УДК 624.04

Д.Б.ЗЫКОВ
Факультет освоения подземного пространства,
аспирант кафедры строительства горных предприятий
и подземных сооружений

ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ БЕЗОПАСНЫХ ТИПОВ И ПАРАМЕТРОВ КРЕПИ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ВЫРАБОТОК В РЫХЛЫХ РУДАХ

Описан опыт установки и эксплуатации крепей различных типов в рыхлых рудах. Указаны недостатки и достоинства этих крепей и сделан вывод о возможности дальнейшего их использования. Приведены методика и результаты натурных наблюдений за формированием породного контура и смещений рудного массива вокруг горизонтальной выработки.

Experience of installation and use of supports of various types in friable ores is described. Advantages and disadvantages of this type of supports are shown. Results of natural observation over a rocky contour formation and displacement of ore massif around horizontal excavation are given.

Проведение выработок в рыхлых рудах представляет значительные трудности, связанные с обеспечением устойчивости рудного контура. Так как опыта по креплению выработок в слабых рудах нет, то в каждом конкретном случае необходимо разрабатывать рекомендации по их креплению. В статье рассмотрен опыт крепления выработок в рудном массиве Яковлевского рудника. Выработка ориентирована вкрест простирания залежи рудного тела.

К слабым рудам Яковлевского железорудного месторождения можно отнести следующие типы: железнослюдково-мартитовая рыхлая и железнослюдково-мартитовая хлоритизированная. Физико-механические характеристики свойств руд приведены в таблице.

Из таблицы видно, что руды обладают довольно низкими прочностными показателями, которые, возможно, завышены, так как при отборе образцов самые слабые прослойки разрушались и, соответственно, не испытывались. Кроме того, прочность рыхлых руд резко снижается при увлажнении.

Способы поддержания выработок в слабых рудах не регламентируются нормативными документами. Для разработки рекомендаций по креплению выработок проведены опытно-промышленные испытания крепей.

Исследовалась возможность применения упрочняющей и поддерживающей крепей. Упрочняющая крепь – комбинированная крепь из трубчатых гидрораспорных штанг (ТГРШ) с гибким подхватом и различными видами затяжек. Площадь выработки в свету в месте установки упрочняющей крепи $S_{св} = 13{,}2$ м^2. В качестве ТГРШ приняты гидрораспорные штанги «Swellex»

Обобщенные показатели физико-механических свойств руд по трассе экспериментальной выработки

Наименование руды	Удельный вес γ, 10^2 Н/м^3	Пористость n, %	Угол внутреннего трения φ, град.	Удельное сцепление C, МПа	Прочность $\sigma_{сж}$, МПа
Руда мартит-железнослюдковая рыхлая	2,7-3,9	8,32-30	27-38	0,17-0,4	1,1
Руда железнослюдково-мартитовая хлоритизированная	3,31-3,67	24,4-26,7	36-44	1,65-1,67	6,4

длиной 1,8 м. Поддерживающая крепь КМП-А3 из СВП-22 и СВП-27 с площадью в свету $S_{св}$ = 11,2 м^2 и $S_{св}$ = 14,9 м^2.

Шпуры под анкера при установке анкерной крепи с гибкими подхватами бурились перфоратором ПП-63. Однако пробурить шпур, а затем установить анкер перпендикулярно к контуру выработки при использовании переносного перфоратора невозможно. Схема фактического размещения анкеров на участке экспериментальной выработки, закрепленном упрочняющей крепью из ТГРШ с гибким подхватом, представлена на рис.1

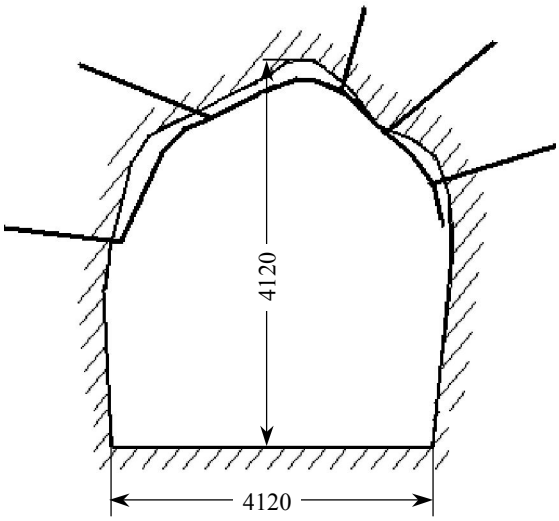


Рис.1. Схема фактического размещения анкеров

Установка анкеров с наклоном приводила к вывалам породы в местах установки анкеров. При установке гидрораспорного анкера массиву передается давление от стенок анкера. При наклонной установке анкера массив, расположенный между контуром выработки и гидрораспорным анкером, обрушается.

Устойчивое состояние контура выработки на участке, закрепленном упрочняющей крепью, возможно лишь в случае плотного прилегания затяжки к рудному контуру. Использовались различные виды затяжек: решетка с ячейкой 120 × 100 мм и диаметром стержня 12 мм, размер решетки 1300 × 400; сетка «рабица». Используя жесткую решетку с относительно высокой несущей способностью и сохраняя прежнюю технологию ведения буровзрывных работ, сложно добиться плотного прилегания затяжки к контуру. Сетка «рабица» обладает недостаточной несущей способностью.

Несмотря на относительно небольшой опыт крепления выработок в рудном массиве анкерами типа ТГРШ, можно предварительно заключить, что ни одна из испытанных конструкций упрочняющих крепей не предупреждает отслоения и обрушения руды с контура обнажения.

