

УДК 624.15.001

Кузьева О. А. студ. гр. ГРб-11-1

Государственный ВУЗ «Национальный горный университет», г.

Днепропетровск, Украина

ГЕОМЕХАНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ УЧАСТКОВЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ «КОМСОМОЛЬСКАЯ»

На сегодняшний день в угледобывающей отрасли немаловажным фактором является снижение затрат на крепление и поддержание подземных выработок. Решение поставленной задачи достигается за счет применения высокотехнологичного оборудования и рациональных способов крепления и охраны выработок. Такие технические решения в сложных горно-геологических условиях угольных шахт Украины требуют геомеханического обоснования.

Данные исследования являются частью комплекса изыскательских работ, направленных на повышение устойчивости горных выработок в зоне влияния очистных работ при одновременном снижении трудозатрат и металлоёмкости крепи в условиях шахты «Комсомольская».

3-й восточный конвейерный штрек пласта h_8 проведен вне зоны влияния очистных работ. При проходке штрек крепится металлической арочной крепью КМП-А3-13.8. При сопряжении с 32-й восточной лавой конвейерный штрек охраняется сборной полосой из твердеющей смеси «Текхард». Для повышения устойчивости штрека в окне лавы и позади лавы, а также для обеспечения технологичности концевых операций предполагается использование анкеров двух уровней (сталеполимерные и канатные).

Основной задачей данного этапа исследований является моделирование работы анкерной системы и оценка эффективности установки анкеров на различных этапах функционирования выработки.

Первый этап расчетов направлен на адаптацию деформационной модели породного массива и расчетного алгоритма к реальным свойствам пород и известным условиям эксплуатации выработок, т.е. осуществляется «калибровка» модели и вычислительной процедуры.

На втором этапе на основе адаптированной модели среды выполняется прогноз поведения породного массива в данных условиях при различных вариантах охраны выработки и параметров крепи.

На первом этапе моделируется поведение породного массива в окрестности сопряжения подготовительной и очистной выработки в отсутствие крепи с целью определения свободных перемещений пород и размеров зон разрушения (неупругих деформаций), породы внутри которых создают давление на крепь.

Моделирование напряженно-деформированного состояния (НДС) области массива, включающего 3 восточный конвейерный штрек пласта h_8 , и собственно очистную выработку 32-й восточной лавы пл. h_8 : осуществляется посредством нескольких расчетных стадий, которые имитируют проведение выработки вне зоны влияния очистных работ и последующее попадание ее в створ лавы. На каждой последующей стадии моделирования учитываются те деформации массива, которые уже реализовались на предыдущей стадии.

На рис. 1 показана расчетная схема к решению плоской задачи о НДС породного массива, в котором последовательно образуются выработки.

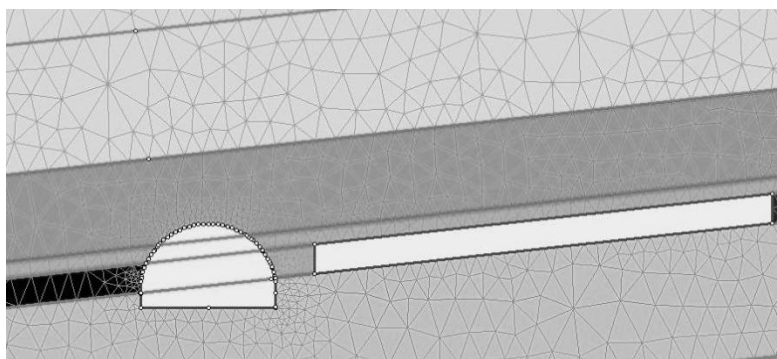


Рис.1. Расчетная схема к решению плоской задачи о НДС породного массива в момент сопряжения лавы с конвейерным штреком

Изначально моделировалась одиночная выработка (3 восточный конвейерный штрек пласта h_8). Затем с учетом сформировавшегося поля напряжений и реализовавшихся пластических деформаций путем изменения граничных условий имитировался подход лавы к штреку. Охрану выработки в окне лавы осуществляют путем выкладки охранной полосы шириной 1.5 м из смеси «Текхард».

Для оценки состояния массива пород необходимо выполнить анализ изменения НДС. Однако с практической точки зрения интерес представляет определение области пород, где породы разрушены (перешли в неупругую стадию деформирования). Именно породы, заключенные в этой зоне, создают нагрузку на крепь выработок. Определить указанную область можно на основе той или иной теории прочности.

В данной работе зоны разрушения определяются на основе хорошо апробированного критерия прочности Хоека– Брауна, который позволяет оценить степень разрушения породы в рассматриваемой точке среды от совокупного воздействия нормальных и касательных напряжений, учитывая при этом природную и техногенную нарушенность пород [2].

На рис. 2 показана зона разрушения в соответствии с критерием Хоека – Брауна.

