

А.Н. Роечко, Р.Н. Терещук, А.В. Наумович

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СПОСОБА ПОДДЕРЖАНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ВНЕ ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ ОЧИСТНЫХ РАБОТ

Наведено результати моделювання підготовчих виробок, які закріплені рамно-анкерним кріпленням, з використанням методу скінченних елементів. Визначено раціональні заходи з підтримки підготовчих виробок поза зоною впливу лави в стійкому стані для гірничо-геологічних умов шахти “Шахтарська-Глибока”.

Приведены результаты моделирования подготовительных выработок, закрепленных рамно-анкерной крепью, с использованием метода конечных элементов. Определены рациональные мероприятия по поддержанию подготовительных выработок вне зоны влияния лавы в устойчивом состоянии для горно-геологических условий шахты “Шахтерская-Глубокая”.

Results of modeling of development workings, fastened with arc and bolt support, using the finite element method are given. Rational measures for the maintenance of development working outside the zone of influence of lava in the steady state for mining and geological conditions of the mine “Shakhterskaya-Glubokaya” are determined.

Введение. Важным условием роста добычи угля с одновременным улучшением технико-экономических показателей и условий труда является систематическое совершенствование существующих способов подготовки и разработки угольных пластов. Способы подготовки угольных пластов должны обеспечить бесперебойность добычи необходимых объемов угля по шахте в течение срока их службы. Эта бесперебойность определяется ритмичной работой подземного транспорта, применением наиболее простых схем проветривания шахт и дегазации пластов, обеспечением снижения угроз внезапных выбросов угля и газа и подземных пожаров при минимальных потерях угля в недрах. Одним из основных производственных процессов, без которого невозможна нормальная работа шахт, является безремонтное поддержание подготовительных выработок.

В связи с переходом подземных горных работ на глубокие горизонты значительно ухудшаются горно-геологические условия разработки пластов. На глубоких шахтах значительно увеличиваются расходы на ремонт и укрепление подготовительных выработок. На шахтах со сложными горно-геологическими условиями (большая глубина разработки, слабые, неустойчивые породы) используется до 12...20% подземных рабочих. Коэффициент укрепления выработок на глубоких шахтах Донбасса при столбовой системе разработки равен 3, а при других системах разработки не менее 2 [1].

Расширение географии ведения горных работ, увеличение их глубины вызывает дополнительные сложности, в решении вопросов поддержания и охраны выработок. В этой связи обычное решение возведения крепи оказывается недостаточным, так как при этом не учитывается возможное изменение геомеханического состояния породного массива и практически исключается возможность управления им. Решение этого вопроса возможно при использовании несущей способности породного массива, что может быть реализовано созданием системы крепь-порода

уже в начальный период сооружения выработок. Последнее может быть достигнуто применением способов охраны – дополнительных мероприятий, направленных на включение породного массива, прилегающего к выработке, в совместную работу с крепью.

В последние годы многими научно-исследовательскими и проектными организациями был выполнен и внедрен в производство ряд интересных исследований и разработок, в результате которых значительно снизились затраты на крепление и поддержание капитальных и подготовительных выработок. Однако, несмотря на достигнутые успехи, проблема поддержания горных выработок глубоких шахт продолжает оставаться весьма актуальной.

Цель работы – изучить характер поведения горного массива вокруг подготовительной выработки и разработать рациональные параметры ее поддержания вне зоны влияния лавы для условий шахты “Шахтерская-Глубокая”.

Материалы и результаты исследований. Исходным материалом для выполнения аналитических исследований, разработки конструктивных и технологических решений по повышению устойчивости подготовительных выработок стали результаты шахтных и лабораторных исследований [2, 3].

В качестве объекта исследований детально рассмотрению были подвергнуты подготовительные выработки, не испытывающие влияние очистных работ, в условиях шахты “Шахтерская-Глубокая”.

Обоснование параметров способа поддержания подготовительных выработок вне зоны влияния лавы выполнялось на основе изучения закономерностей изменения напряженно-деформированного состояния (НДС) приконтурного массива пород и сводилось к определению ожидаемых смещений породного контура выработки, что предопределяет соответствующие величины угла и плотности установки анкеров, шаг установки основной крепи.

Для решения поставленной задачи использовались численные методы механики деформируемого твердого тела. Они обладают наибольшей общно-

стью 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.

Методом конечных элементов моделировалась подготовительная выработка с рамно-анкерной крепью в массиве, горно-геологические условия 1-го западного конвейерного штрека УП ЦБ пласта h_8 шахты “Шахтерская-Глубокая”, с линейными размерами: ширина – 5 м, высота – 3,5 м, мощность пласта – 1,5 м, расположенная на глубине 1380 м, что соответствует горному давлению 34,5 МПа.

