

4. Статистический метод обработки данных о прочностных свойствах реальных горных пород / В.Т. Глушко, Н.Т. Бобро, Г.Т. Рубец, Н.В. Кижняк // Сб. Научн. Тр. НИГРИ, 1971, - № 16, с. 10-14.

УДК 622.281.424

С.П. Мусиенко

К РАЗРАБОТКЕ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ РАЗРУШЕНИЕМ ПОРОД ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ ЛОКАЛЬНЫМИ ВОЗДЕЙСТВИЯМИ НА ПРИКОНТУРНЫЙ СЛОЙ

Существуют различные технологии крепления горных выработок [1,2], для реализации которых разработаны бетоноукладочные машины, бурильные установки, пневмонагнетатели, конструкции кровли и другое оборудование. Однако, можно выделить технологии и оборудование, позволяющие получить максимальный эффект при использовании способов локального воздействия. Рассмотрим некоторые из них, разработанные в Институте геотехнической механики НАН Украины.

Один из путей достижения поставленной цели связан с анкерованием приконтурных пород, которое должно быть направлено не только на создание упрочненной армопородной грузонесущей оболочки, а главным образом, на блокирование расслоения и разрыхления пород и на формирование блоков, препятствующих свободному истечению разрушенных пород в выработку. Такое анкерование обеспечивает перевод процесса разрушения и запредельного деформирования на режим с максимальным поглощением внутренней энергии массива и позволяет в породах III и IV категорий устойчивости с минимальными затратами существенно уменьшить (более чем вдвое) размеры зоны разрушения и (почти на порядок) смещение контура выработок и делает задачу повышения категории устойчивости пород технически разрешимой, путем блокирования свободного разрушения локальными воздействиями.

Параметры такой технологии представлены во временном технологическом регламенте [3]. Регламент содержит геомеханическое обоснование, область применения и технологию возведения одной из разновидностей рамно-анкерных крепей, а именно ограниченно-податливых, содержащих специальный соединительный элемент анкером с рамной крепью. Крепь состоит из

рамы, включающей верхняк и стойки, соединенные узлами податливости, и анкера, имеющего стержень и головку. На верхняке или стойки рамы установлены фигурные планки, на концах которых в отверстия пропущены анкеры. На стержнях анкеров установлены втулки, торцом опирающиеся на планку. Поперечный размер головки анкера больше размера отверстия втулки на величину

$$\Delta = \frac{2P_a}{\pi k d_B \sigma_B},$$

где P_a — несущая способность анкера; d_B — внутренний диаметр втулки; σ_B — предел прочности материала втулки; k — коэффициент, зависящий от формы и качества взаимодействующих поверхностей, при толщине стенки втулки от 5 до 10 мм и угле деформирования от 30° до 40° принимают равным 1,1 — 1,5.

Анкеры, закрепленные в массиве пород, взаимодействуют с рамой с заданным постоянным усилием. Смещение контура происходит при постоянном отпоре крепи, при постоянной или плавно изменяющейся скорости смещения. Такая совместная работа крепи и массива позволяет замедлить развитие неупругих деформаций приконтурного слоя пород, уменьшить величину конечных смещений контура выработки.

Проверка работы описанного узла податливости осуществлялась по методу задавливания пуансона (головки анкера) во втулку. В зависимости от разницы диаметров втулки и пуансона развивается соответствующее усилие, т.е. имеется возможность задавать несущую способность при боковой податливости ограниченно-податливой рамно-анкерной крепи. Однако, усилие развальцовки втулки не должно превышать усилие закрепления анкера в породном массиве и усилия на разрыв материала анкера.

Повышение устойчивости выработок может быть достигнуто также упрочнением пород инъекций скрепляющих растворов. При этом речь идет о повышении прочности естественно или искусственно нарушенных пород. Предел прочности упрочненных пород $\sigma_c^{упр}$ не превышает предела прочности ненарушенных пород $\sigma_c^{нр}$ и составляет не более 80% $\sigma_c^{нр}$.

