

Таким образом, вновь разработанные полимерные вспучивающиеся композиции различного функционального действия позволяет решать специфические задачи, возникающие при ликвидации пожаров в шахтах.

### Литература

1.Грядущий Б.А., Крупка А.А., Семенов Л.А. Противоаварийная защита шахт //Горноспасательное дело: Сб. науч. тр./НИИГД.-Донецк, 1993. С.3-7.

## Влияние динамической нагрузки на изменение физико-механических свойств горных пород

Рязанцев Н.А., Клочко И.И., Петелин Э.А.

Известно, что в результате взрыва заряда ВВ в горной породе формируется динамическое поле, характеризующееся различными параметрами в том числе и возникающими напряжениями. В работах [1,2] показано, что в области некоторых напряжений сжатие и разгрузка горных пород происходит упруго, а при снятии нагрузки в среде сохраняется остаточная деформация, которая изменяет первоначальные физико-механические свойства среды.

Для исследования влияния параметров взрывного нагружения на изменение физико-механических свойств нами были выбраны породы различного генезиса: граниты и доломиты. Физические характеристики пород, полученные по данным геологической разведки, представлены в таблице.

Физические характеристики пород

Таблица

Наименование породы	Предел прочности на одноосное сжатие	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Скорость звука, С м/с
1	2	3	4
Гранит	170	2600	5200
Доломит	120	2550	4990

Нагружение пород осуществляли зарядами аммонита N 6 ЖВ массой 25 г, 50 г, 100 г, которые размещали в шпурах диаметром 32 мм и 40 мм при глубине 200-400 мм в подошве уступов на карьерах.

После взрыва отбирались куски породы таким образом, чтобы минимальный размер грани куска был > 60 мм по концентрическим окружностям с радиусом от 0 до 100 мм от центра. Центром служила ось шпурового заряда. Отобранные образцы подвергались опиловке алмазной пилой с соблюдением требований ГОСТа [3].

Образцы подвергались исследованиям на: удельное электрическое сопротивление ( $\rho_z$ ); скорость прохождения предельных и поперечных волн (С); предел прочности при одноосном сжатии ( $\sigma_{сж}$ ).

В результате выполненных исследований установлено, что на физико-механические свойства пород изменяются по мере удаления от центра взрыва. Естественно предположить, что на физико-механические свойства горных пород наложили свой отпечаток и предыдущие нагрузки от массовых взрывов, но взрывание шпуровых зарядов привело к тому, что, например, наименьшими прочностными характеристиками обладали образцы, отобранные в зонах, прилегающих к центру взрыва.

Для практических целей прежде всего представляет интерес изменение прочностных характеристик среды. Поэтому рассмотрим их более подробно, однако отметим, что  $\sigma_{сж} = f(\bar{r})$  весьма хорошо коррелирует с  $\rho$ , и  $C_1 = f(\bar{r})$ , где  $\bar{r} = r/d_{зар}$ .

$r$  - расстояние от центра заряда до места отбора проб, мм;

$d_{зар}$  - диаметр шпура, мм.

Исследованиями установлено, что  $\sigma_{сж}$  изменяется по циклическому закону, стремясь к предельной величине, которая представляет собой  $\sigma_{сж}$  по данным геологоразведки. Цикличность изменения приводит к тому, что в случае гранита на удалениях  $/10-15/\bar{r}$  и  $/30-35/\bar{r}$  происходит снижение прочности по отношению к предыдущим зонам. При этом в зоне  $/30-35/\bar{r}$  в 1.3-1.6 раза выше, чем в зоне  $/10-15/\bar{r}$ . Для доломитов наименьшие значения  $\sigma_{сж}(\bar{r})$  приходятся на зоны  $\bar{r} = 3.3$ ;  $\bar{r} = 10-12$ ;  $\bar{r} = 16.6$ . При этом абсолютная величина  $\sigma_{сж}$  составляет 30-50 МПа, что в 2.5-4.0 раза меньше исходной.

