

УДК 622.2

В.А. ЧЕРЕДНИК (аспірант,)

ГВУЗ «Национальный горный университет», Украина, г. Днепр

СМЫКАНИЕ ПОРОД КРОВЛИ ПРИ ОТРАБОТКЕ ПОЛОГИХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ В УСЛОВИЯХ ГП «УК «КРАСНОЛИМАНСКАЯ»

Выполнены аналитические исследования процесса смещений пород кровли и почвы при отработке пологого угольного пласта на основании данных Государственного Предприятия «Угольная Компания «Краснолиманская». В программном комплексе Phase2 разработана и верифицирована геомеханическая модель процесса отработки угольного пласта с использованием критерия прочности Хоека-Брауна. Определено расстояние от забоя лавы до точки, в которой происходит первичное смыкание пород кровли и почвы.

Ключевые слова: пологий угольный пласт, плавное смыкание, моделирование геомеханических процессов, критерий Хоека-Брауна.

Постановка задачи:

Устойчивость кровли в лаве зависит от структуры (слоистость, трещиноватость) и физико-механических свойств пород. Эти особенности принимаются во внимание при выборе способа управления кровлей [1].

Примером управления кровлей выступает способ плавного опускания кровли. Способ применяется, когда непосредственно над пластом залегают породы, способные плавно опускаться без видимых нарушений или с местными нарушениями без потери связи между отдельными частями кровли.

Процесс плавного опускания кровли рассмотрено на примере отработки пластов на Государственном предприятии «Угольная компания «Краснолиманская» (УК «ГП «Краснолиманская»), расположенной в Красноармейском геолого-промышленном районе Донбасса.

Геологическое строение:

Непосредственная кровля представляет собой среднеустойчивый склонный к обрушению известняк, выше которого залегают аргиллиты. Основная кровля (аргиллиты, алевролиты и песчаник) весьма труднообрушаема, склонная к плавному опусканию.

Породы почвы представлены алевролитом, аргиллитом, склонным к пучению, который постепенно переходит в сланец песчаный, ниже которого залегают мощные слои песчаника.

Геологическое строение и мощности породных слоёв вблизи разрабатываемого угольного пласта, представлены на рис. 1.

Численное моделирование:

На основании данных ГП «УК Краснолиманская» был смоделирован процесс отработки пологого угольного пласта в программном комплексе Phase2 канадской компании Rockscience.

Исходные данные и физико-механические характеристики породного массива для разработки модели были взяты по пласту М42 и представлены в таблице 1.

На рис. 2 представлен общий вид модели. Модель представляет из себя выработку трапезовидной формы, расположенную в сложном породном массиве. Расчет ведется по стадиям. Данная модель состоит из 100 стадий по 1 м каждая, что позволяет нам определить точное расстояние, при котором происходит первичное смыкание кровли и почвы.

При расчете модели в программном комплексе Phase2 был принят критерий прочности Хоека-Брауна [2, 3], который в общем виде для породного массива имеет вид:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_{ci} \cdot \left(m_i \frac{\sigma_3}{\sigma_{ci}} + s \right)^a, \quad (1)$$

где σ_1 – максимальное напряжение в массиве, МПа;

σ_3 – минимальное напряжение в массиве, МПа;

σ_{ci} – предел прочности на одноосное сжатие массива пород в интактном состоянии, МПа;

m_b – константа Хоека-Брауна для породного массива,

S и a – постоянные величины, учитывающие генезис и состояние (качество) породного массива [4].

