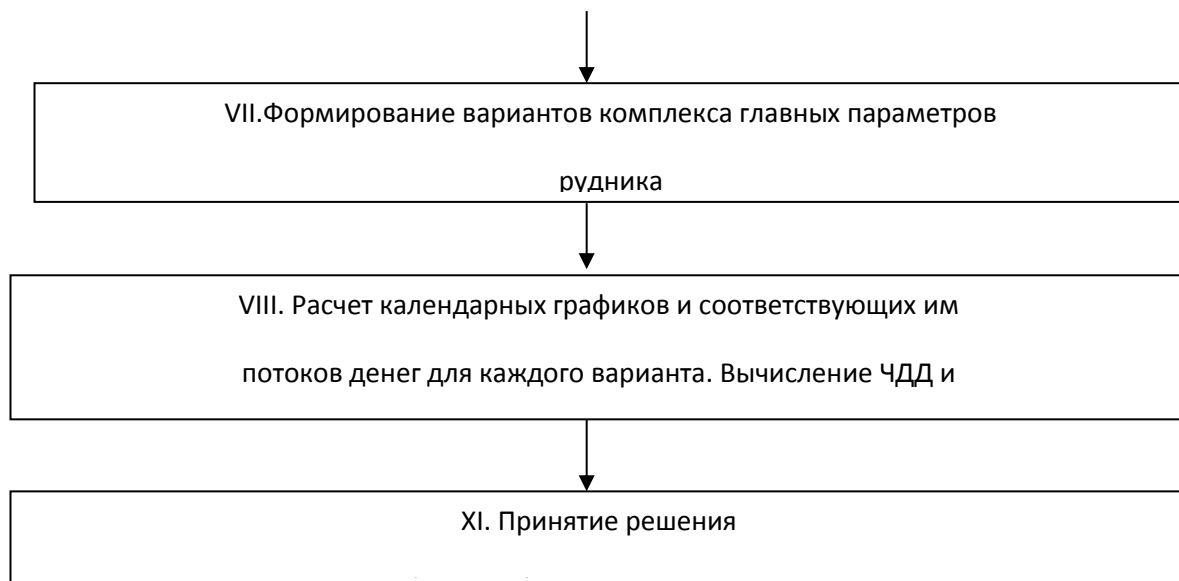


Рис. 4.1. Алгоритм определения комплекса оптимальных параметров горнодобывающего предприятия

T – количество лет от начала строительства до ликвидации горного предприятия;

E – приемлемая величина процентной ставки на капитал, вложенный в строительство горного предприятия.

Основные технико-экономические показатели при стоимостной оценке запасов приведены в таблице 4.1. В зависимости от способа разработки месторождения, его расположения относительно существующих путей сообщения, транспортных расходов и т.д. этот перечень может быть существенно расширен.

Таблица 4.1

**Основные технико-экономические показатели
расчета экономической эффективности проекта отработки рудного
уранового месторождения**

№№ пп	Показатели	Ед. изм.
1.	Разведанные запасы руды в недрах категории $A+B+C_1$ (Б)	тыс. т
2.	То же категории C_2 (Б ₁)	- “ -
3.	Содержание полезных компонентов в рудах категорий $A+B+C_1$ (α)	%, (г/т)
4.	То же категории C_2 (α_1)	- “ -
5.	Запасы полезных компонентов в недрах категории $A+B+C_1$ (Me)	тыс. т