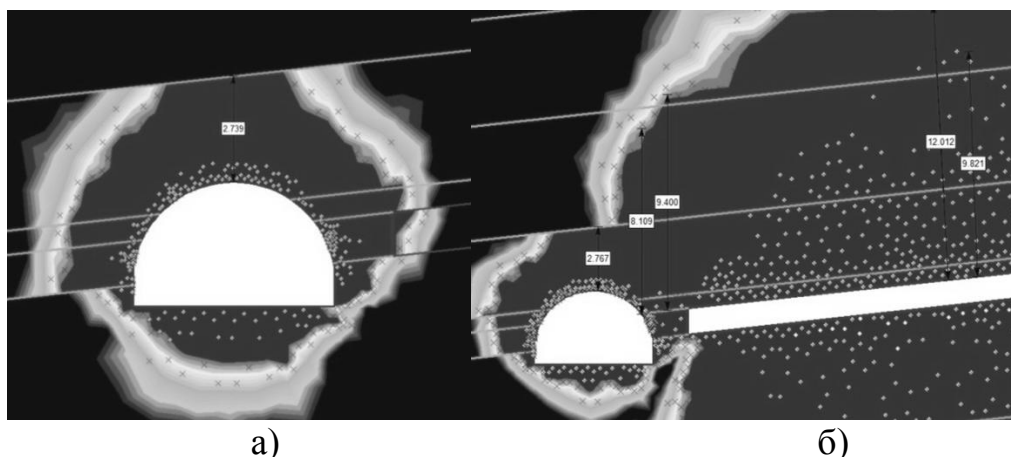


Рис. 2. - Зона разрушения: а) образовавшаяся при проведении штрека, б) при сопряжении конвейерного штрек с лавой

Выше указывалось, что именно породы, заключенные внутри зоны неупругих деформаций, теряют связь с основным массивом и создают нагрузку на крепь выработки. Вес пород внутри зоны разрушения, приходящийся на 1 м выработки, а следовательно, и нагрузку на крепь можно определить как произведение:

$$P = \gamma \times S \times k_d \quad (1)$$

где S – площадь пород, охваченных неупругими деформациями, k_d – коэффициент динамичности, γ – удельный вес пород.

При ширине выработки 5,2 м площадь разрушения непосредственно над выработкой составляет 14,04 м². а вес пород, создающий нагрузку на 1 м выработки составляет 31,1 т/м. при отсутствии динамического эффекта. Такая нагрузка сопоставима с несущей способностью крепи КМП-А3-13,8 ($P_{нес} = 25$ т/м при использовании планок 33Д [3]) с шагом установки 0,8м. Создаваемый ею отпор составляет $25/0,8 = 32$ т /м.

При попадании сечения выработки в окно лавы зона разрушения получает значительное распространение со стороны лавы (рис. 2, б)

Проанализируем свободные перемещения контура выработки в отсутствии и рамной и анкерной крепи, представленные на рис. 3.

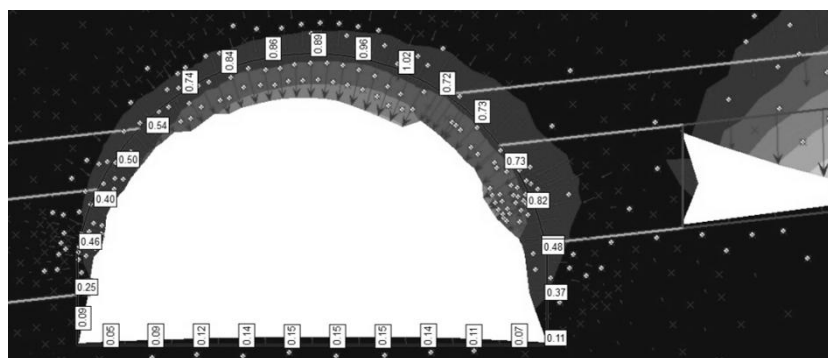


Рис. 3. Свободные перемещения контура выработки при сопряжении с лавой при отсутствии крепи

Из рис. 3 видно, что смещения в кровле со стороны примыкающей лавы развиваются до 1,02 м. Смещения в почве увеличиваются незначительно благодаря прочности песчаного сланца, залегающего в почве угольного пласта. Со стороны угольного пласта смещения в боках составляют 0,46 м. Смещения борта выработки, охраняемого полосой «Текхард» достигают 0,8 м.

Моделирование дополнительной анкерной системы.

Выше указывалось, что совершенствование способа крепления 3 восточного конвейерного штрека пл. h_8 может осуществляться путем установки дополнительных анкеров в места, где деформации пород в наибольшей степени нарушают устойчивое функционирование выработки.

В частности, деформации борта выработки со стороны лавы могут быть стабилизированы путем установки двух анкеров над бровкой под углом 40° к горизонтали, длиной 2,4 м, анкера с противоположного борта и канатного анкера в кровле длиной 6 м.