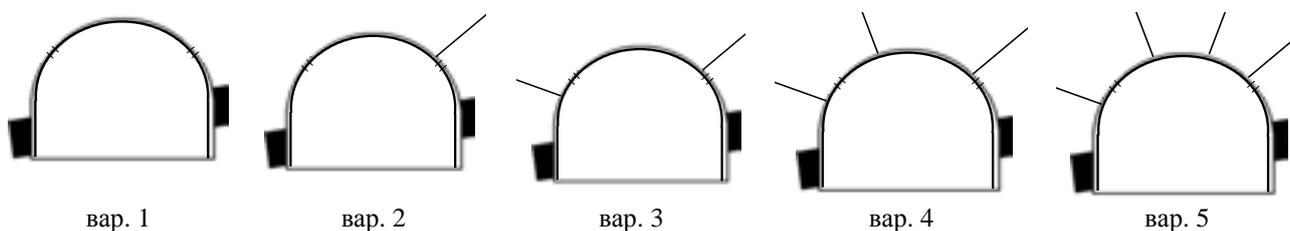


Рис. 1. Схемы крепления выработки

Для исследования определены 5 основных ситуаций размещения крепи в выработке (рис. 1): выработка с арочной крепью (вар. 1), выработка с арочной крепью и один анкер (вар. 2), выработка с арочной крепью и два анкера (вар. 3), выработка с арочной крепью и три анкера (вар. 4) и выработка с арочной крепью и четыре анкера (вар. 5). Длина анкеров – 3 м.

Решение выполнялось на основе нелинейной деформационной модели среды с использованием процедуры “переменных параметров упругости”, позволяющей итерационным путем отразить связь между напряжениями и деформациями согласно реальной диаграмме сжатия образца горной породы.

Изменение НДС массива оценивались по величине так называемых эквивалентных напряжений:

$$\sigma_e = \frac{(1-\psi)(\sigma_1 + \sigma_3) + \sqrt{((1-\psi)^2(\sigma_1 + \sigma_3)^2 + 4\psi(\sigma_1 - \sigma_3)^2)}}{2\psi},$$

где σ_1, σ_3 – соответственно наибольшее и наименьшее главные напряжения, $\psi = R_p/R_c$ (R_p – предел прочности пород на одноосное растяжение; R_c – предел прочности на одноосное сжатие).

Во время выполнения моделирования в вариантах 2-5 изменялись места установки анкеров и углы наклона. Результаты исследований приведены на рис. 2-4.

На рис. 2 прилегающие к выработкам зоны разрыхления показаны более темным цветом. Относительный радиус зоны разрыхления r_L/r_0 для двух вариантов расчета равен 2,4.

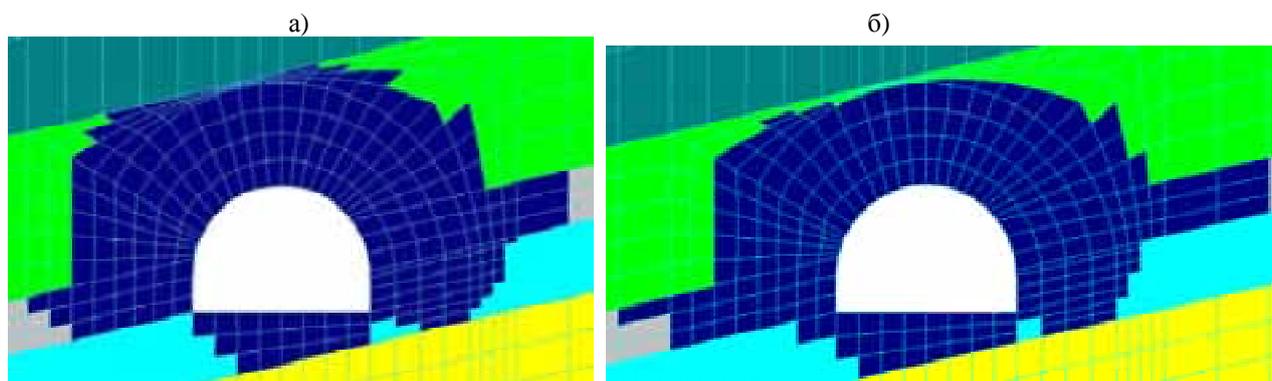


Рис. 2. Прилегающая к выработке зона разрыхления для задачи (а) с арочной крепью, (б) выработка с арочной крепью и три анкера

На рис. 3 показана неоднородность зон полных перемещений различного уровня в окрестности выработки. Эти перемещения достигают достаточно большой величины в кровле выработки. Уровни перемещений (в сантиметрах) даются на шкале справа.

Анализ результатов показывает следующее:

– области разрыхления для всех решенных задач практически одинаковы и отношение радиусов r_L/r_0 приблизительно равно 2,4 (рис. 2);

– область повышенных напряжений имеет меньшие размеры при наличии подкрепления в виде анкеров. В местах установки анкеров наблюдается значительное уменьшение напряжений. На концах анкеров, в массиве, наблюдается незначительная концентрация напряжений;

– из рис. 4 видно, что увеличение количества анкеров (вар. 4 и 5) не приводит к значительному улучшению геомеханической ситуации вокруг подготовительной выработки, поэтому вариант 4 принят как наиболее рациональный способ поддержания подготовительной выработки в условиях шахты “Шахтерская-Глубокая”;

– использование рамно-анкерной крепи (вар. 4) по сравнению с рамной крепью (вар. 1) уменьшает сме-

щения кровли – на 46%, почвы – 71%, боков выработки 3 – 40%, 4 – 36% (рис. 4);

– параметры способа поддержания подготовительной выработки: арочная крепь; один анкер в боку 3 (рис. 1 и 4) на высоте 2 м от почвы под углом 25...35° к горизонтали; второй анкер в боку 4 (рис. 1 и 4) на высоте 3 м от почвы под углом 40...50° и третий в кровле со смещением от оси выработки в сторону падения на 0,5 м под углом 10..20° к вертикали.