№№ пп	Показатели	Ед. изм.
6.	То же категории C_2 (Me_1)	- “ -
7.	Потери при добыче (Π)	%
8.	Разубоживание (P)	%
9.	Коэффициент вскрыши (K_v)	т/т
10.	Эксплуатационные запасы руды в недрах $A+B+C_1$	тыс. т
11.	То же категории C_2	- “ -
12.	Средние содержания полезных компонентов в эксплуатационных запасах категорий $A+B+C_1$ (C)	%, (г/т)
13.	То же категории C_2	- “ -
14.	Запасы полезных компонентов в эксплуатационных запасах кат. $A+B+C_1$	тыс. т
15.	То же категории C_2	- “ -
16.	Годовая производительность по добыче и переработке (обогащению) руды (A) [*]	тыс. т
17.	Срок обеспеченности запасами полезного ископаемого (t_j)	лет
18.	Срок строительства предприятия (t_c)	- “ -
19.	Извлечение при предконцентрации, гидрометаллургической переработке, кучном выщелачивании, ($I_0, I_{ГМТ}, I_{КВЗ}$)	%;
20.	Количество товарной продукции в год (U)	- “ -
21.	Цена 1 кг товарной продукции (Π_k)	руб.
22.	Годовая стоимость товарной продукции (выручка) (C_r)	млн. руб.
23.	Удельные затраты на добычу и переработку (обогащение) 1 т руды ($\mathcal{E}_3$)	руб.
24.	Платежи, налоги и отчисления в структуре годовых эксплуатационных затрат (H_3)	млн. руб.
25.	Годовые эксплуатационные затраты на добычу и переработку (обогащение) руды ($\mathcal{E}_3$)	- “ -
26.	Годовые платежи за вредные выбросы и сбросы ($Z_{оос}$)	- “ -
27.	Годовые отчисления на рекультивацию земель, входящих в земельный отвод предприятия (Z_p)	- “ -
28.	Доля экологических затрат в себестоимости товарной продукции	
29.	Лимит экологических затрат	
30.	Затраты на социальные нужды (Z_c)	- “ -
31.	Затраты на подготовку кадров (Z_k)	- “ -
32.	Амортизация (A_0)	- “ -
33.	Годовой доход (D_r)	- “ -
34.	Годовой доход без амортизации (D_r')	- “ -
35.	Годовая прибыль (Π_r)	- “ -

№№ пп	Показатели	Ед. изм.
36.	Налоги на прибыль (H_n)	- “ -
37.	Чистая годовая прибыль (Π_q)	млн. руб.
38.	Чистая годовая прибыль без амортизации (Π_q')	- “ -
39.	Мин. промышленное содержание ($C_{мин}$)	%,(г/т)
40.	Общие капитальные вложения (K_o)	млн. руб.
41.	Удельные капитальные вложения (K_y)	руб.
42.	Производственные фонды (Π_{ϕ})	млн. руб.
43.	Чистый дисконтированный доходь (ЧДД)	млн. руб.
44.	Внутренняя норма прибыльности (ВНП)	%
45.	Срок окупаемости проекта ($T_{ок}$)	лет

Показатели 1...6 принимаются из материалов утвержденного подсчета запасов ГКЗ.

Показатель 1 «Разведанные запасы руды в недрах категории $A+B+C_1$

(B) определяется по формуле

$$B = B_{гмт} + B_{кв} + B_{пв} \quad (4.2)$$

где $B_{гмт}$ – запасы руды для гидрометаллургической переработки;

$B_{кв}$ – запасы руды для кучного выщелачивания;

$B_{пв}$ – запасы руды для подземного выщелачивания.

Запасы руды, металла в недрах (показатели 2-6) рассчитываются по методике, приведенной выше, для каждого из способов производства природного урана в зависимости от цены готовой продукции.

Показатель 7 – «потери» рассчитываются по формуле

$$\Pi = (B - B_1) / B * 100 \%, \quad (4.3)$$

где B_1 – количество погашенной балансовой руды, т.; B – количество балансовой руды в контуре рудника, т.

Показатель 8 «разубоживание» определяется по формуле

$$P = (D - B_1) / D * 100 \%, \quad (4.4)$$

где D – количество добытой товарной руды, т.

Показатель 9 «коэффициент вскрыши» определяется по формуле

$$K_6 = D/V_{об} * d \quad (4.5)$$

Где $V_{об}$ – общий объем горной массы, вынимаемой при разработке месторождения в контуре рудника, m^3 ; d – усредненная объемная масса пород и руд в контуре рудника, t/m^3 .

Показатель 10...15 принимаются из материалов утвержденного подсчета запасов ГКЗ.

Показатель 16 «Годовая производительность по добыче и переработке (обогащению) руды» принимается из проекта разработки месторождения.

Показатель 17 «Срок обеспеченности запасами полезного ископаемого» определяется по формуле

$$t_9 = B * (1 - \Pi) / (1 - P). \quad (4.6)$$

Показатель 18 «Срок строительства предприятия» принимается из проекта.

Показатель 19 «Извлечение при обогащении, гидрометаллургической переработке, кучном выщелачивании, и подземном выщелачивании (I_o , $I_{гмт}$, $I_{кв}$, $I_{пв}$)» принимаются по результатам опытных и опытно-промышленных работ.

