

УДК 622.281.74

*Новиков А.О., канд. техн. наук, Шестопапов И.Н., аспирант
ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет»*

О ДЕФОРМИРОВАНИИ ПОРОДНОГО МАССИВА, ВМЕЩАЮЩЕГО ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ВЫРАБОТКИ С АНКЕРНЫМ КРЕПЛЕНИЕМ

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.

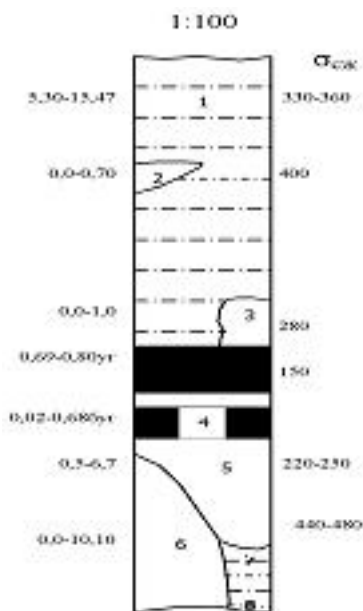


Рис.1 Стратиграфическая колонка пласта $m_5^{1в}$

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

Шестой южный конвейерный штрек пласта $m_5^{1в}$ в 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 $m_5^{1в}$ применяется столбовая система разработки. Лавы отрабатываются по простиранию. Длина лав до 250 метров. Стратиграфическая колонка пласта $m_5^{1в}$ представлена на рис. 1.

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 $m_5^{1в}$ 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.

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.