Способ инъекции скрепляющих растворов дает возможность увеличить прочность массива, разбитого естественными и искусственными трещинами. Поэтому основой для его применения является возможность нагнетания растворов в окружающий массив. Растворы проникают по трещинам раскрыти-

ем до 1 МКМ и образуют пространственную конструкцию, взаимодействующую с блоками породного массива. В зависимости от свойств применяемых растворов они могут иметь или не иметь адгезию с породой, однако эффект блокирования разрушения имеет место и в том и в другом случае, но его значение может существенно отличаться. Количество нагнетаемых растворов (до 5% от объема пород) и характер их взаимодействия с массивом, позволяет сказать, что имеет место локальное воздействие на приконтурные породы.

Таким образом, применение способа инъекции приконтурных пород позволяет, изменяя напряженное состояние приконтурных пород, в большей или меньшей степени изменить их остаточную прочность и тем самым повлиять на процесс разрушения вмещающего массива.

Увеличение работоспособного состояния горных выработок, пройденных в слабометаморфизированных породах, может быть обеспечено выполнением тампонажа закрепного пространства твердеющими материалами. С точки зрения механизма взаимодействия, воздействие тампонажа на приконтурные породы можно рассматривать как локальное, поскольку тампонажный камень не только является промежуточной конструкцией между крепью и массивом пород, но и как показывает исследование затампонируемых пород, растворы проникают в трещины между блоками и отдельностями приконтурных пород и существенно влияют на процесс разрушения указанного слоя пород, а посредством этого и на разрушение вмещающего массива, при этом деформационные характеристики пород не изменяются.

Очевидно, что для достижения максимального результата необходимо решать противоположные задачи:

для уменьшения дополнительных нагрузок на крепь — применять растворы с малым содержанием воды, быстро теряющие подвижность;

для достижения эффекта блокирования — добиваться полного контакта, максимального проникновения тампонажного раствора в приконтурные породы.

Возможность такого решения появляется при применении технологий с использованием разработанной нами многоцелевой бетоноукладочной машины МБМ [4].

Машина бетоноукладочная многоцелевая (МБМ) применяется для механизации бетонных работ при строительстве и ремонте подземных сооружений, шахт, тонкостенных пространственных конструкций и других промыш-

ленных объектов. Машина предназначена для: непрерывного до $6 \text{ м}^3/\text{ч}$ и циклического приготовления облегченных, обычных и тяжелых бетонных смесей с содержанием до 35% легкого или тяжелого наполнителя с фракцией 10 мм; транспортирования бетонной смеси подвижностью соответствующей осадке стандартного конуса от 4 см и выше на расстояние по горизонтали до 100 м и по вертикали до 20 м; укладки бетонной смеси за опалубку сложных конфигураций с высоким качеством уплотнения без вибрационной обработки; набрызга бетонной смеси на различные поверхности как с добавками ускорителей схватывания, так и без них; нагнетания бетонной смеси в швы, пустоты, скважины и трещиноватые зоны под давлением до 5 МПа.

Техническая характеристика: производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$ – 6; рабочее давление, МПа – 2; максимальный размер фракции заполнителя, мм – 10; дальность подачи смеси, м – по горизонтали – 100, по вертикали – 20; масса, кг – 1300.

Исполнение машины МБМ – рудничное взрывобезопасное или обычное.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградов В.В. Геомеханика управления состоянием массива вблизи горных выработок. – К.: Наук. думка, 1989. – 192 с.
2. Мусиенко С.П. Управление разрушением приконтурных пород с помощью анкеров // Управление состоянием предельно-напряженных работ: Сб. научн. трудов / НАН Украины. Ин-т геотехн. механики. – К.: Наук. думка, 1992. – С. 111 – 117.
3. Временный технологический регламент по применению ограниченно-податливой рамно-анкерной крепи с заданной несущей способностью / Госуглепром Украины. – Днепропетровск, 1993. – 10 с.
4. Усаченко Б.М., Мусиенко С.П., Сидоров Б.Г. Разработка и испытания машины бетоноукладочной многоцелевой // Технология и механизация крепления подготовительных и нарезных выработок: Тезисы докл. Всесоюзн. научн.-техн. совещания. – Кривой Рог: НИГРИ, 1991. – С. 50.