

УДК 622.281.74

НОВИКОВ А.О., канд. техн. наук

ШЕСТОПАЛОВ И.Н., аспирант

ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет»

О ДЕФОРМИРОВАНИИ ПОРОДНОГО МАССИВА, ВМЕЩАЮЩЕГО ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ВЫРАБОТКИ С АНКЕРНЫМ КРЕПЛЕНИЕМ

Описаны результаты шахтных наблюдений за смещениями породного массива, вмещающего подготовительные выработки с анкерным креплением

In article results of mine tool supervision over displacement of the pedigree rock massif containing mining with roof bolting by fastening are described

Проблема и ее связь с научными и практическими заданиями

Угольная промышленность – одна из ведущих отраслей народного хозяйства, важнейшая задача, которой в условиях рыночной экономики состоит в повышении эффективности производства и снижении себестоимости продукции. Одним из приоритетных направлений снижения затрат на добычу угля является внедрение новых технологий с использованием анкерной крепи.

Ограниченное использование анкерного крепления на угольных шахтах Украины (объем применения составляет не более 70 км), объясняется с одной стороны недоверием работников шахт к этому виду крепи за непредсказуемость ее работы, отсутствием опыта эксплуатации и контроля за состоянием крепления, не достаточным пониманием ее роли в процессе поддержания выработки, а с другой стороны - отсутствием нормативной базы, позволяющей с учетом конкретной геомеханической ситуации и опыта использования, обосновано принять его параметры.

В связи с выше изложенным, исследования закономерностей деформирования породного массива, вмещающего выработки с анкерным креплением для обоснования его рациональных параметров, являются актуальной задачей. Они проводятся в рамках тематического плана научно-исследовательских работ Министерства образования и науки Украины по госбюджетной теме Д8-08 «Разработка проекта нормативного документа по использованию анкерного крепления для обеспечения устойчивости горных выработок глубоких шахт» (№ госрегистрации №0107U012803) в Государственном Высшем Учебном Заведении «Донецкий Национальный технический университет».

Анализ исследований и публикаций

В научно-технической литературе представлено большое количество работ, посвященных изучению характера взаимодействия различных конструкций крепи (в том числе и анкерной) с массивом. Это работы А.П.Широкова, В.Т.Глушко, А.А.Борисова, Н.И.Мельникова, Л.М. Ерофеева,

А.Н.Зорина, Б.К.Чукуна, А.В. Ремезова, И.А.Юрченко, А.Н.Шашенко, В.В.Виноградова, А.Югона, А.Коста и др.

В них достаточно глубоко исследованы механизм формирования нагрузки на рамные крепи, особенности и закономерности деформирования вмещающего выработки массива. Однако, в работах, посвященных анкерному креплению, в основном рассмотрены вопросы конструкции анкеров, технологии их возведения и расчета параметров. При этом анкера рассматриваются как несущие конструкции, без учета особенностей их взаимодействия с вмещающим массивом.

На наш взгляд, механизм работы анкерной крепи заключается не в представлении об анкерах, как о несущей конструкции типа рамы, а как об элементах, изменяющих структуру массива, и препятствующих его разрушению, т.е. формированию вокруг выработки зоны разрушенных пород.

Задачей данных исследований являлось установление особенностей деформирования породного массива, вмещающего подготовительные выработки с анкерным креплением.

Основные результаты

Исследования проводились в подготовительных выработках шахты «Добропольская», имеющей многолетний опыт применения анкерных крепей.

Шестой южный конвейерный штрек пласта m_5^{1B} горизонта 450 м длиной 1540 м проводился комбайном КПД-32. Первые 100 м выработки закреплены металлической арочной податливой крепью КМП-А3/11,2. На пласте m_5^{1B} применяется столбовая система разработки. Лавы отрабатываются по простиранию. Длина лав до 250 метров. Стратиграфическая колонка пласта m_5^{1B} представлена на рис. 1.

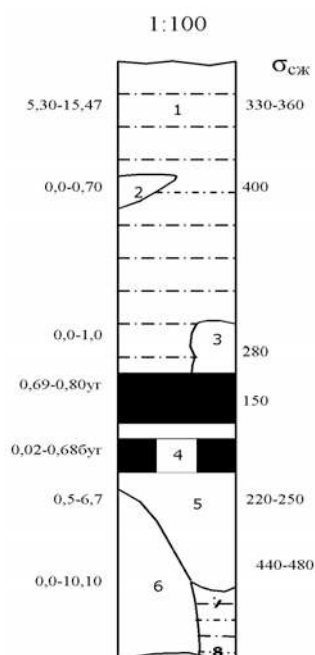


Рис.1 Стратиграфическая колонка пласта m_5^{1B}

Непосредственная (она же основная) кровля пласта представлена алевролитом, малоустойчивым Б₃. Выше залегает песчаник средней крепости. Еще выше залегает аргиллит средней крепости, малоустойчивый (Б₃).

