

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КРЕПЕЙ СОПРЯЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ТРЕЩИНОВАТЫХ ПОРОД

В современном шахтном строительстве на каждый километр проводимых горных выработок в среднем приходится 7–8 сопряжений. Это обусловлено необходимостью эффективного развития горных работ, как на рабочих, так и на подготавливаемых горизонтах горных предприятий. Значительная часть сооружаемых сопряжений приходится на капитальные горные выработки, срок службы которых равняется сроку службы горизонта или шахты.

Строительство таких сопряжений является весьма сложным и трудоемким процессом, сопровождающимся низкими темпами сооружения, значительным увеличением расхода материалов и трудозатрат по сравнению с обычной выработкой.

Цель исследований состоит в определении рациональной области применения различных типов крепей сопряжений в условиях трещиноватых пород.

Наиболее важными требованиями к крепям сопряжений, сформулированными в нормативных документах [1], являются необходимая прочность и достаточное сопротивление крепи для безремонтного поддержания, а также безопасность при их возведении и эксплуатации. Успешное выполнение этих и других требований предопределило появление целого ряда типовых проектов и технологических схем сооружения сопряжений горных выработок [2, 3 и др.], в которых рекомендуется располагать сопряжения в достаточно прочных горных породах вне зоны влияния очистных работ, в охранных целиках, за границами зоны технологических нарушений и сдвижения горных пород. Однако, практика показывает, что в перечисленных условиях сооружается только 25–30 % сопряжений от общего объема. Это говорит о том, что при проектировании и строительстве значительной части сопряжений не в полной мере учитываются особенности конкретной горно-геологической и горнотехнической ситуации, что ведет к резкому увеличению числа деформированных сопряжений и снижению безопасности их эксплуатации.

Отечественный опыт показывает, что узлы сочленения выработок в большинстве случаев возводятся без учета реального состояния породного массива, т. е. либо с многократным неоправданным запасом прочности (резкое удорожание конструкции), либо с недостатком такового (деформация и разрушение).

Особенности схем сооружения сопряжений, конфигурации применяемых типов и конструкций крепи, а также техники и технологии их возведения достаточно хорошо известны и подробно описаны целым рядом исследователей [4–6]. Однако, без учета оперативной информации о состоянии породного массива в конкретных горно-геологических условиях весьма трудно рассчитывать на успешное разрешение поставленной задачи. В этом плане основными и самыми весомыми факторами, влияющими на выбор материала и конструкции крепи, являются физико-механические свойства горных пород и степень их нарушенности в окружающем массиве.

Основной вид разрушения пород вокруг выработки — трещинообразование. И, как показывают исследования, проведенные в [4], степень нарушенности пород в районе сопряжения, как правило, на 30–40 % выше, чем вокруг одиночной выработки, а более 50 % радиальных трещин направлены в направлении, близком к продольной оси сопрягающихся выработок.

Задача исследований — оценить степень нарушенности горных пород в области сопряжений выработок с целью определения области рационального применения различных типов крепи сопряжений на основании установленного значения коэффициента трещиноватости горных пород ($k_{тр}$).

Из большого многообразия способов измерения трещиноватости горных пород можно выделить реометрический метод [7], как наиболее практичный, основанный на движении воздуха через раскрытые трещины в массиве на изолированном участке скважины.

Непосредственно на месте сооружения сопряжения измерить прочностные характеристики пород можно с использованием портативного прибора для экспресс-испытаний прочностных и деформационных свойств пород (ППЭИ) [8]. В обоих случаях непосредственно на месте отбора проб на образцах произвольной формы можно получить достоверные данные о прочностных свойствах пород.

На основании разработанных и апробированных методик по определению физико-механических свойств горных пород и трещиноватости породного массива, а также с учетом опыта успешной эксплуатации различных видов крепи сопряжений предложена номограмма для определения их рациональной области применения в зависимости от горно-геологических условий (рис. 1). Для пользования номограммой, изображенной на рисунке 1, необходимо из исходной точки, соответствующей прочности породы на одноосное сжатие, провести вверх вертикальную линию до пересечения с кривой определенного ранее коэффициента трещиноватости. Далее, в горизонтальном направлении до заданного пролета сопряжения и от этой точки вниз до соответствующего значения относительного коэффициента крепления $k_{кр}$ (на номограмме пример обозначен стрелкой).

