

УДК 622.281.74

Терещук Р.Н. к.т.н., доц., Терещук В.Р., студ. гр. ГРБ-12-1, Карасюк И.С., студ. гр. ГБ-14-2с

Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина

К ВОПРОСУ ОБОСНОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ АНКЕРНЫХ СИСТЕМ КРЕПИ НАКЛОННЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Интенсивная разработка угольных месторождений привела к заметному увеличению глубины шахт. Опыт строительства и эксплуатации глубоких шахт показывает, что с увеличением глубины разработки возрастает интенсивность проявлений горного давления, что приводит к деформированию и разрушению крепи и, как следствие, к большим затратам на ремонт выработок. В этой связи обычное решение возведение крепи – оказывается недостаточным, так как при этом не учитывается возможное изменение геомеханического состояния породного массива и практически исключается возможность управления им. Направление на увеличение несущей способности крепи для обеспечения эксплуатационного состояния выработок себя не оправдывает. В итоге состояние горных выработок остается неудовлетворительным. Деформируются практически все выработки, но особенно тяжелое положение наблюдается в зоне влияния очистных работ.

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.

Анализируя результаты научных наблюдений, большинство исследователей пришли к выводу, что никакая технологически выполнимая и экономически целесообразная рамная крепь выработок, проводимых в горных породах на больших глубинах, не может в полной мере противодействовать горному давлению, и поэтому бороться с образованием зон разрушения путем увеличения несущей способности крепи нецелесообразно [1].

Вопросы успешного преодоления трудностей снабжения шахт металлокрепью, обеспечения устойчивости выработок, повышения безопасности ведения горных работ и быстрая подготовка новых выемочных полей могут быть решены путем использования более эффективных и металлосберегающих видов крепи, одним из которых является анкерная.

Исследование взаимодействия одиночного анкера, а тем более системы анкеров, с породным массивом аналитическими методами представляет очень

непростую задачу. В этой связи основные параметры анкерной крепи можно определить путем математического моделирования, а для более точного обоснования рациональных параметров крепления горных нужно дополнительно изучать влияние анкерных систем на приконтурный массив.

Цель работы – изучить поведение приконтурного массива наклонной горной выработки, закрепленной рамно-анкерной крепью, и определить рациональную плотность установки и длину анкеров при увеличении глубины разработки в условиях пласта m_5^{16} шахты «Добропольская» ООО «ДТЭК Добропольеуголь».

Решение задачи о напряженно-деформированном состоянии (НДС) породного массива в окрестности горной выработки может быть получено путем применения методов механики сплошной среды, механики дискретной среды, на основе экспериментально-аналитических методов, использующих закономерности, полученные экспериментальным путем в сочетании с аналитическими решениями. Выбор расчетного метода определяется принятой гипотезой горного давления и соответствующей моделью среды.

Математическая модель деформирования породной среды в окрестности местных нарушений сплошности, в том числе в окрестности выработки, должна отображать основные явления, возникающие вследствие концентрации напряжений и возможного сопутствующего изменения физико-механических свойств окружающего материала. Получение замкнутых математических решений для такого сложного объекта, каким является горная выработка, находящаяся в породном массиве с неоднородной структурой, невозможно в принципе. Единственный путь, ведущий к эффективному решению поставленной задачи, заключается в разработке и исследовании компьютерных моделей на основе какого-либо хорошо разработанного численного метода.

На основе анализа численных методов исследования НДС горного массива можно сделать вывод о целесообразности применения для расчета напряженно-деформированного состояния массива в окрестности горной выработки метода конечных элементов.

Математическая модель взаимодействия рамно-анкерной крепи с приконтурным массивом горных пород была реализована путем решения упругопластической задачи в плоско деформированной постановке.

Методом конечных элементов моделировались условия грузового хода уклона пласта m_5^{16} гор. 450 м шахты «Добропольская». Выработка пройдена комбайновым способом и закреплена арочной крепью АП-13,8 с установкой дополнительно четырех анкеров длиной 2,4 м. Сечение выработок в свету 12,8 м². Бока и кровля выработки затягивались деревянной затяжкой. Расстояние между рамами крепи 500 мм. Угол наклона выработки 10 градусов.

В результате математического моделирования были получены зависимости смещений кровли и почвы выработки от глубины ее заложения ($H = 700-1500$ м) при изменении количества ($N_a = 3-9$ шт.) и длины ($l_a = 2,2-3,5$

м) анкеров. В работе [2] приведены зависимости смещений кровли и почвы выработки от глубины ее заложения при установке анкеров длиной 2,2 и 3 м.

Анализируя полученные результаты можно сделать следующие выводы:

– результаты численных расчетов и шахтные замеры для выработки, закрепленной арочной крепью и дополнительно четырьмя анкерами, отличаются в кровле на 2,1%, что позволяет сделать вывод об адекватности разработанной математической модели;

– усредненный радиус r_l зоны разрыхления, прилегающей к выработке, на глубине 700 м составляет около 6,75 м, а отношение усредненного радиуса зоны разрыхления к радиусу выработки r_0 составит $r_l/r_0 = 2,7$, на глубине 1500 м $r_l = 10$ м, а $r_l/r_0 = 4$;

– зона упрочненных пород в кровле выработки при установке анкеров длиной 3 м исчезает при: 5 анкерах на глубине 1000 м, 6 анкерах – 1100 м, 7 анкерах – 1200 м, 8 анкерах – 1300 м, 9 анкерах – 1400 м;

– смещения кровли и почвы выработки, для всех рассмотренных вариантов установки анкерной крепи, описываются уравнениями типа $y=ax+b$;

– полученные закономерности смещений кровли и почвы выработки от глубины ее заложения ($H = 700 \dots 1500$ м) при изменении количества ($N_a = 3 \dots 9$ шт.) и длины ($l_a = 2,2 \dots 3,5$ м) анкеров могут служить для прогноза смещений в подобных горно-геологических условиях для строящихся выработок. Например, для глубины 1200 м при установке анкеров длиной 2,2 м нужно получить смещения в кровле 300 мм.

Таким образом, для условий пласта m_5^{16} шахты «Добропольская» полученные зависимости смещений кровли и почвы наклонной выработки от глубины ее заложения при изменении количества и длины анкеров. Данные зависимости могут служить для прогноза смещений в подобных горно-геологических условиях для вновь строящихся наклонных выработок, что в свою очередь позволит оптимизировать параметры рамно-анкерной крепи для их крепления.

Дальнейшие исследования будут направлены на определение рациональных параметров анкерования наклонных выработок в горно-геологических условиях ООО «ДТЭК Добропольеуголь».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Булат А.Ф. Опорно-анкерное крепление горных выработок угольных шахт / А.Ф. Булат, В.В. Виноградов. – Днепропетровск: Ин-т геотехнической механики НАН Украины, 2002. – 372 с.
2. Терещук Р.Н. Определение рациональных параметров анкерования наклонных выработок / Р.Н. Терещук, О.В. Терещук // Сучасні ресурсозберігаючі технології гірничого виробництва – Науково-виробничий журнал: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2014. – Випуск 2(14). – С. 104-113.