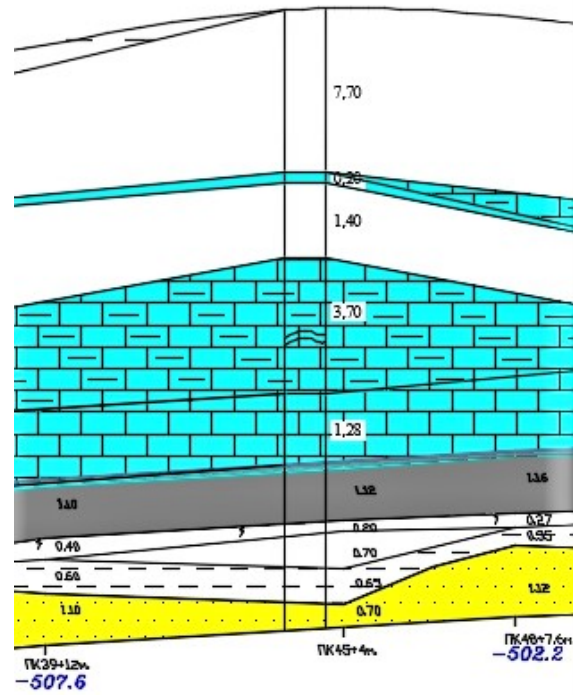


Рис. 1. Геологическое строение породного массива

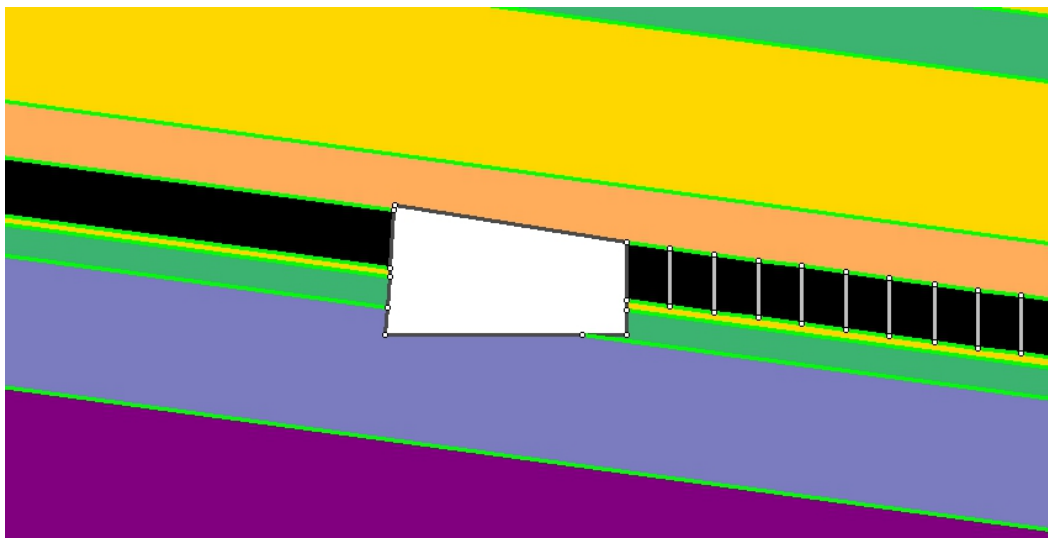


Рис. 2. Общий вид модели.

Таблица 1. Физико-механические характеристики породного массива

Порода	Коэффициент крепости	Модуль Юнга Е, МПа	Коэффициент Пуассона, μ	Предел прочности на одноосное сжатие $R_{сж}$, МПа
Уголь	3	3600	0,3	30
Алевролит	5	3827,6	0,38	25
Сланец песчаный	5	2041,4	0,36	25
Аргиллит	4	2041,4	0,4	20
Известняк серый	9	16331,2	0,28	40
Песчаник	8	4491,1	0,33	40

В процессе расчета задачи с учетом критерия Хоека-Брауна были рассчитаны значения величин S , a и m_b для каждого породного массива. На рис. 3 в качестве примера представлены данные этих значения для угольного пласта.

Parameter Calculator

Intact UCS (MPa):

Geological Strength Index:

Intact Rock Constant m_i :

Disturbance Factor:

m_b :

s :

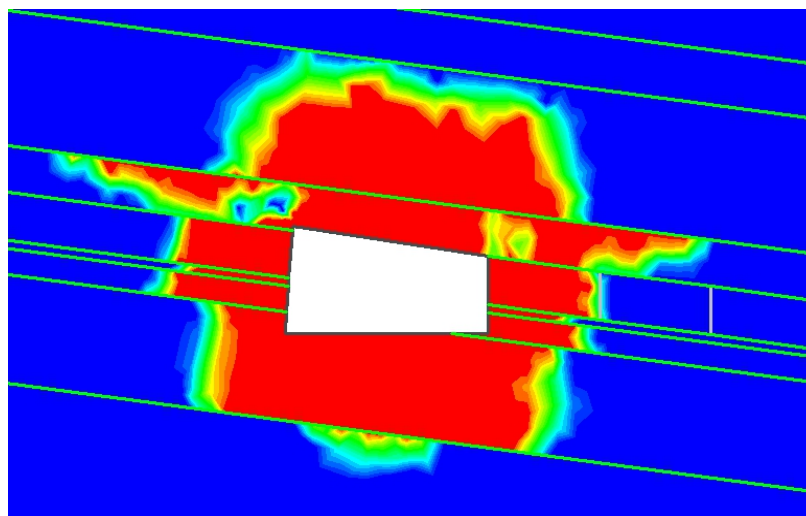
a :

