

УДК 622.281.74

ТЕРЕЩУК Р.Н., СКОБЕНКО А.В. (НГУ, Днепропетровск)

## **ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ АНКЕРНОЙ КРЕПИ НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НЕОДНОРОДНОГО ПОРОДНОГО МАССИВА**

Основным видом крепи подготовительных выработок глубоких шахт Донбасса является металлическая арочная податливая крепь из спецпрофиля. В настоящее время наибольшее распространение получила трехзвенная арочная крепь.

Однако существующие арочные крепи не позволяют сохранять подготовительные выработки в эксплуатационном состоянии весь срок службы. Неудовлетворительное состояние выработок и связанные с этим затраты на перекрепление, главным образом, обусловлены несоответствием конструктивных параметров арочных крепей характеру и величине проявления горного давления.

Применяемые конструкции крепи при низкой несущей способности не влияют на геомеханические процессы, протекающие вокруг выработки, являясь, по сути, пассивной ограждающей конструкцией, функции которой сводятся к предохранению выработки от вывалов и высыпания разрушенных и отслоившихся от ненарушенного массива пород.

Поэтому успешное решение вопроса обеспечения устойчивости капитальных и подготовительных горных выработок может быть при применении новых технологий прохождения выработок и использования более эффективных и металлосберегающих видов крепи, одной из которых является анкерная крепь. Основная задача при этом состоит в правильности выбора ее параметров: плотности установки и их длины.

Обоснование параметров анкерной крепи выполняется на основе изучения закономерностей изменения напряженно-деформированного состояния (НДС) контурного массива пород и сводится к определению ожидаемых смещений породного контура выработки, что предопределяет соответствующие величины длины и плотности установки анкеров.

Для решения поставленной задачи удобно использовать численные методы механики деформируемого твердого тела. Они обладают наибольшей общностью при описании механических процессов в породных массивах и конструкциях, так как свободны от влияния частных факторов, отражающих специфику горнотехнической ситуации. Эти методы также позволяют исследовать механические процессы в более широком диапазоне, т.е. дают возможность не только качественно, но и количественно прогнозировать результаты проявления горного давления.

Математическая модель, моделирующая состояние породы в окрестности местных нарушений сплошности (будь то естественные или искусственные причины), должна отображать основные явления, возникающие вследствие возникновения концентрации напряжений и возможного сопутствующего изменения физико-механических свойств окружающего материала.

В качестве способа решения граничной задачи о НДС массива в окрестности выработки используется метод конечных элементов (МКЭ). В настоящее время существует множество пакетов прикладных программ (ППП), позволяющих реализовать МКЭ. Одним из наиболее удачных пакетов для оценки НДС в окрестности выработок является ППП Cosmos/M.

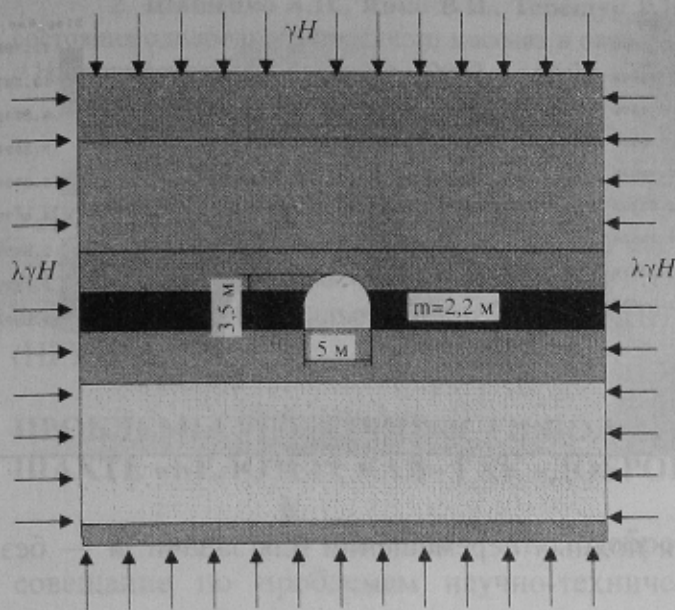


Рис. 1. Расчетная схема рассматриваемой задачи

На основании полученных результатов в работах [1, 2] исследовалось НДС горной породы в окрестности подготовительной выработки арочной формы, пройденной в неоднородном породном массиве. Расчетная схема приведена на рис. 1. Была решена задача об определении НДС горного массива и зоны разрыхления в окрестности выработки без подкрепляющих элементов и при наличии анкеров, а также плотности анкерования и их длины.

В ходе расчетов было принято, что выработка расположена на глубине 800 м, что соответствует горному давлению (принятому гидростатическим) примерно  $208 \text{ кгс/см}^2$ .

На рис. 2 прилегающие к выработкам зоны разрыхления показаны более темным цветом. Относительный радиус зоны разрыхления  $r_1/r_0$  для двух вариантов расчета равен 2,48.