Методика расчета показателей предконцентрации добытых руд представлена в разделе 3 – формулы 3.44 – 3.46, 3.48 – 3.58.

Показатель 20 «Количество товарной продукции в год» (U) рассчитывается по методике приведенной в главе 3 (формулы 3.3 – 3.10).

Показатель 21 «Цена 1 кг товарной продукции (Π_k)» принимается по данным торгов на международном рынке.

Показатель 22 «Годовая стоимость товарной продукции» определяется по формуле

$$C_r = \frac{\Pi_{ком} \times I_o \times C \times A_p}{100} \quad (4.7)$$

Где $\Pi_{ком}$ - цена на содержащийся в концентрате полезный компонент, которая рассчитывается по формуле

$$\Pi_{ком} = \Pi_m \times I_m - (З_m + T_k) \quad (4.8)$$

где Π_m - цена 1 т полезного компонента без НДС;

I_m - извлечение при технологическом переделе, доли единицы;

Z_m - затраты на получение 1 т полезного компонента (исходя из себестоимости и рентабельности технологического передела);

T_k - затраты на транспортировку концентрата до завода в расчете на 1 т полезного компонента;

I_o - извлечение при обогащении (переработке), доли единицы;

C - среднее содержание полезного компонента в эксплозапасах, %;

$A_{п.и}$ - годовая производительность горного предприятия по руде тыс.т/год.

Определение цены 1 т концентрата (C_k) при известной цене на полезный компонент (C_m) производится по формуле

$$C_k = [C_m \times I_m - (Z_m + T_k)] \times C, \quad (4.9)$$

где: C_m - цена 1 т полезного компонента без НДС;

I_m - извлечение при технологическом переделе, доли единицы;

Z_m - затраты на получение 1 т полезного компонента (исходя из себестоимости и рентабельности технологического передела), р.;

T_k - затраты на транспортировку концентрата до завода в расчете на 1 т полезного компонента, р.;

C - содержание полезного компонента в концентрате, доли единицы.

Показатель 23 «Удельные затраты на добычу и переработку (обогащение) 1 т руды» определяется по формуле

$$\mathcal{E}_z = Z_{доб} + Z_{уср} + Z_{пер} \quad (4.10)$$

где $Z_{доб}$ - затраты на добычу 1 т руды, определяемые по формуле

$$Z_{доб} = Z_{гпр} + Z_{вент} + Z_{отб} + Z_{тр} \quad (4.11)$$

где $Z_{гпр}$ - затраты на горно-подготовительные работы, тыс. р.;

$Z_{вент}$ - затраты на вентиляцию, тыс. р.;

$Z_{отб}$ - затраты на бурение, взрывание, погрузку, тыс. р. ;

$Z_{тр}$ - затраты на транспортирование горнорудной массы до рудничного двора, тыс. р.;

$Z_{уср}$ - затраты на усреднение руды перед подачей на переработку, тыс. р.;

$Z_{пер}$ - затраты на переработку (обогащение), тыс. р.

Методика расчета затрат приведена в главе 3 – формулы 3.21 – 3.28.

Показатель 24 «Платежи, налоги и отчисления в структуре годовых эксплуатационных затрат (H_3)» определяется исходя из следующих положений.

В настоящее время в горнодобывающей промышленности России применяется 27 видов федеральных налогов, платежей и отчислений [13, 18]. Наиболее существенны по своей величине налог на прибыль, плата за добычу полезных ископаемых, отчисления в единый социальный фонд. Для оценки промышленного значения месторождения целесообразно, выделив основные налоги, платежи и отчисления, суммировать оставшиеся в группы в зависимости от формы учета и их базы.

Для получения данных о бюджетной эффективности оцениваемого месторождения **вся** сумма налоговых платежей, выплачиваемых предприятием в течение года, дифференцируется в зависимости от уровня зачисления:

- федеральный бюджет;
- бюджет субъекта РФ;
- местный бюджет.

