

техническую задачу, решению которой прикладывает все свои усилия сотрудники кафедры «Строительство шахт и подземных сооружений» ДонНТУ.

Библиографический список

1. Левіт В.В. Геомеханічні основи розробки і вибору комбінованих способів кріплення вертикальних стовбурів у структурно-неоднорідних породах: Автореф. дис...докт.техн. наук: 05.15.04/НГАУ. — Дніпропетровськ, 1999. — 36 с.
2. Заславский Ю.З. К вопросу о креплении и скорости проходки вертикальных шахтных стволов. Тезисы докладов на Всесоюзном научно-техническом совещании. ЦНИЭИУголь, ЦБНТИ Минуглепрома УССР, 1984. — С. 30–33.

© Формос В.Ф., Борщевский С.В., Дрюк А.А., Бородуля Н.Ф., 2003

УДК 622.281.74

Кандидаты техн. наук ТЕРЕЩУК Р.Н. (НГУ, г.Днепропетровск), БОРЩЕВСКИЙ С.В. (ДонНТУ)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ АНКЕРНОЙ КРЕПИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

Развитие угледобывающей отрасли требует постоянного внимания к ряду проблем, в том числе касающихся подземного комплекса работ. Повсеместное применение рамных податливых крепей из СВП (объемы этого вида крепи на шахтах Донбасса составляют 91,5%) не позволяет обеспечить безремонтного поддержания выработок, а традиционное управление их состоянием за счет изменения плотности установки рам, повышения податливости, применения тяжелых профилей лишь привело к росту материальных и трудовых затрат. При этом несущая способность горных пород, величина которой существенна даже за пределом прочности, почти не используется.

Основным условием обеспечения устойчивости подготовительных выработок является быстрый ввод крепи в работу и обеспечение хороших условий на контакте «крепь-порода». Как отмечается в работе [1], это в настоящее время один из главных вопросов в решении проблемы обеспечения устойчивости подготовительных выработок.

Анализ известных в отечественной и зарубежной практике технологических разработок в области крепления и поддержания выработок показывает, что одним из перспективных направлений решение вопроса обеспечения устойчивости капитальных и подготовительных горных выработок является применение анкерных систем, позволяющих достичь высоких темпов проведения выработок, снижения травматизма, обеспечить высокие технико-экономические показатели эксплуатации выработок.

Вместе с тем, объемы применения анкерных систем на шахтах Украины на сегодняшний день весьма незначительны и составляют несколько километров. Такое положение связано с осторожным отношением технического руководства шахт к непривычному виду крепи и объясняется рядом объективных причин, одна из которых — отсутствие общепризнанной методики расчета параметров анкерной крепи, отражающей реальные геомеханические процессы, происходящие в породном массиве в окрестности выработок.

Сложность исследований в натуральных условиях состояния приконтурного массива и детального изучения процессов, происходящих в нем при нарушении равновесия, вынуждает использовать для решения поставленных задач методы моделирования (как математические, так и лабораторные).

С целью изучения характера деформирования приконтурного массива пород и определения параметров анкерного крепления была проведена серия лабораторных испытаний на специальном плоском стенде кафедры строительных геотехнологий и конструкций Национального горного университета. Масштаб моделирования — 1:50. Исследования выполнялись для выработок с сечением 13–15 м². В качестве модельного материала применялись песчано-парафино-графитовые смеси [2].

На первом этапе исследования выполнялись на моделях из эквивалентных материалов для однородной среды. На втором этапе моделировалась слоистая среда, которая воспроизводила горно-геологические условия шахты «Алмазная», являющимися типичными для шахт Государственной холдинговой компании «Добропольеуголь». В результате моделирования были определены рациональные длины анкеров и плотность их установки при неоднородном породном массиве.

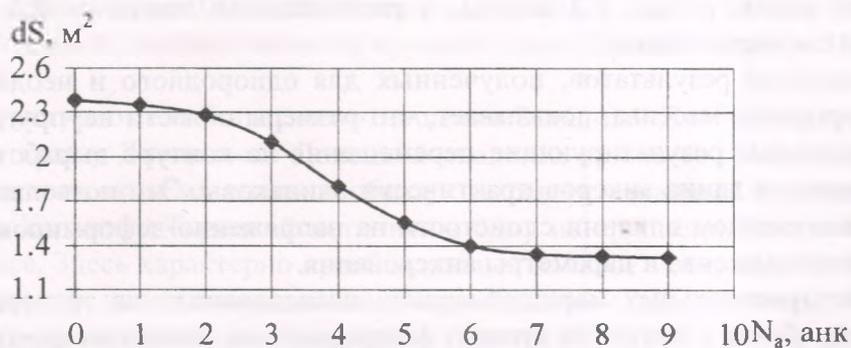


Рис. 1. Изменение поперечного сечения выработки в зависимости от количества анкеров

