

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ КОНТУРА ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК
С УЧЕТОМ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ КРЕПИ**

Иванов Д.Г, Зайцева Е.В.

Научный руководитель – ст. преподаватель Майоров Е.С.

Сибирский федеральный университет

Исходя из поставленных задач по обеспечению энерго-теплового снабжения России, необходимо развивать производство уранового сырья. Предполагается строительство новых и реконструкция старых производств. Проблемы строительства горного комплекса связаны с сооружением подземных выработок и поверхностных зданий.

Строительство подземных сооружений включает комплекс взаимосвязанных работ, относящихся к перепланировке участков строительства, реконструкции действующих зданий, работы обеспечивающие строительство подземных сооружений и поверхностных зданий.

При этом выделяют объекты подземного строительства и процессы связанные с проходкой и креплением горных выработок. Основными объектами подземного строительства являются горные выработки, расположенные под землей. Горные выработки - полости в земной коре, образуемые в результате извлечения горной породы и являющиеся основными частями подземных сооружений.

Строительство подземных сооружений связано с производственными процессами по выемке породы в контуре выработки и крепления её сечения. Комплекс работ, направленных на проходку горной выработки и её обустройство, называется строительством горной выработки, а процессы - горнопроходческими

Исходя из горнотехнологических условий ведения работ , устанавливается общий порядок производства работ по сооружению выработки. Взаимосвязанные процессы, направленные на разрушение горной породы в сечении выработки, её крепление, относятся к технологии проведения горных выработок. Здесь же учитываются процессы, связанные с проветриванием, водоотливом, освещением и вспомогательными работами др.

Решая задачу развития и реконструкции действующих рудников предприятия ОАО «ППГХО» предусматривается проведение горнопроходческих работ по строительству подземных сооружений, в том числе работы, связанные с проходкой и установкой временной крепи. Это предусматривает как увеличение производственной мощности предприятия, так и необходимость увеличения размеров выработок. Одновременно выполняется комплекс работ, связанный с проблемами транспорта, вентиляции и крепления подземных сооружений, т.е. технология проведения горных выработок и строительства горных сооружений.

Основываясь по данным практики ведения горных работ на горных предприятиях Норильска и Краснокаменска, установлены формы поперечных сечений при разработке запасов на глубоких горизонтах. Практика показывает, что в большинстве случаев используется арочная и комбинированная крепь из штанг и набрызгбетона. Применение рамной деревянной крепи нецелесообразно, так как её устойчивость и долговечность минимальны. Переход на более глубокие горизонты вытеснят данный вид крепи из рассмотрения. Установлено, что круглая и криволинейная формы сечения выработок обеспечивают более устойчивое состояние как при проходке, так и при эксплуатации выработок. Поэтому в дальнейших расчетах принимается сводчатая и коробчатая форма сечения капитальных выработок.

Учитывая практику ведения работ на глубоких горизонтах рудника «Таймырский», рассмотрены несколько вариантов проходки и крепления капитальных выработок, что предполагается внедрить при освоении запасов на рудниках ОАО ППГХО при глубине более 1000 м.

В обеспечении устойчивости подземных сооружений при эксплуатации определяющее значение имеет их безотказная работа от воздействия факторов природного и техногенного характера.

Проблема прогнозирования безопасного состояния породного контура и обделки подземного сооружения сводится к расчету устойчивости пород на контуре выработки и вблизи его в пределах зон неупругих деформаций.

Выход из строя отдельного элемента обделки ведет к снижению общей надежности подземного сооружения, остановке подземного сооружения для восстановительных работ на длительное время.

Основным видом отказов (95 %) является непрерывное увеличение смещений контура выработки, что приводит к критическому уменьшению сечения и разрушению отдельных элементов обделки - полному отказу выработки. Внезапный отказ в виде обрушений, горных ударов встречается реже (не более 5 % отказов) и сопровождается полной потерей выработкой своих функций.

Одной из основных задач определения устойчивости подземных сооружений является разработка практических методов расчета их надежности, позволяющих учитывать реальный характер изменчивости входящих в расчет величин.

В вопросе оценки устойчивости крепи основной является проблема исследования факторов действующих на обделку и оценка параметров устойчивости выработки на основе статистических данных по результатам ранее выполненных исследований.

Представлена рабочая блок-схема определения устойчивости подземного сооружения применительно к условиям горных выработок рудника «Таймырский» и рудника №1 УГРУ.

Под нагрузкой и устойчивостью в моделях надежности следует понимать не только действующие напряжения и несущую способность, но и другие параметры - смещения, вывалообразования, величина упругой энергии разрушения и другие факторы, которые фигурируют в критериях устойчивости и носят ярко выраженный статистический характер.

При разработке критериев устойчивости наибольшее распространение получил подход, основанный на расчете условий разрушения вмещающих пород, - сравнивают показатели прочностных или деформационных характеристик породы и крепи от действующих нагрузок. Вопрос надежности действующих подземных сооружений в процессе эксплуатации относится к основным при их строительстве и имеет большое технологическое и экономическое значение.

Потеря устойчивости выработки возможна из-за: вывалообразования, разрушения в зонах концентрации напряжений и чрезмерных смещений поверхностей выработок вследствие пластических деформаций.

Устойчивость подземных выработок зависит от ряда факторов, действие которых на их надежность, оценивается безразмерными коэффициентами, устанавливаемых на основании практического опыта и экспериментальных исследований.

Степень устойчивости окружающих пород определяется величиной комплексного показателя S:

$$S = \frac{K_M \cdot K_R \cdot K_W \cdot K_f}{K_N \cdot K_t \cdot K_A \cdot K_\alpha}$$

где K_M , K_N , K_W , K_R , K_t , K_A , K_α - коэффициенты, учитывающие соответственно крепость пород, влияние степени трещиноватости, число систем трещин и слоистость обводненности пород, влияния шероховатости поверхности трещин, величину раскрытия незаполненных трещин, заполнение трещин раздробленной породой, ориентацию выработки относительно наиболее развитой системы трещин; K_f - коэффициент готовности.

По данной формуле определены значения комплексного показателя устойчивости. Согласно которому горные породы ППГХО разделены на следующие категории по их устойчивости с определением времени допустимого обнажения выработки.

Табл. 1. Значение комплексного показателя устойчивости

Комплексный показатель устойчивости	Категория устойчивости грунта	Степень устойчивости грунта	Допустимое время обнажения выработки
≥ 70	I	Вполне устойчивые	Не ограничено
5-70	II	Устойчивые	До 6 мес.
1-5	III	Средней устойчивости	10-15 сут.
0,05-1	IV	Слабоустойчивые	Не более 1 сут.
\leq	V	Неустойчивые	Не допускается

Исходя из опыта ведения горных работ на руднике №1 УГРУ при проходке капитального вскрывающего квершлага были установлены величины стоимостных затрат на строительство выработки и металлоемкость крепления при использовании набрызгбетонного покрытия в комплексе с арками. При этом учитывалась степень контакта набрызгбетона смещающими породами.

Очевидно, что при применении технологии с предварительным нанесением бетонной смеси, до установки арок более эффективна и надежна чем в случае когда бетонирование ведется после установки арок и забутовки закрепного пространства.