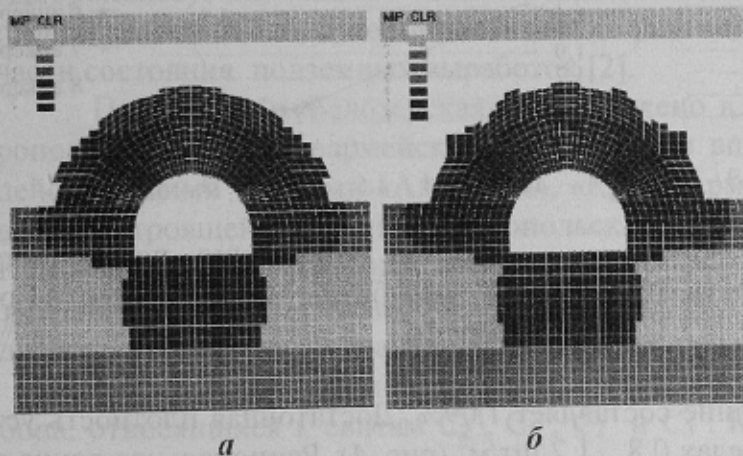


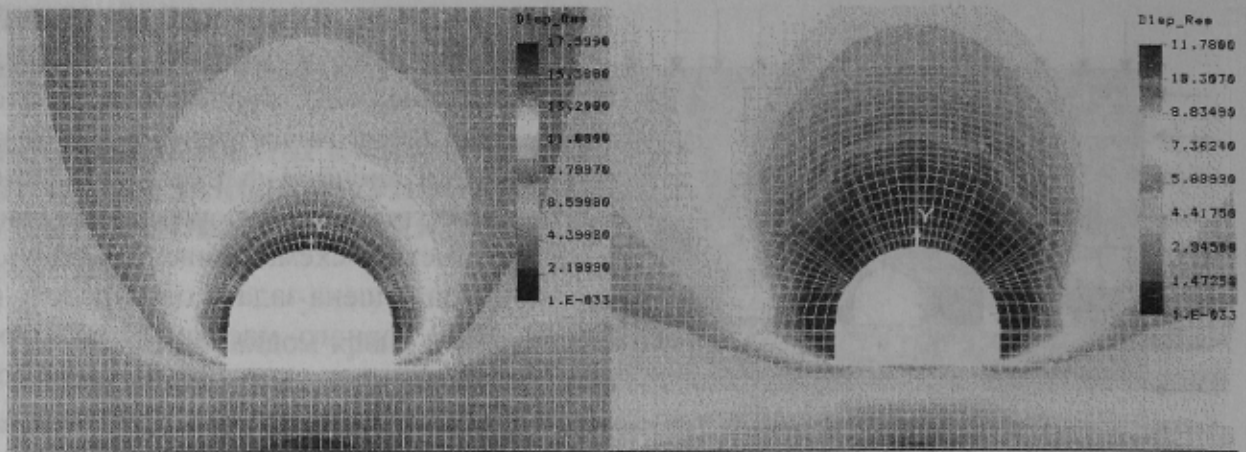
Рис. 2. Прилегающая к выработке зона разрыхления для задачи: а — без крепи; б — с анкерной крепью

На рис. 3 указана неоднородность зон полных перемещений различного уровня в окрестности выработки. Эти перемещения достигают достаточно большой величины на верхнем своде выработки и в основаниях боковых стенок. Уровни перемещений (в сантиметрах) даются на цветной шкале справа.

Для нахождения площадей поперечного сечения выработок разработана специальная программа, написанная на языке программирования C++, которая сканирует базу данных Cosmos/M и определяет искомые величины. Результаты расчетов приведены на рис. 4 и 5.

Анализ результатов показывает следующее: области разрыхления для всех решенных задач практически одинаковы и отношение радиусов  $r_1/r_0$  приблизительно равно 2,48 (рис. 2).

Область повышенных напряжений имеет меньшие размеры при наличии подкрепления в виде анкеров. В местах установки анкеров наблюдается значительное уменьшение напряжений. Величина  $\sigma_e/R_c$  составляет: для задачи без подкрепляющих элементов 6,11; для задачи с анкерной крепью 3,17. На концах анкеров, в массиве, наблюдается незначительная концентрация напряжений.