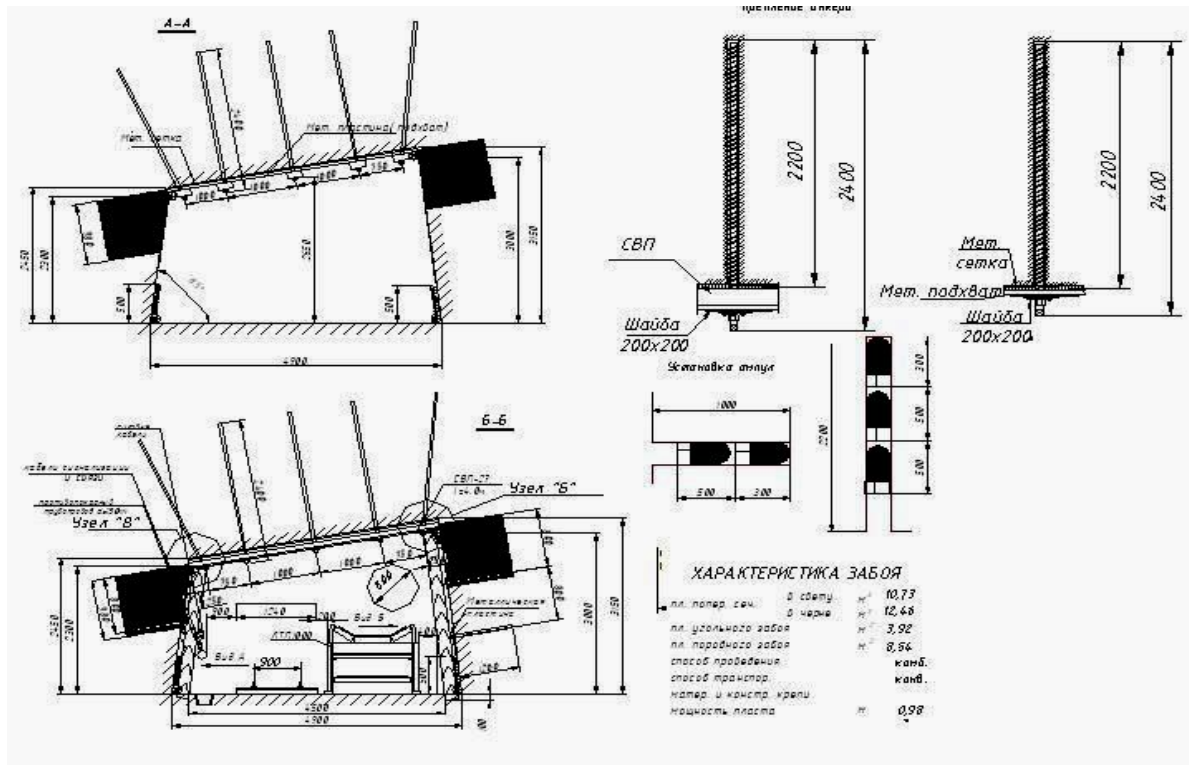


Рис.2 Паспорт крепления выработки

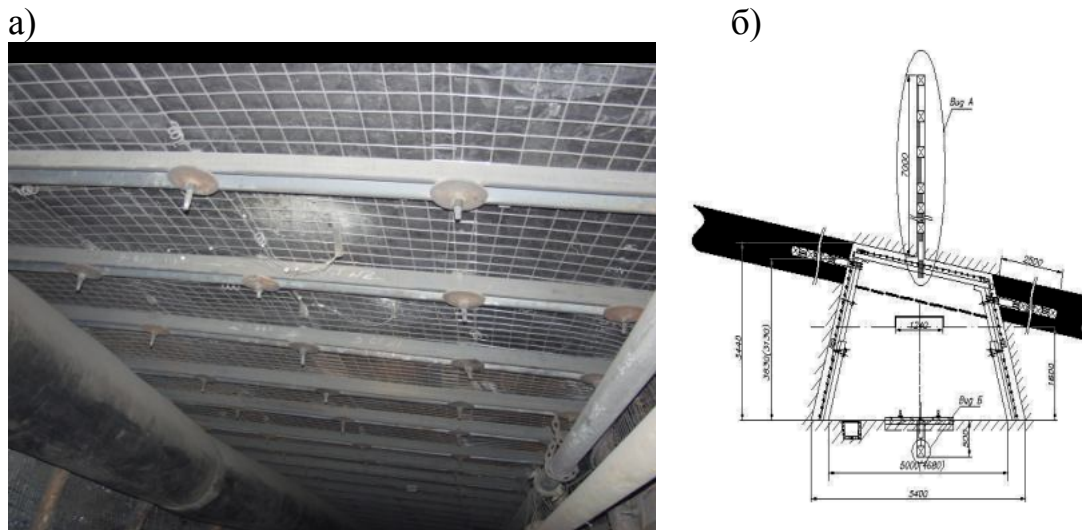


Рис. 3 Общий вид (а) и схема размещения реперов (б) на комплексных замерных станциях в шестом южном конвейерном штреке пласта m_5^{16} гор. 450 м

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].

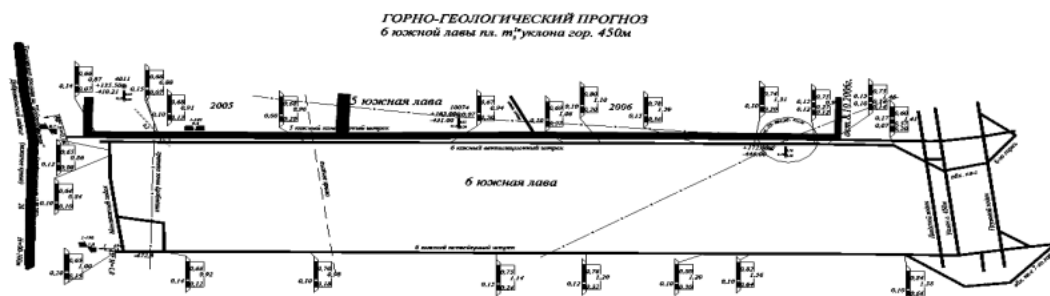


Рис.4 Выкопировка из плана горных выработок по пласту t_5 ^{1в}

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} ($kr=1,03$)). С целью изучения процесса развития деформаций во вмещающую 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.

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}).