Угольный пласт m_5^{IB} состоит из 2-3-х угольных пачек, общей мощностью от 1,10 до 1,40 м, прочностью на сжатие 15 МПа. Угол падения пласта – 10 градусов.

Непосредственно в почве пласта залегает аргиллит средней крепости, среднеустойчивый (П₂). Основная почва пласта - песчаник средней крепости.

Средняя скорость проведения выработки - 280 м/мес. Плотность установки анкеров – 1,0 анк/м². Сечение выработки – прямоугольное. Сталеполимерные анкеры длиной 2,4 м устанавливались в забое под подхват, изготовленный из СВП-22 длиной 4,0 м. Паспорт крепления выработки показан на рис.2. Выработка пройдена с нижней подрывкой. В течение наблюдений замерные станции находились вне зоны влияния очистного забоя.

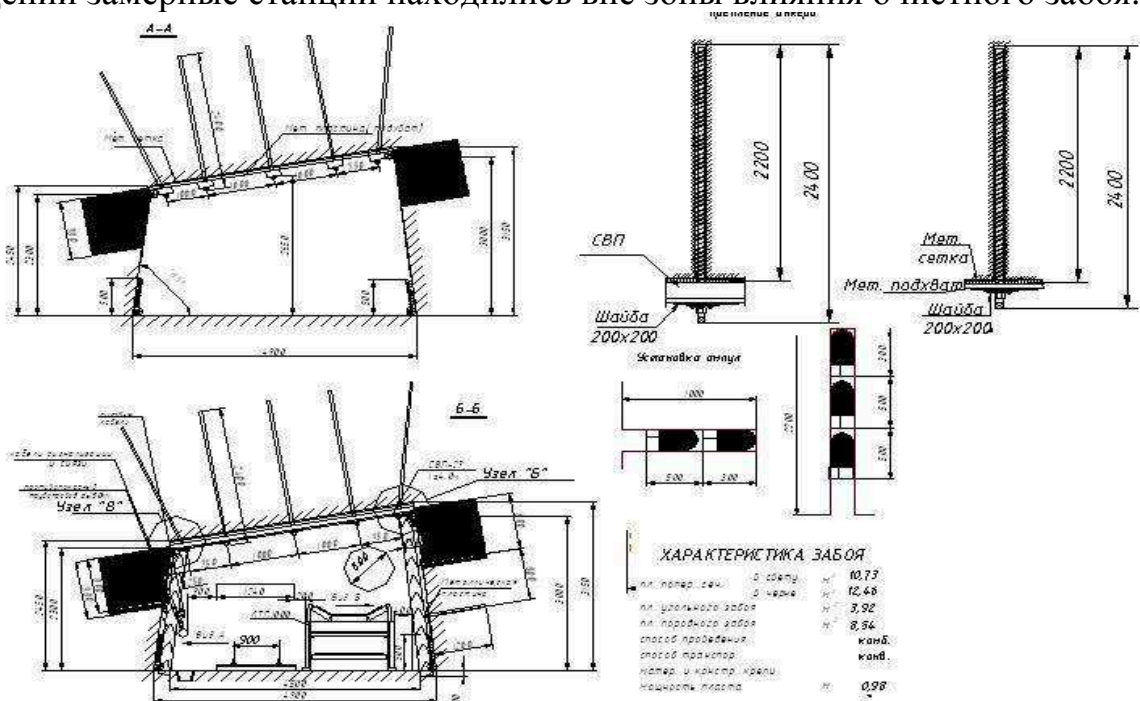


Рис.2 Паспорт крепления выработки

Общий вид и схема заложения реперов на замерной станции изображены на рис.3, а выкопировка из плана горных выработок с указанием мест установки станций - на рис.4. В кровле и боках выработки, в пределах пикетов 39, 49 и 58 было заложено 6 комплексных замерных станций, оборудованных глубинными и контурными реперами.