Основной величиной, которая показывает эффективность (или неэффективность) анкерной системы, являются смещения пород в приконтурной зоне.

На рис. 4 показана расчетная схема для моделирования инсталляции анкеров 2-х уровней (показана расчетная схема для заключительной – 4-й стадии, когда сечение штрека находится в створе лавы).

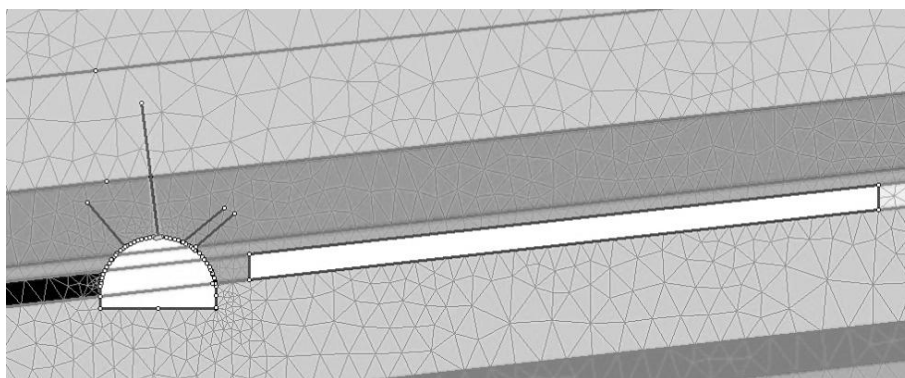


Рис. 4. Расчетная схема. Подход лавы к сечению выработки, закрепленной анкерами 1-го уровня в боках с двух сторон и канатным анкером 2-го уровня

В целом установка минимального количества анкеров 1-го уровня (сталеполимерных анкеров длиной 2,4 м) с двух сторон выработки, а также канатного анкера, стабилизирует смещения в кровле на уровне 0,3-0,07 м, в боках со стороны массива – 0,28-0,38 м, со стороны лавы – 0,79 м (рис. 5). Необходимым условием является своевременная установка анкерной крепи. Анкера 1-го уровня необходимо устанавливать непосредственно при проведении выработки. Канатные анкера должны быть установлены до подхода первой лавы для обеспечения повторного использования выработки.

Стабилизация смещений на уровне 0,3 м (борт, противоположный лаве) и 0,8 м (сопряжение с лавой) возможна только при условии, что элемент охраны

из твердеющей смеси (либо лесоматериалов) обладают достаточной жесткостью, выкладываются в сроки, минимально возможные технологически после обнажения пород.

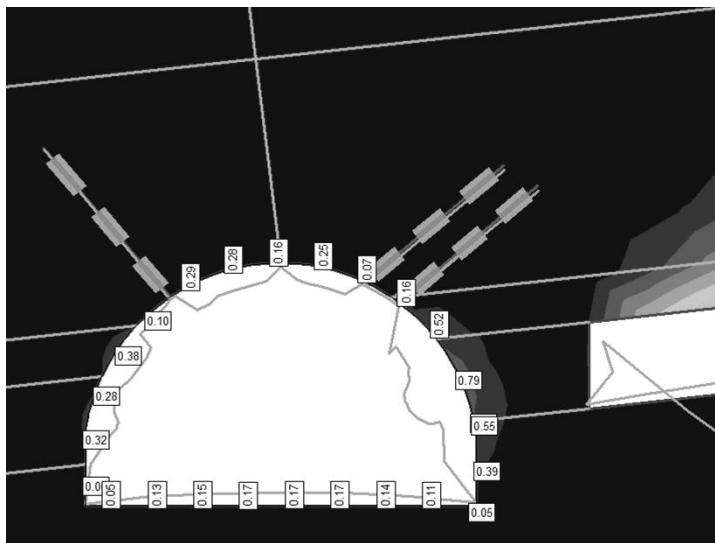


Рис. 5. – Смещения контура выработки при установке 2-х уровневых анкеров

Выводы. Разработана деформационная модель породного массива применительно к условиям 32-й лавы шахты «Комсомольская», что позволило исследовать геомеханические процессы в окрестности сопряжения подготовительных и очистных выработок.

Определены тенденции формирования зон разрушения и развития смещений бортов выработки, обусловленные условиями залегания пласта h_8 .

Показаны возможности снижения величины перемещений и предотвращения развития зон разрушения путем установки анкеров в дополнение к традиционной рамной металлической крепи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А.Н. Шашенко, В.П. Пустовойтенко. Механика горных пород. -Киев «Новый друк», 2003. - 399 с.
2. А.Н. Шашенко, Деформационные модели в геомеханике. / А.Н. Шашенко, Е.А. Сдвижкова, С.Н. Гапеев – Днепропетровск: НГУ, 2008 – 223 с.
3. СОУ 10.1.00185790.011:2007 Підготовчі виробки на пологих пластах. Вибір кріплення, способів і засобів охорони.