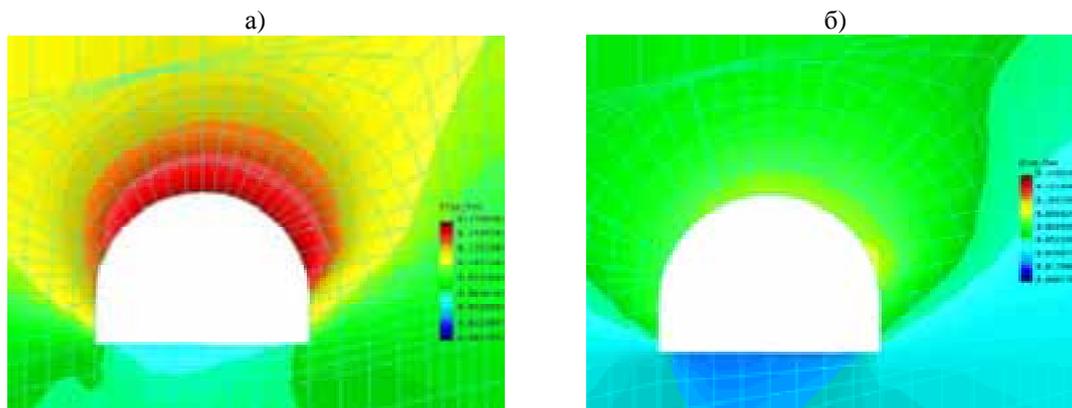


Рис. 3. Картина распределения полных перемещений для задачи (а) с арочной крепью, (б) выработка с арочной крепью и три анкера

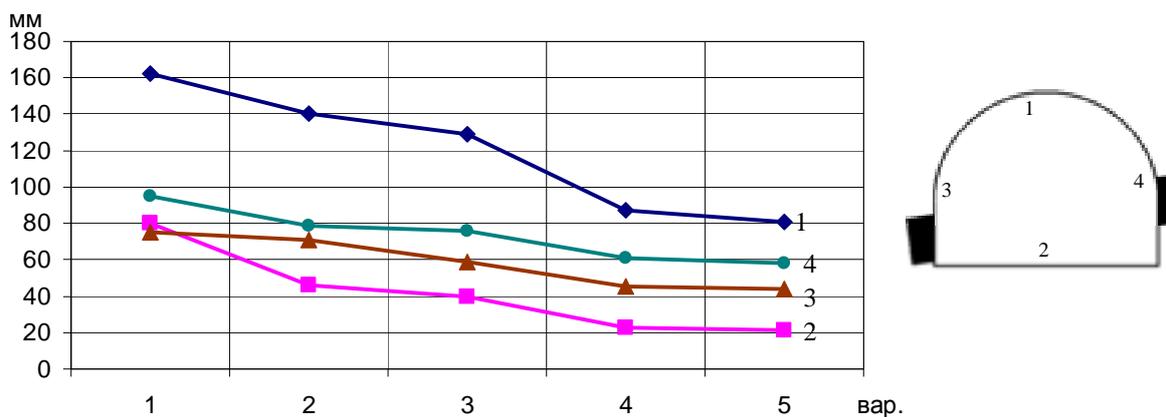


Рис. 4. Смещения кровли (1), почвы (2) и боков выработки (3, 4)

Выводы

Результаты аналитических исследований показали высокую эффективность применения рамно-анкерной крепи в условиях шахты “Шахтерская-Глубокая”. Определены рациональные параметры крепления подготовительной выработки вне зоны влияния очистных работ. Дальнейшие исследования будут направлены на определение параметров крепления подготовительных выработок в зоне влияния лавы.

Список литературы

1. Корнилов В.Н., Вандышев А.М. Подземная разработка пластовых месторождений. Охрана подготовительных выработок: Учебное пособие. – Екатеринбург:

бурж: Изд. Уральского горного института, 1991. – 92 с.

2. Наумович А.В., Терещук Р.Н., Гапеев С.Н. Натурные исследования закономерностей проявлений горного давления в подготовительных выработках шахты «Шахтерская-Глубокая» // Науковий вісник Національного гірничого університету. – 2009. – № 6. – С. 8-10.

3. Наумович А.В., Терещук Р.Н. Исследование устойчивости подготовительных выработок глубоких горизонтов вне зоны влияния очистных работ // Науковий вісник Національного гірничого університету. – 2009. – № 11. – С. 3-5.

Рекомендовано до публікації д.т.н. О.М. Шашенком 15.02.10