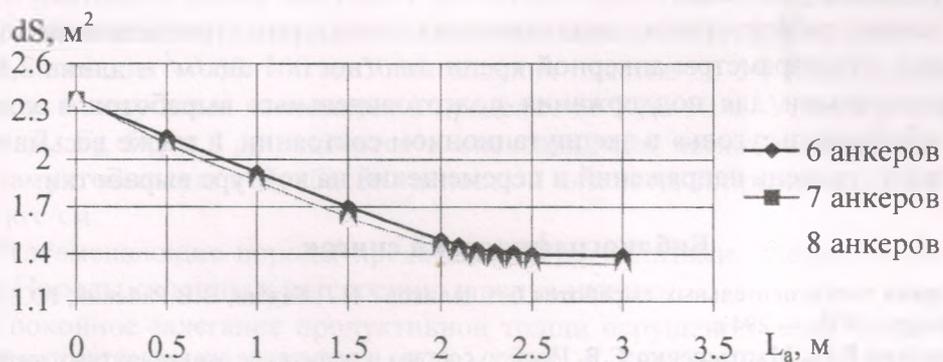


Рис. 2. Изменение поперечного сечения выработки в зависимости от длины анкера

Как следует из рисунков, достаточная плотность установки анкеров находится в пределах 1...1,2 анк/м², рациональная длина анкера — 2,2...2,5 м. Отношение значений деформаций массива в боках и кровле выработки, закрепленной анкерной крепью и незакрепленной составляет 2,3 и 2,8, соответственно.

Для определения параметров анкерного крепления, помимо экспериментальных методов исследования, использовались и аналитические методы. При решении упругопластической задачи использовался метод конечных элементов (МКЭ). Одним из наиболее удачных пакетов прикладных программ, позволяющих реализовать МКЭ, является ППП Cosmos/M, который может быть использован на основе итерационного подхода: при 3...4 итерациях отличие численного решения от точного составляет не более 8% [3].

Исследование напряженно-деформированного состояния горного массива в окрестности подготовительной выработки арочной формы выполнялось также в два этапа: для однородного и неоднородного породного массива.

В ходе расчетов принималось расположение выработки на глубине 800 м, что соответствует горному давлению, примерно, 21 МПа. В результате расчетов были определены размеры области неупругих деформаций (разрыхления) и ее зависимость от числа и длины анкеров. Максимальные результирующие перемещения при установке 7 анкеров длиной 2,5 м уменьшаются в 1,47 и 1,49 раза, а опускание замка свода выработки — на 45,6 и 44,9% для однородного и неоднородного породного массива соответственно. Достаточная плотность установки анкеров находится в пределах 0,8...1,0 анк/м² и 0,8...1,2 анк/м², а рациональная длина — 2,3...2,5 м и 2,2...2,5 м, для соответственно.

Сопоставление результатов, полученных для однородного и неоднородного (слоистого) породного массива, показывает, что размеры области неупругих деформаций, максимальные результирующие перемещения на контуре выработки, плотность анкерования и длина анкеров практически одинаковы. Это позволяет сделать вывод о несущественном влиянии слоистости на напряженно-деформированное состояние породного массива и параметры анкерования.

При инструментальных маркшейдерских исследованиях на экспериментальном участке выработки с анкерной крепью фиксировались величины смещений элементов контура выработки и крепи во времени. Шахтные наблюдения показали, что установка анкерной крепи практически не влияет на скорость и величину смещений почвы выработки, что подтвердило результаты аналитических и лабораторных исследований. Величина смещения пород кровли уменьшилась в 2...3 раза по сравнению с контрольным участком.

На основе лабораторных, аналитических и натурных исследования можно сделать вывод, что параметры анкерной крепи: плотность 1 анк/м² и длина 2,5 м являются достаточными для поддержания подготовительных выработок в условиях шахт ГХК «Добропольеуголь» в эксплуатационном состоянии, а также весьма значительно снижают уровень напряжений и перемещений на контуре выработки.

Библиографический список

1. **Охрана** подготовительных выработок без целиков / Н.П.Бажин, В.В.Райский, Ю.В.Волков и др. — М.: Недра, 1975. — 294 с.
2. **Терещук Р.Н., Мартыненко С.В.** Подбор состава и испытание эквивалентных материалов для изготовления неоднородных моделей // Геотехническая механика: Сб. науч. тр. ИГТМ НАН Украины. — Днепропетровск: Полиграфист, 2000. — Вып. 23. — С. 136–141.
3. **Терещук Р.Н.** Обоснование параметров анкерной крепи капитальных наклонных выработок в условиях шахт ГХК «Добропольеуголь»: Дисс... канд. техн. наук: 05.15.04. — Днепропетровск, 2002. — 162 с.

© Терещук Р.Н., Борщевский С.В., 2003