Таблица 4.2

Налоги в структуре эксплуатационных затрат (H_3)

Вид налога	Ставка налога, %	База налогообложения	Распределение суммы налога		
			Ф**)	Р	М
1. На добычу полезных ископаемых	3,8-8 (таблица 3)	Годовая стоимость добытого полезного ископаемого без НДС	40**)	60	0
2. Единый социальный налог	26,0	ФОТ	100	0	0
3. За пользование землей, лесом, водой	Утверждаются субъектами РФ	Площадь земельного отвода	0	100	

Вид налога	Ставка налога, %	База налогообложения	Распределение суммы налога		
			Ф**))	Р	М
4. Страхование от несчастных случаев на производстве	1,5-8,9	ФОТ	100	0	0
5. Сбор на содержание милиции, благоустройство и на нужды образования	1,0	Годовые эксплуататраты	0	100	0
7. На имущество	0,5-2,0	Среднегодовая остаточная стоимость имущества	0	50	50

Таблица 4.3

Налоги (Нп), не входящие в структуру эксплуатационных затрат

Вид налога	Ставка налога, %	База платежа	Распределение дохода		
			Ф*)	Р	М
1. На прибыль	24	Налогооблагаемая прибыль	31,25	60,42	8,33

Показатель 25 «Годовые эксплуатационные затраты на добычу и переработку (обогащение) руды» определяется по формуле

$$\mathcal{E}_T = \mathcal{E}_3 * D, \text{ млн. р.}, (4.12)$$

где D – количество товарной руды добытой на предприятии, тыс. т.

Показатель 26 «Годовые платежи за вредное воздействие на окружающую среду» определяется по формуле

$$\mathcal{Z}_{\text{оос}} = \mathcal{Z}_{\text{выб}} + \mathcal{Z}_{\text{сбр}} + \mathcal{Z}_{\text{отх}} + \mathcal{Z}_{\text{шум}} + \mathcal{Z}_{\text{др}}, \text{ млн. р.}, (4.13)$$

где $\mathcal{Z}_{\text{выб}}$ – плата за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, млн. р.;

$\mathcal{Z}_{\text{сбр}}$ – плата за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты, млн. р.;

$\mathcal{Z}_{\text{отх}}$ – плата за размещение отходов, млн. р.;

$\mathcal{Z}_{\text{шум}}$ – плата за шумовое загрязнение окружающей среды, млн. р.;

$\mathcal{Z}_{\text{др}}$ – плата за другие виды вредного воздействия (вибрация, электромагнитные и радиационные воздействия; тепловое, бактериологическое воздействие, млн. р.

Показатель 27 «Годовые отчисления на рекультивацию земель, входящих в земельный отвод предприятия» определяется по формуле

$$З_p = 0,04Э_r, \text{ млн. руб. (4.14)}$$

где $0,04Э_r$ – 4 % от годовой себестоимости производства готовой продукции предприятия.

Показатель 28 «Доля экологических затрат в себестоимости товарной продукции» определяется по формуле

$$\Delta_{эк} = Э_r / (З_{оос} + З_p) * 100\% \text{ (4.15)}$$

Показатель 29 «Лимит экологических затрат» определяется по формуле

$$Э_{лим} = (З_{оос} + З_p) * 0,15, \text{ млн. руб. (4.16)}$$

Показатель 30 «Затраты на социальные нужды» определяется по формуле

$$З_c = K_1 * Ч, \text{ млн. руб. (4.17)}$$

где K_1 – удельные годовые затраты на профилактическое питание и санаторно-курортное лечение 1 трудящегося, млн. руб.;

$Ч$ – явочная численность трудящихся предприятия, чел. Лимит затрат – 1,5 % от годовой себестоимости продукции предприятия.

Показатель 31 «Затраты на подготовку кадров» определяется по формуле

$$З_k = K_2 * K_{тек} * Ч, \text{ млн. руб. (4.18)}$$

где K_2 – удельные годовые затраты на подготовку 1 среднестатистического трудящегося горного предприятия, млн. руб.;

$K_{тек}$ – среднестатистический коэффициент текучести кадров, доли ед. Лимит затрат – 4,5 % от себестоимости производства готовой продукции

Показатель 32 «Амортизация» определяется по формуле

$$A_o = K_a * П_{ф}, \text{ млн. р. (4.19)}$$

где K_a – среднестатистический годовой коэффициент амортизации производственных фондов горного предприятия, доли ед.;

$П_{ф}$ – сумма производственных фондов горного предприятия, млн. руб.

Показатель 33 «Годовой доход» определяется по формуле

$$Д_r = C_r - З_r, \text{ млн. р. (4.20)}$$

где C_r – годовая стоимость продукции без налога на добавленную стоимость, млн. р.;

$$C_r = U * Ц_k, \text{ млн. руб.};$$

Z_r - годовые эксплуатационные затраты с учетом амортизационных отчислений, млн. р.