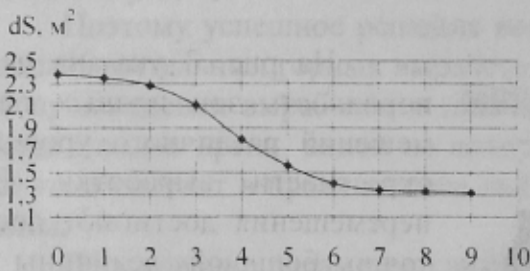


*a*

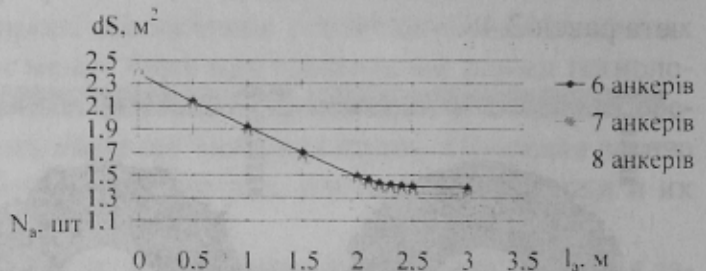
*б*

**Рис. 3.** Картина распределения полных перемещений для задачи: *a* — без крепи; *б* — с анкерной крепью

Максимальные результирующие перемещения уменьшаются в 1,49 раза при установке анкерной крепи (рис. 3). Вертикальные перемещения замка свода выработки уменьшаются от 17,6 см до 9,6 см при изменении количества анкеров (0...9 шт.) и от 17,6 см до 9,7 см при изменении длины анкера (0...3 м) ( $N_a=7$  анк.).



**Рис. 4.** Изменение поперечного сечения выработки в зависимости от количества анкеров



**Рис. 5.** Изменение поперечного сечения выработки в зависимости от длины анкера

Деформация анкера по длине составляет 1,09%. Достаточная плотность установки анкеров находится в пределах 0,8...1,2 шт/м<sup>2</sup> (рис. 4). Рациональная длина анкера находится в пределах 2,2...2,5 м (рис. 5).

Установка анкерной крепи практически не влияет на процессы, происходящие в почве выработки, что совпадает с лабораторными исследованиями.

Таким образом, при проведении выработки в неоднородном породном массиве и установке анкерной крепи с параметрами: плотность анкерования 0,8...1,2 шт/м<sup>2</sup>, длина анкеров 2,2...2,5 м, также весьма значительно снижается уровень напряжений и перемещений на своде выработки, что приводит к повышению ее устойчивости.

### Библиографический список

1. Шашенко А.Н., Сургай Н.С., Парчевский Л.Я. Методы теории вероятности в геомеханике. — К.: Техніка, 1994. — 216 с.



2. Шашенко А.Н., Янко В.И., Терещук Р.Н. Исследование напряженно-деформированного состояния однородного породного массива в окрестности выработки, закрепленной анкерной крепью // Науковий вісник НГА України, 2002. — № 3. — С. 14–18.

© Терещук Р.Н., Скобенко А.В., 2002

УДК 622.831.3: 622.268.1

КУЖЕЛЬ С.В. (ГХК «Добропольеуголь», ПАНИБРАТЧЕНКО В.Ф. (ш-та «Белозерская» ГХК «Добропольеуголь»), ХОЗЯЙКИНА Н.В., ГАПЕЕВ С.Н., ГРИГОРЬЕВ А.Е. (НГУ)

## **ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОСТИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК НА ШАХТЕ «БЕЛОЗЕРСКАЯ» ГХК «ДОБРОПОЛЬЕУГОЛЬ»**

В 2001 году на базе ГХК «Добропольеуголь» состоялось всеукраинское совещание по проблемам научно-технического развития угольной отрасли, на котором специалисты отметили, что центр угледобычи в Донецком регионе, где на сегодняшний день добывается более половины украинского угля, смещается в сторону Доброполя [1]. При этом обращалось внимание на то, что здесь существует достаточно проблем, требующих своего решения.

Одна из таких проблем — это проблема устойчивости подготовительных выработок, пройденных в слабых неустойчивых породах, которая является одной из основных, снижающих экономические показатели работы угольных шахт ГХК «Добропольеуголь». Шахта «Белозерская», входящая в холдинг, в силу особенностей горно-геологических и горнотехнических условий имеет наихудшие показатели по части состояния подземных выработок [2].

Поле шахты «Белозерская» расположено в тектоническом блоке между Добропольским и Красноармейским надвигами, висячем крыле последнего, рядом с действующими шахтами «Алмазная», «Красноармейская» и участком законсервированной строящейся шахты «Добропольская-Капитальная», в северо-западной части Красноармейского геолого-промышленного района. Простираение пород северо-западное, падение — северо-восточное, под углом  $10-13^{\circ}$ . Заметных пликативных дислокаций в пределах шахтного поля не наблюдается.

Поле сложено комплексом осадочных пород среднего и частью верхнего карбона, относящихся к свитам  $C_2^5$ ,  $C_2^6$ ,  $C_2^7$  и  $C_3^1$ . Каменноугольные отложения представлены переслаиванием различных по составу и мощности слоев песчаника, аргиллитов и алевролитов с подчиненными им маломощными слоями известняков и углей. Прочностные характеристики этих пород изменяются в довольно широких пределах.

В связи с наличием крупных тектонических нарушений (Добропольского, Гнилушинского, Карповского сбросов) значительно развита сеть мелких тектонических нарушений и тектонических зон, что отрицательно сказывается на устойчивости пород при ведении очистных и подготовительных работ, способствует образованию завалов и неожиданной деформации крепи.

В настоящее время шахта «Белозерская» разрабатывает два пласта:  $l_8$  и  $l_3$ . Согласно фактическим данным, полученным при ведении очистных и подготовительных работ, условия разработки пластов следующие.