Область рационального применения типа крепи сопряжения определяется по значению $k_{кр}$ в соответствии с приведенной ниже таблицей 1.

При обводненности вмещающих пород значение $k_{кр}$ увеличивается в 1,1–1,2 раза.

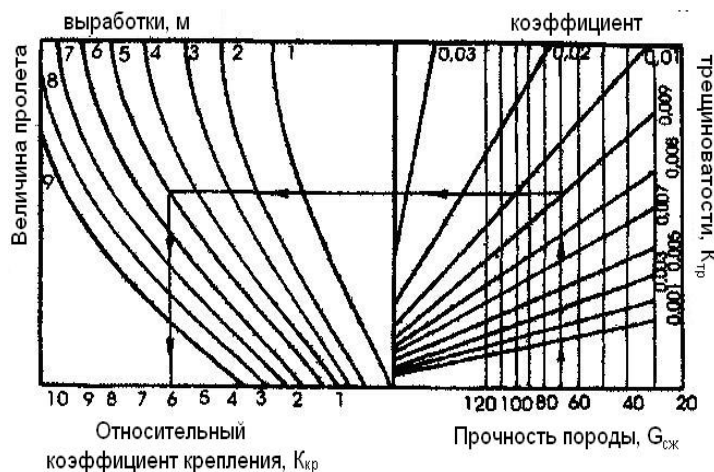


Рисунок 1 — Номограмма для определения относительного коэффициента крепления ($k_{кр}$) сопряжений горных выработок

Таблица 1 — Область рационального применения различных типов крепи сопряжения

Тип крепи сопряжения	Значение коэффициента $k_{кр}$									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Рамная	—————									
Рамно-анкерная		—————								
Монолитный бетон			—————							
Монолитный бетон, набрызг (временно)				—————						
Железобетон, сборный железобетон					—————					
Монолит., ж/б, сборн. ж/б + упрочнение пород							—————			

После проверки по условию надработки и степени влияния остаточного опорного давления и с учетом характера совместной работы различных сочетаний крепей можно сделать вывод о правильном выборе рационального и безопасного крепления сопряжений горных выработок.

Выводы:

1. Произведена оценка степени трещиноватости горных пород в области сопряжений выработок.
2. Предложена номограмма для определения относительного коэффициента крепления ($k_{кр}$)
3. Определена область рационального применения различных типов сопряжений на основании установленного значения коэффициента трещиноватости горных пород ($k_{тр}$).

Список литературы

1. СНиП П-94-80. Подземные горные выработки. — Введ. 1982-01-01. — М. : Стройиздат, 1982. — 28 с.
2. Типовые проектные решения № 401-11-075.87. Сопряжения горных выработок, закрепленных арочной крепью. — Харьков : Южгипрошахт, 1987.
3. РД 12.13.040-85. Технологические схемы проведения выработок околоствольных дворов. — Харьков : ВНИИОМШС, 1986.
4. Строительство сопряжений горных выработок / П. С. Сыркин, В. А. Минин, М. С. Данилкин, А. Н. Садохин. — М. : Недра, 1997. — 230 с.
5. Методика проектирования крепи и технология сооружения узлов сопряжений горизонтальных выработок. — Кемерово : КузНИИшахтострой, 1997.
6. Минин, В. А. О классификации сопряжений капитальных горных выработок и технология их сооружения / В. А. Минин // Шахтное строительство. — 1988. — № 10. — С. 23–26.
7. Литвинский, Г. Г. Измерение структурных неоднородностей массива при сооружении выработок / Г. Г. Литвинский, В. А. Касьянов // Технология и организация строительства горных выработок. — Кемерово : Кузбасс. политех. ин-т, 1988. — С. 100–107.
8. Литвинский, Г. Г. Портативный прибор для экспресс-испытаний горных пород / Г. Г. Литвинский, С. А. Курман // Шахтное строительство. — 1982. — № 4. — С. 12–14.