

УДК 622.281.7

к.т.н. Коробкин С. Г.  
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КРЕПЕЙ СОПРЯЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ТРЕЩИНОВАТЫХ ПОРОД

*Исследованы основные типы крепей сопряжений горных выработок в условиях трещиноватых пород. На основании исследований степени трещиноватости пород определен оптимальный материал крепи и область ее рационального применения в конкретных условиях.*

**Ключевые слова:** типы крепей сопряжений, требования, трещиноватость пород, реометрический метод, коэффициент крепления, область применения.

### Введение.

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.

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 рас-

полагать 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.

**Объектом исследований** является вмещающие горные породы с различной степенью трещиноватости, изучаемые с помощью реометрического метода.

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, 5, 6]. Однако, без учета оперативной информации о состоя-

нии 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 ( $k_{тр}$ ).

В связи с тем, что процесс трещинообразования вокруг сопряжения, ровно как и физико-механические свойства пород, постоянно изменяются во времени, остро встает вопрос получения оперативных данных по этим параметрам на момент сооружения сопряжения. Это достигается применением таких способов и средств исследования свойств массива, которые непосредственно на месте производства работ позволяют получить достоверную информацию о трещиноватости и прочностных характеристиках пород.

Поэтому, важной задачей обеспечения устойчивости и повышения безопасности строительства и эксплуатации сопряжений является выбор оптимального и рационального типа крепи и технологии ее ведения.

Из большого многообразия способов измерения трещиноватости горных пород

можно выделить электроемкостный метод интроскопии измерения неоднородности породного массива [7], который заключается в последовательном перемещении датчика-интроскопа по скважине и записи показаний частотомера на каждом интервале измерения. Но наиболее практичным в этом плане является реометрический метод [8], основанный на движении воздуха через раскрытые трещины в массиве на изолированном участке скважины. Оба метода позволяют получить реальное значение коэффициента трещиноватости  $k_{тр}$  и его изменение от контура сопряжения вглубь массива.

Непосредственно на месте сооружения сопряжения измерить прочностные характеристики пород можно с использованием портативного прибора для экспресс-испытаний прочностных и деформационных свойств пород (ППЭИ) [9]. 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 зна-

## РОЗРОБКА КОРИСНИХ КОПАЛИН

чению  $k_{кр}$  в соответствии с приведенной ниже таблицей 1.

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

После проверки по условию надрработки 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.

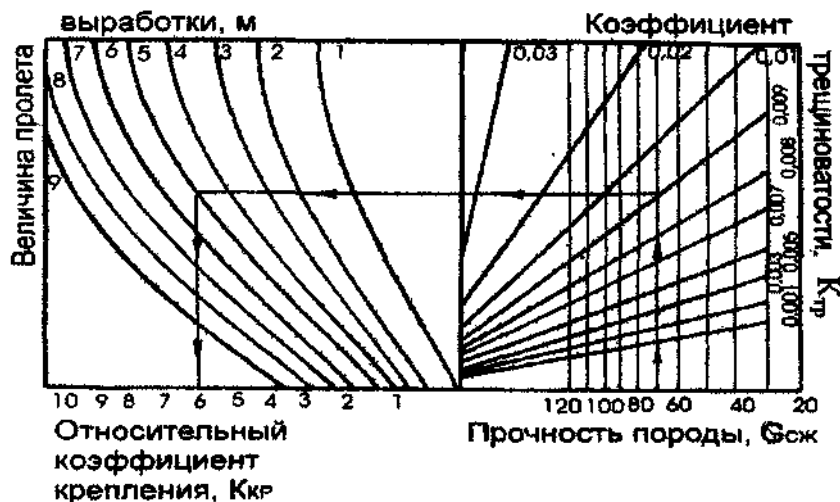


Рисунок 1 — Номограмма для определения относительного коэффициента крепления ( $k_{кр}$ ) сопряжений горных выработок

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								—	—	

### Выводы:

1. Произведена оценка степени трещиноватости горных пород в области сопряжений выработок.

2. Предложена номограмма для определения относительного коэффициента кре-

пления ( $k_{кр}$ ).

3. Определена область рационального применения различных типов сопряжений на основании установленного значения коэффициента трещиноватости горных пород ( $k_{тр}$ ).

**Библиографический список:**

1. Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. — Ч. II: Подземные горные выработки. — [Утв. : 31.12.1980; № 232] — М.: Стройиздат, 1982. — 37 с.
2. Сопряжения горных выработок, закрепленных арочной крепью: Типовые проектные решения № 401-11-075.87. — Харьков: Южгипрошахт, 1987.
3. Технологические схемы проведения выработок околоствольных дворов. РД 12.13.040-85. — 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, Кузбасс. политех. ин-т. — Кемерово, 1988. — С. 100–107.
8. Бабиюк Г. В. Определение коэффициента трещиноватости пород при реометрических измерениях / Г. В. Бабиюк, С. Г. Коробкин // Шахтное строительство. — 1986. — №4. — С.14–16.
9. Литвинский Г. Г. Портативный прибор для экспресс-испытаний горных пород / Г. Г. Литвинский, С. А. Курман // Шахтное строительство. — 1982. — №4. — С. 12–14.

*Рекомендована к печати д.т.н., проф. ДонГТУ Литвинским Г. Г.,  
д.т.н., проф. НТУУ «КПІ» Гайко Г. И.*

Статья поступила в редакцию 11.02.14.

**к.т.н. Коробкін С. Г.** (ДонДТУ, м. Алчевськ, Україна)

**ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ОБЛАСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КРІПЛЕННЯ СПОЛУЧЕНЬ В УМОВАХ ТРІЩИНУВАТИХ ПОРІД**

*Досліджено основні типи кріплень сполучення гірських виробок в умовах тріщинуватих порід. На підставі досліджень ступені тріщинуватості порід визначено оптимальний матеріал кріплення і область її раціонального використання в конкретних умовах.*

**Ключові слова:** *типи кріплень сполучень, вимоги, тріщинуватість порід, реометричний метод, коефіцієнт кріплення, область застосування.*

**Korobkin S. G.** Candidate of Engineering Sciences (DonSTU, Alchevsk, Ukraine)

**DEFINITION OF THE OPTIMAL FACE-END SUPPORT SCOPE IN THE CONDITIONS OF FISSURED STRATA**

*Main types of face-end supports of excavation in the conditions of fissured strata are researched. On the basis of fissured strata degree research the optimal material of face-end support and the scope of its rational application in specific conditions were defined.*

**Key words:** *types of face-end supports, requirements, fissured strata, rheometric method, fastening relative ratio, application scope.*