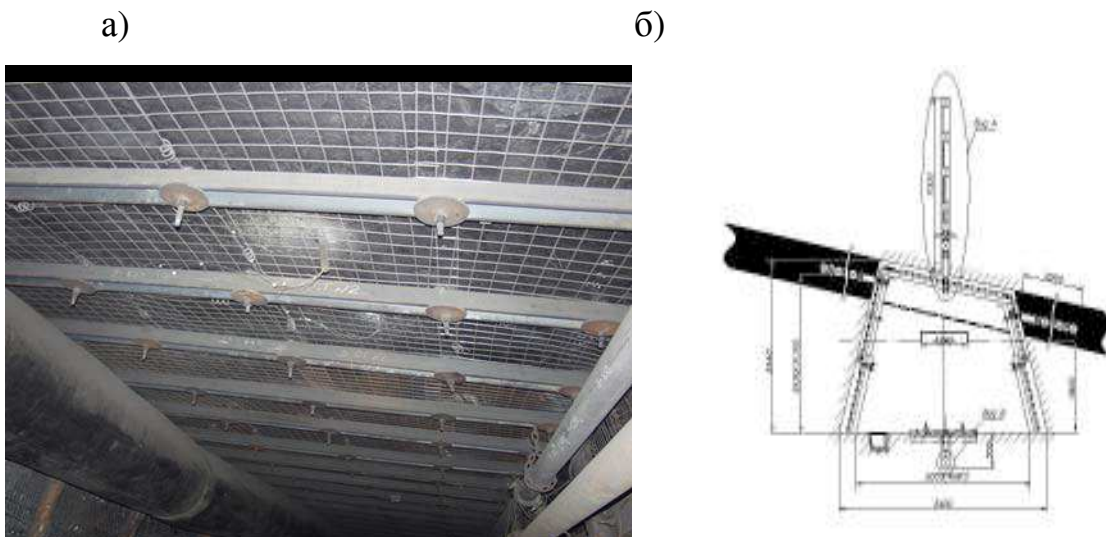


Рис. 3 Общий вид (а) и схема размещения реперов (б) на комплексных замерных станциях в шестом южном конвейерном штреке пласта m_5^{1B} гор. 450 м

Каждая станция представляла собой 3 скважины глубиной до 7 м, пробуренные в кровлю и бока выработки, оборудованные глубинными реперами, и один контурный репер в почву выработки. Расстояние между центрами глубинных реперов в скважине составляло от 0,3 до 0,5 м. Замеры выполнялись в соответствии с методикой [1].

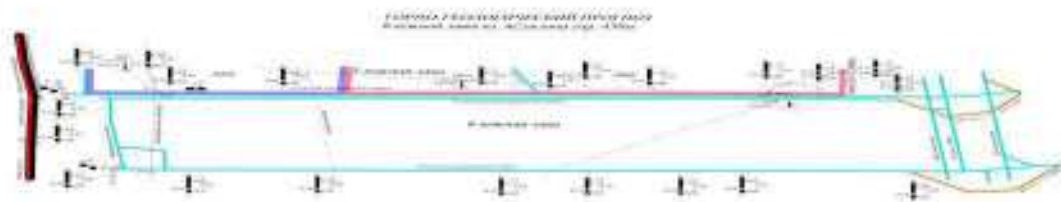


Рис.4 Выкопировка из плана горных выработок по пласту m_5^{1B}

Породы, на участке скважины между глубинными реперами считались разрушенными, если величина относительных деформаций (коэффициента разрыхления пород) превышала предельное значение (согласно исследованиям проф. И.Л. Черняка [2] предельные относительные деформации для сланца составляют 3×10^{-2} ($k_p=1,03$)). С целью изучения процесса развития деформаций во вмещающем выработку массиве, строились графики смещений глубинных реперов в направлении от контура выработки вглубь массива, а также графики изменения коэффициента разрыхления на участках между реперами (рис. 5-6). Поскольку характер смещений реперов на замерных станциях существенно не отличается, приведем наиболее характерные из них.