Исследованиями установлено, что чередование зон ослабления и повышения упругих и прочностных свойств происходит с четкой цикличностью через  $20\bar{r}$  для гранита и  $6.6\bar{r}$  для доломита. При этом  $\sigma_{сж}(\bar{r})$  в случае доломита на удалениях  $5.0-7.0\bar{r}$  меньше  $\sigma_{сж}$  всего в 1.3 раза, а для гранита эта величина в 2.3 раза меньше исходной. Последнее можно объяснить с позиций физико-механических свойств горных пород, рассмотрев такой показатель, как пористость. Если в гранитах пористость составляет 0.4-5.2% при среднем значении 2.7%, то в случае доломитов пористость изменяется от 2% до 35% и в месте отбора проб составляла 20%.

Можно предположить, что в результате динамических нагрузок на этапе предразрушения в пористых доломитах происходят изменения, связанные как с уплотнением материала, что может привести как к увеличению  $\sigma_{сж}$ , так и к увеличению раскрытия микро- и макродефектов, что дает снижение показателя  $\sigma_{сж}$ . Меньшие значения пористости в случае гранита не дают столь существенного эффекта уплотнения в ближних зонах, что имеет место в доломитах.

Чередование зон усиления и ослабления зависит, очевидно, от длины волны. На это указывает идентичность этого эффекта как в гранитах, так и в доломитах на удалении до  $10\bar{r}$ , так как в этой зоне по породе распространяется УВ. На удалениях  $>10\bar{r}$ , когда УВ переходит в волну напряжений  $\sigma_{сж}$  в доломите и граните меняется по различным законам, что свидетельствует о влиянии свойств, присущих только конкретной горной породе. Механизм формирования таких зон следует рассматривать на атомарно-молекулярном уровне, на что данная работа не претендует.

Вышеизложенное позволяет констатировать, что воздействие динамических нагрузок на горные породы изменяет физико-механические свойства по-

следних. Следовательно, отбитая горная масса имеет прочностные характеристики отличные от исходных.

Это необходимо учитывать, например, при производстве бетонов где в качестве наполнителя используется щебень с показателями, отличными от предполагаемых. Кроме того, учет снижения может привести к пересмотру энергозатрат на переработку сырья на стадиях механического измельчения.

### Литература

1. Мосинец В.Н. Деформация горных пород взрывом. - Фрунзе, 1971 - 188с.
2. Мосинец В.Н., А.В. Разрушение трещиноватых и нарушенных горных пород. - М.: Недра, 1982, - 248с.
3. Ямщиков В.С. Методы и средства исследования и контроля горных пород и процессов. - М.: Недра, 1982, - 296с.

## Управление системой "крепь-массив" с помощью инъекционного упрочнения пород

Дружко Е.Б. (ДонГАСА), Машир С.Я. (ОАО "Шахтостроитель")

Одним из эффективных способов повышения устойчивости выработок является инъекционное упрочнение пород. Известные теоретические и экспериментальные исследования по этому вопросу, в большинстве своём, базируются на предпосылке, что в результате инъекции скрепляющих растворов в трещиноватые породы при контурной зоны создаётся породобетонная конструкция повышенной несущей способности. Такой упрощённый подход вполне правомочен на первом этапе исследований и дал свои положительные результаты. Однако современный уровень развития геомеханики позволяет более конкретно сформулировать и решить задачу об обеспечении устойчивости выработок с помощью инъекционного упрочнения пород и выявить при этом дополнительные резервы этого способа.

Новый концептуальный подход к данной проблеме заключается в том, что ставится вопрос не о создании породобетонной конструкции с определёнными геометрическими и прочностными параметрами, а об управлении системой "крепь-массив" с помощью инъекционного упрочнения пород.

При инъекции скрепляющего раствора в приконтурный массив получается многослойная система, в которой в общем случае можно выделить пять элементов: традиционная крепь, затампонированное закрепное пространство, заинъектированная часть зоны неупругих деформаций, не заинъектированная часть этой зоны, остальной массив. Формирование и взаимодействие элементов рассматриваемой системы происходит во времени, при этом параметрами первых трёх элементов этой системы можно управлять, начиная с момента проведения выработки и в процессе её эксплуатации. Управленческие решения предварительно принимаются на основании теоретического прогнозирования и в дальнейшем корректируются в соответствии с результатами инструментальных наблюдений за контролируемыми параметрами системы "крепь-массив" и их отклонения от прогноза. Предлагаемый концептуальный подход развивает идеи, заложенные в "новоавстрийском методе крепления тоннелей" в крепях регулируемого сопротивления Московского горного института.