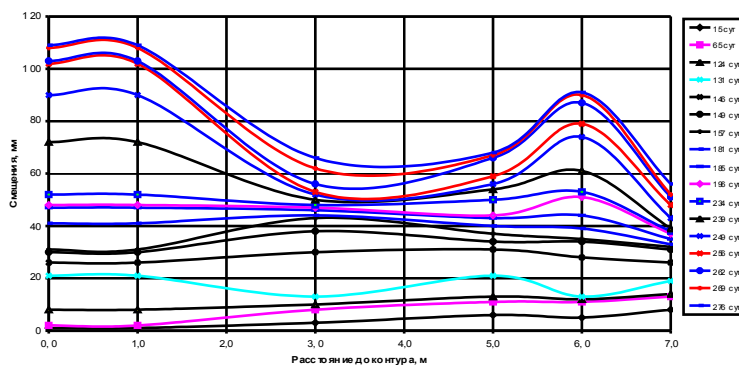


Рис.5 Графики смещений глубинных реперов в кровле на замерной станции №2

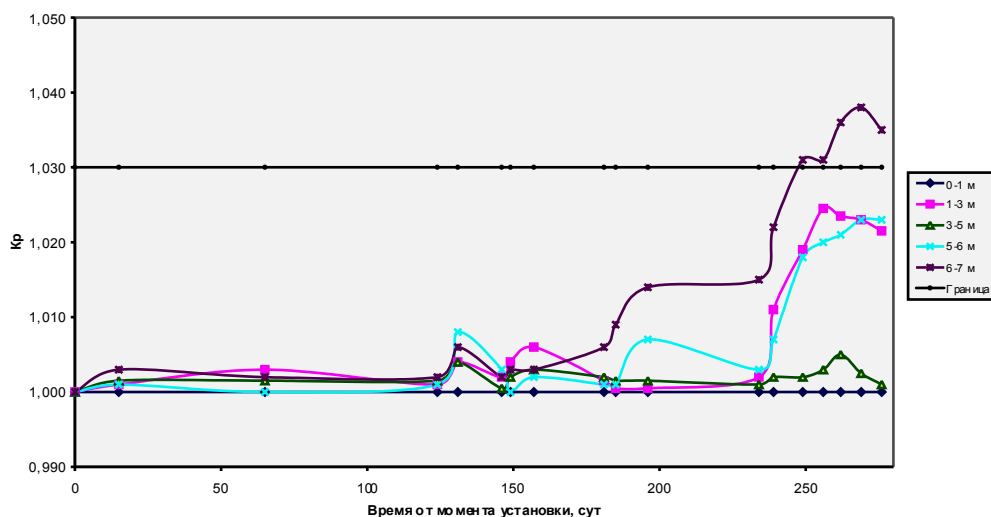


Рис.6 Графики изменения коэффициента разрыхления на участках между глубинными реперами в кровле во времени на замерной станции №2

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 непо-

средственной почвы пласта. Очевидно, это связано с наличием в боках выработки слабых вмещающих пород. При этом деформирование носит пластический характер.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

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., Шестопалов И.Н. Об особенностях деформирования породного массива, вмещающего подготовительные выработки с анкерным креплением //Известия Донецкого горного института. – Донецк: ДонНТУ, 2008. – №1. – С.120-129.

УДК 622.28

Данилова Л.А., Тульский государственный университет. Россия

РАСЧЕТ КРУГОВОЙ ТОННЕЛЬНОЙ ОБДЕЛКИ С ВНУТРЕННИМ КРУГОВЫМ КАНАЛОМ ПРИ ДЕЙСТВИИ СОБСТВЕННОГО ВЕСА ПОРОД

В качестве одного из перспективных направлений совершенствования конструкций крепления канализационных тоннелей можно рассматривать создание специальных каналов внутри обделок, предназначенных для прокладки кабелей и трубопроводов. Это позволяет освободить рабочее пространство в тоннелях и уменьшить негативное воздействие агрессивной среды внутри коллекторных тоннелей на проложенные в них коммуникации. Однако каналы, являясь дополнительным концентратором напряжений, могут существенно снижать несущую способность обделки в целом, поэтому их устройство должно быть обосновано соответствующим расчетом.

В основу математического моделирования обделок тоннелей с внутренними каналами положены современные представления механики подземных соору-