Показатель 34 «Годовой доход без амортизации» определяется по формуле

$$D_r' = D_r - A_o, \text{ млн. р. (4.21)}$$

Показатель 35 «Годовая прибыль» определяется по формуле

$$\Pi_r = C_r - (Z_r + H_z + Z_{оос} + Z_p + Z_c + Z_k), \text{ млн. руб. (4.22)}$$

где H_z – величина налогов, платежей, отчислений, учитываемая в структуре эксплуатационных затрат, млн. р.

Показатель 36 «Налоги на прибыль» - H_{Π} определяется по формуле

$$H_{\Pi} = 0,24 * \Pi_r, \text{ млн. р. (4.23)}$$

Показатель 37 «Чистая годовая прибыль» определяется по формуле

$$\Pi_{\text{ч}} = \Pi_r - H_{\Pi}, \text{ млн. руб. (4.24)}$$

Показатель 38 «Чистая годовая прибыль без амортизации» определяется по формуле

$$\Pi_{\text{ч}}' = \Pi_{\text{ч}} - A_o, \text{ млн. руб. (4.25)}$$

Показатель 39 «Минимально-промышленное содержание» определяется по формуле [18]

$$C_{\text{мин.}} = \frac{(Z_{\text{ун}} + H_y) \times C_k}{C_k \times I_o \times (1 - P) \times (1 - H_d)} \% \quad (4.26)$$

где $Z_{\text{ун}}$ – полные эксплуатационные затраты на добычу и обогащение 1 т руды с учетом налогов, платежей и отчислений, которые входят в структуру эксплуатационных затрат за исключением налога на добычу;

H_y – налоги, отчисления и платежи, не входящие в структуру эксплуатационных затрат на 1т руды; H_d – ставка налога на добычу, доли единицы.

Показатель 40 «Общие капитальные вложения» (K_o , млн. руб.) принимаются согласно проекта (ТЭО) разработки.

Показатель 41 «Удельные капитальные вложения» определяются по формуле

$$K_y = K_o / D_z, \text{ тыс. р. (4.27)}$$

где D_z – эксплуатационные запасы руды в недрах, т.

Показатель 42 «Производственные фонды» ($\Pi_{\text{ф}}$, млн. р.) принимаются согласно проекта (ТЭО).

Показатель 43 «Чистая дисконтированный доход» (ЧДД, млн. р.) определяется по формуле 4.1.

Показатель 44 «Внутренняя норма прибыли» (ВНП, IRR, %) определяется по формуле

$$\text{IRR} = r_1 + f(r_1) / (f(r_1) - f(r_2)) * (r_2 - r_1), \quad (4.28)$$

где r_1 – значение коэффициента дисконтирования, при котором $f(r_1) > 0$ ($f(r_1) < 0$); r_2 – значение коэффициента дисконтирования, при котором $f(r_2) < 0$ ($f(r_2) > 0$).

Показатель 45 «Срок окупаемости проекта» рассчитывается по формуле

$$T_{\text{ок}} = K_0 / \Pi_{\text{чср}}, \text{ лет}, \quad (4.29)$$

где $\Pi_{\text{чср}}$ – среднегодовая чистая прибыль, млн. р.

Используя данный алгоритм технико-экономических повариантных расчетов с варьированием параметров рудника, технологии ведения добычных работ, технологии предконцентрации добытых руд их и переработки можно выбрать наиболее эффективную технологию разработки рудных месторождений подземным способом.

Контрольные вопросы:

1. Перечень исходных данных для расчета вариантов эксплуатации месторождений полезных ископаемых?
2. Алгоритм определения комплекса оптимальных параметров горнодобывающего предприятия?
3. Критерий расчета эффективного варианта эксплуатации месторождения?
4. Формулы для расчета показателей, используемых для определения эффективного варианта разработки месторождения?
5. Перечень налогов в структуре эксплуатационных затрат?
6. Показатели, отражающие эффективность применяемых технологий при разработке месторождений?

Практические занятия

Практика 1

1. Составить схему сортировки урановой руды, выдаваемой на поверхность со средним содержанием урана 0,125 %, размер куска забойной крупности, содержание SiO₂ – 70 %:

1.1. Крупнопорционная (повагонеточная) сортировка на сорта:

- богатая руда (более 0,2 %) на ГМЗ;
- рядовая руда (0,1 - 0,199 %) – на шихтовочный склад;
- бедная руда (0,03 – 0,099 %) – на РРОФ;
- хвосты (менее 0,03 %) – отвалы забалансовых руд или пустых пород.