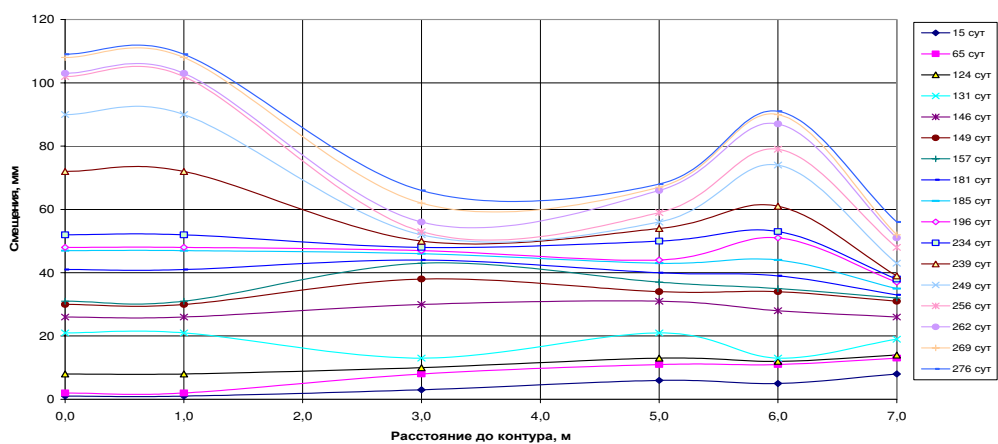


Рис.5 Графики смещений глубинных реперов в кровле на замерной станции №2

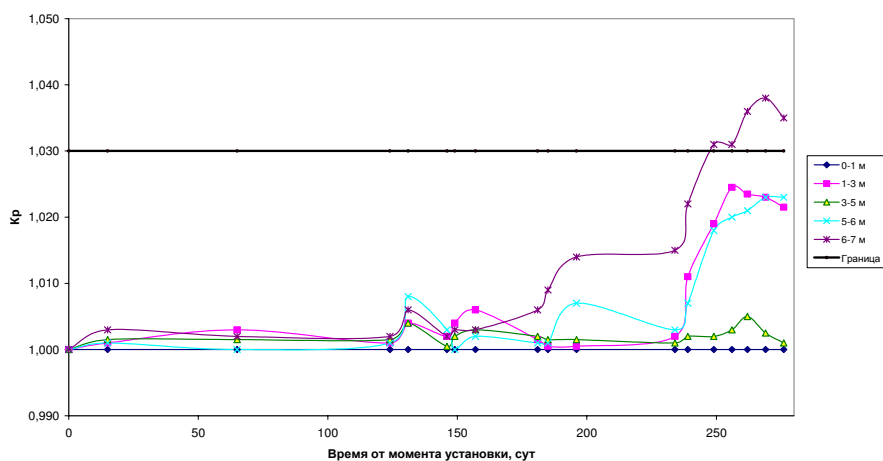


Рис.6 Графики изменения коэффициента разрыхления на участках между глубинными реперами в кровле во времени на замерной станции №2

Анализ графиков смещений глубинных реперов на замерных станциях показывает, что разрушения в кровле произошли на 239-249 сутки наблюдений на участках скважин, удаленных соответственно на 2-3 и 6-7 м от контура выработки. На остальных участках скважин разрушения пород не происходили. В кровле, в пределах участков скважин, находящихся в заанкерофанном слое пород, смещения происходили с относительными деформациями значительно меньше предельных (3×10^{-3} - 13×10^{-3}).

Деформирование пород в боках выработки началось значительно раньше и протекало более интенсивно. Так, на пятнадцатые сутки наблюдений, породы удаленные на 0,5-2,5 м от контура были разрушены, при этом смещения боков составляли 28-34 мм. В дальнейшем происходило развитие

деформаций в глубь массива с увеличением коэффициента разрыхления в пределах уже разрушенных участков скважин.

За период наблюдений 276 суток смещения контура на замерных станциях составили: 109 - 179 мм со стороны кровли и 185 – 365 мм – со стороны боков выработки.

Выводы.

В результате выполненных исследований [3,4,5] были установлены следующие особенности деформирования вмещающих пород. До момента начала ведения очистных работ, деформации контура выработки не значительные. Максимальные смещения кровли составляют до 180 мм, а боков – до 365 мм. В целом, состояние выработки хорошее. Деформирование пород в глубине массива носит следующий характер. До момента включения анкеров в работу (2-8 суток) разрушения в кровле происходят от контура выработки на глубину до 0,5 м. Затем, разрушаются породы в глубине массива, за пределами заанкерванной области. Заанкерванная область пород практически не разрушается, при этом, наибольшие смещения породного обнажения в кровле выработки наблюдаются посередине пролета (происходит плавный прогиб), а вблизи стенок – образуются пластические шарниры. В боках выработки разрушения пласта и пород происходят на глубину до 2,5 м и проявляются в виде выдавливания верхней пачки угля и пород непосредственной почвы пласта. Очевидно, это связано с наличием в боках выработки слабых вмещающих пород. При этом деформирование носит пластический характер.

Литература

1. Методические указания по исследованию горного давления на угольных и сланцевых шахтах. – Л.: ВНИМИ. – 1973. – 102с.

2. Черняк И.Л. Повышение устойчивости подготовительных выработок. – М.: Недра, 1993. – 256с.

3. Плетнев В.А., Касьян Н.Н., Петренко Ю.А., Новиков А.О., Сахно И.Г. Результаты внедрения анкерных систем для поддержания горных выработок на шахте «Добропольская»// Геотехнологии и управление производством XXI века. Монография в 2-х томах. ДонНТУ, ДЦНПГО, 2006.- с.39-44.

4. Новиков А.О., Сахно И.Г. Исследование особенностей деформирования породного массива, вмещающего выработку, закрепленную анкерной крепью// Известия Донецкого горного института. – Донецк: ДонНТУ, 2007. – №1. – С. 82-88.

5. Новиков А.О., Гладкий С.Ю., Шестопапов И.Н. Об особенностях деформирования породного массива, вмещающего подготовительные выработки с анкерным креплением //Известия Донецкого горного института. – Донецк: ДонНТУ, 2008. – №1. – С.120-129.