Качество оконтуривания выработки контролировалось съемкой поперечных сечений по трассе выработки. Характерное сечение выработки показано на рис.2.

Результаты съемки поперечных сечений на участке с проектной площадью в свету $S_{св}$ = 11,2 м^2 следующие:

Параметры	Средняя величина переборов, м	Среднее квадратическое отклонение, м
Лежачий бок	0,49	0,17
Кровля	0,42	0,15
Висячий бок	0,26	0,11

Основной причиной систематических переборов руды является динамическое воздействие взрывных волн от шпуровых зарядов на вмещающий рудный массив. Несовершенство паспорта буровзрывных работ, повышенная глубина шпуров и величина шпурового заряда, завышение мощности взрыва на одну серию замедления, недостаточный контроль за производством буровзрывных

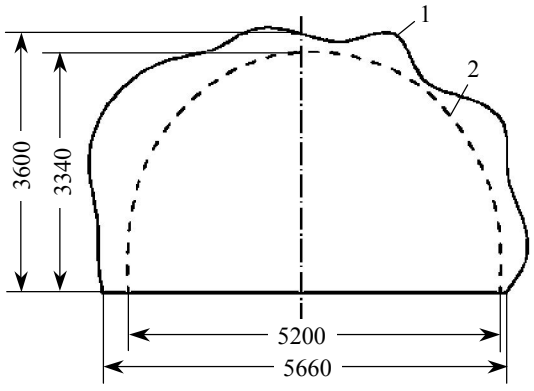


Рис.2. Поперечные сечения экспериментальной выработки
1 – фактический рудный контур; 2 – внешний контур крепи КМП-А3

работ усиливают влияние взрывного фактора на массив. По предварительной оценке техногенная трещиноватость прослеживается на глубину до 1,5 м от контура выработки. Взрывные работы в забое влияли на деформации вмещающего массива и на предыдущих заходках. Руда отслаивается крупными глыбами и рудной мелочью. Возрастает нагрузка на крепь, что проявляется в прогибе металлической затяжки между рамами. Несмотря на указанные факты деформаций рам, обрывов хомутов, изгибов планок не отмечено.

Для обеспечения связи рудного массива с крепью пространство за внешним контуром крепи КМП-А3 забучивалось лесом. Однако забучивание не всегда выполнялось качественно, что приводило к образованию неподкрепленных участков с последующим обрушением рудного контура в этих местах.

Процесс последующего разрушения рудного контура за крепью контролировался зондированием закрепного пространства металлическим щупом. Установлено, что расстояние от крепи до целика местами увеличилось до 1,5 м. Средние значения переборов зависят от поперечного сечения выработки. На участке выработки с $S_{св}$ = 11,2 м^2 среднее значение расстояния от внешнего контура крепи до массива в кровле выработки составляет 0,44 м, а на участке с $S_{св}$ = 14,9 м^2 – 0,91 м. Зондирование показало, что последующее «обыгрывание» контура выработки является весомым фактором, способным отрицательно повлиять на устойчивость опытных камер.

Помимо контроля качества оконтуривания и процесса последующего разрушения рудного контура, проводились наблюдения за смещениями массива пород вокруг выработки. Для этого по всей трассе выработки устанавливались (рис.3) глубинные реперные станции (ГРС).

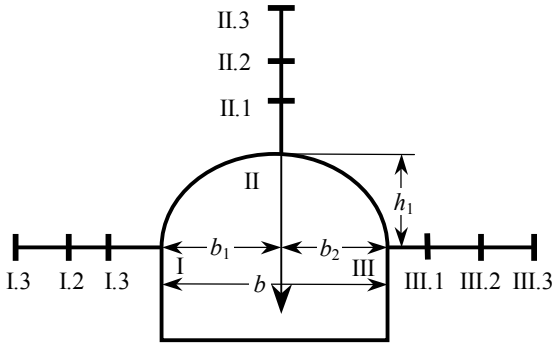


Рис.3. Схематичное устройство ГРС

По смещениям реперов, установленных на различной глубине, можно оценить форму и размер зоны неупругих деформаций, что, в свою очередь, позволяет судить о величинах нагрузок на крепь. На рис.4 показаны смещения реперов по глубине одной из ГРС. Согласно наблюдению зона неупругих деформаций составляет около 1,25 м.

Таким образом, опыт применения ограждающего типа крепи КМП-А3 на Яковлевском руднике позволяет отметить, что данный вид крепи обеспечивает устойчивость горных выработок.

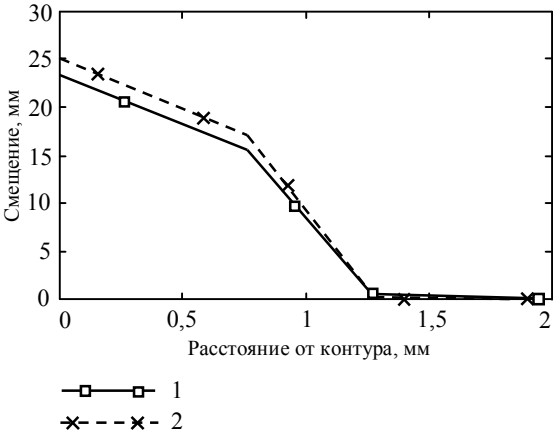


Рис.4. Смещение реперов одной из ГРС
1 – после 44 сут; 2 – после 218 сут

Научный руководитель д.т.н. проф. *А.Г.Протосеня*