1.2. Покусковая сепарация на РРОФ:

- богатая руда (более 0,2 %) на ГМЗ;
- рядовая руда (0,1 - 0,199 %) – на шихтовочный склад;
- бедная руда (0,03 – 0,099 %) на КВ;
- хвосты (менее 0,03 %) – отвалы забалансовых руд или пустых пород.

Практика 2

Рассчитать плановые показатели покусковой сепарации урановых руд рентгенорадиометрическим методом:

1. Показатель извлечения в зависимости от петрографического состава вмещающих оруденение пород:

- извлечение руды в концентрат

$$\varepsilon = \alpha / (0,37975 + 0,00164 * \alpha + 0,00007 \alpha^2) \quad (3.48)$$

где α – содержание SiO₂ = 70 %.

- извлечение урана в концентрат

$$\varepsilon_1 = \varepsilon * \alpha_u * K_{об} \quad (3.49),$$

где $\alpha_u = 0,088$ % - содержание урана в исходной руде; $K_{об}$ – коэффициент обогащения руды при сортировке, доли ед.:

$$K_{об} = 1 / (0,17716 + 1,90623 * \alpha_u - 2,82782 * \alpha_u^2).$$

2. Показатели извлечения в зависимости от содержания урана в исходной руде:

- извлечение руды в концентрат

$$\varepsilon = \varepsilon_1 / \alpha_u * K_{об} \quad (3.50)$$

где $K_{об} = 1 / (0,17716 + 1,90623 * \alpha_u - 2,82782 * \alpha_u^2)$

- извлечение урана в концентрат

$$\varepsilon_1 = 91,36259 - 26,41993 * \log \alpha_u - 26,33459 * \log (\alpha_u)^2 \quad (3.51)$$

3. Показатели извлечения в зависимости от контрастности урановых руд:

- извлечение руды в концентрат

$$\varepsilon = 10^{(-0,25400 + 1,16120 * M - 0,10452 * M^2)} \quad (3.52)$$

где $M = 1,15$ - коэффициент контрастности, доли ед.;

- извлечение урана в концентрат

$$\varepsilon_1 = \varepsilon * \alpha_u * K_{об}$$

где $K_{об} = 1 / (0,21197 - 0,22303 * M + 0,19165 * M^2)$

4. Показатели извлечения в зависимости от размера куска:

- извлечение руды в концентрат

$$\varepsilon = 53,10006 - 36,48761 * \log K_{кр} + 7,85707 * \log (K_{кр})^2 \quad (3.53)$$

где $K_{кр} = 100$ мм - класс крупности;

- извлечение урана в концентрат

$$\varepsilon_1 = 10^{(1,04409 + 0,89747 * \log K_{кр} - 0,22083 * \log (K_{кр})^2)} \quad (3.54)$$

Показатели извлечения при покусковой сепарации, рассчитанные по четырем показателям, сравниваются между собой и к планированию принимаются наиболее низкие, как граничные.

5. Количество богатого концентрата, направляемого на ГМТ, определяется по формуле

$$\varepsilon_{гмт} = 3,53721 / \alpha_{мин пром} + 21,87825 - 76,53888 * \alpha_{мин пром} \quad (3.55)$$

где $\alpha_{мин пром} = 0,030$ % - минимально-промышленное содержание, %.

Количество урана в концентрате, направляемого на ГМТ, рассчитывается по формуле

$$\varepsilon_{1 гмт} = 1,25262 / \alpha_{мин пром} + 81,40693 - 141,81298 * \alpha_{мин пром} \quad (3.56).$$

6. Количество урана в бедном концентрате, направляемом на КВ, рассчитывается по формуле

$$\varepsilon_{КВ} = \varepsilon_1 - \varepsilon_{ГМТ} \quad (3.58).$$

Практика 3

Рассчитать технико-экономические показатели для стоимостной оценке запасов.

1. Исходные данные:

- $B_{ГМТ}$ – запасы руды для гидрометаллургической переработки – 5000 т;

$B_{КВ}$ – запасы руды для кучного выщелачивания -15000 т;

$B_{ПВ}$ – запасы руды для подземного выщелачивания -10000 т.

2. $\alpha_{ГМТ}$ – Содержание урана в руде для ГМТ = 0,190 %;

$\alpha_{КВ}$ - Содержание урана в руде для КВ = 0,090 %;

$\alpha_{ПВ}$ - Содержание урана в руде для ПВ = 0,080 %.

3. $M_{ГМТ}$ – запасы урана в руде для ГМТ: $M_{ГМТ} = B_{ГМТ} * 10 \alpha_{ГМТ}$, кг;

$M_{КВ}$ – запасы урана в руде для КВ: $M_{КВ} = B_{КВ} * 10 \alpha_{КВ}$, кг;

$M_{ПВ}$ – запасы урана в руде для ГМТ: $M_{ПВ} = B_{ПВ} * 10 \alpha_{ПВ}$, кг.

4. Всего запасов руды: $B = B_{ГМТ} + B_{КВ} + B_{ПВ}$, т

Всего запасов урана $M = M_{ГМТ} + M_{КВ} + M_{ПВ}$, кг

6. «Потери» рассчитываются по формуле

$$П = (B - B_1) / B * 100 \%, \quad (4.3)$$

где B_1 – количество погашенной балансовой руды = 28000 т, т.; B – количество балансовой руды в контуре рудника = 30000 т.

7. «Разубоживание» определяется по формуле

$$P = (D - B_1) / D * 100 \%, \quad (4.4)$$

где D – количество добытой товарной руды = 33000, т.

Эксплуатационные запасы принимаем равными балансовым.

Практика 4

Экономико-математическая модель оценки эффективности технологии добычи, предконцентрации и переработки скальных урановых руд

Рассчитать показатели:

1. Показатель 36 «Налоги на прибыль» - H_{Π} определяется по формуле

$H_{\Pi} = 0,24 * P_{\Gamma}$, млн. руб. , где P_{Γ} - годовая прибыль рассчитывается по формуле показателя 35.

2. Показатель 37 «Чистая годовая прибыль» определяется по формуле

$$P_{\text{ч}} = P_{\Gamma} - H_{\Pi}, \text{ млн. руб.}$$

3. Показатель 38 «Чистая годовая прибыль без амортизации» определяется по формуле $P_{\text{ч}}' = P_{\text{ч}} - A_o$, млн. руб.

Где Показатель 32 «Амортизация» определяется по формуле

$$A_o = K_a * P_{\Phi}, \text{ млн. руб.} \quad (4.19)$$

Где $K_a = 0,15$ - среднестатистический годовой коэффициент амортизации производственных фондов горного предприятия, доли ед.; $P_{\Phi} = 150$ – сумма производственных фондов горного предприятия, млн. руб.

4. Показатель 39 «Минимально- промышленное содержание» определяется по формуле

$$C_{\text{мин.}} = \frac{(Z_{\text{ун}} + H_y) \times C_k}{C_k \times I_o \times (1 - P) \times (1 - H_d)} \%$$

Где $Z_{\text{ун}}$ – полные эксплуатационные затраты на добычу и обогащение 1 т руды с учетом налогов, платежей и отчислений, которые входят в структуру эксплуатационных затрат за исключением налога на добычу ($Z_{\Gamma} = \text{показатель 25} + \text{показатель 32}$); H_y – налоги, отчисления и платежи, не входящие в структуру эксплуатационных затрат на 1т руды (не учитывать); H_d – ставка налога на добычу = 0,08, доли единицы.

5. Показатель 40 «Общие капитальные вложения» ($K_o = 650$ млн. руб.)

6. Показатель 41 «Удельные капитальные вложения» определяются по формуле $K_y = K_o / D_3$, тыс. руб.

Где $D_3 = 30000$ т, эксплуатационные запасы руды в недрах.

7. Показатель 42 «Производственные фонды» $P_{\phi} = 150$ млн. руб – сумма производственных фондов горного предприятия.

8. Показатель 43 «Чистая дисконтированный доход» (ЧДД, млн. руб.) определяется по формуле 4.1.

9. Показатель 45 «Срок окупаемости проекта» рассчитывается по формуле $T_{ок} = K_0 / P_{чср}$, лет,

где $P_{чср}$ – среднегодовая чистая прибыль, млн. руб рассчитывается по формулу $P_{ч'} = P_{ч} - A_0$, млн. руб. (показатель 38).

Практика 5

Оформление практических занятий по курсу «Управление качеством руд» и представление их в электронном виде.