Apply m_b, s, a to peak properties

Apply m_b, s, a to residual properties

Рис. 3. Расчетные значения параметров критерия прочности Хоека-Брауна для угольного пласта

На основе данного критерия прочности выполнены исследования зоны неупругих деформаций (разрушенных пород) в окрестности выработки, картина которых представлена на рис. 4.

**Рис. 4.** Зона неупругих деформаций (разрушенных пород) в окрестности выработки

Функция интерпретации полученных данные “Vertical Displacement” в программном комплексе Phase2 позволяет определить величины вертикальных смещений при разработке угольно пласта. Исходя из данных, полученных при расчете модели, можем сделать вывод, что первичное смыкание происходит при подвигании забоя лавы на 25 метров. Смыкание представляет собой сумму опускания кровли $U_{кр}$ и пучения пород почвы U_n , равных мощности угольного пласта $m_{уг}$.

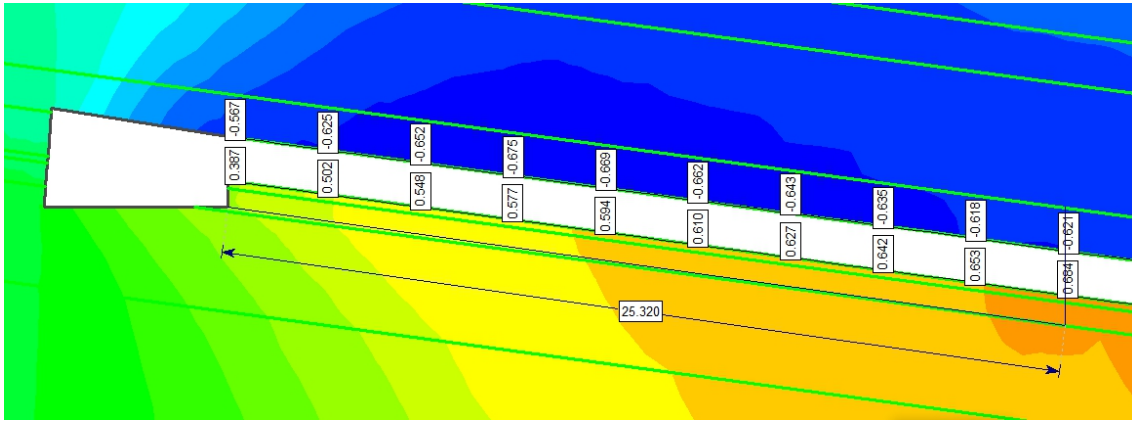


Рис. 5. Величины вертикальных перемещений кровли и почвы

Полученные в результате моделирования данные соответствуют значениям, полученным в ходе натуральных измерений на шахте. По материалам ГП «УК Краснолиманская» первичное смыкание происходит на расстоянии 20-30 метров.

Выводы:

1. В программном комплексе Phase2 разработана и верифицирована геомеханическая модель для оценки напряженно-деформированного состояния слоистого породного массива на основе критерия прочности Хоека-Брауна.

2. По результатам численного моделирования установлено, что первичное смыкание пород кровли и почвы происходит на расстоянии 25 метров от забоя лавы. Данное значение соответствует величинам натуральных измерений (20-30 метров).

Библиографический список

1. Бондаренко В.И., Кузьменко А.М. Технология подземной разработки пластовых месторождений полезных ископаемых: Учебник для вузов. – Днепропетровск, 2003. – 708 с.
2. Hoek E. Practical estimates of rock mass strength / E. Hoek, E.T. Brown // International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences. – 1997. – Vol. 34, N 8. – P. 1165–1186.
3. Hoek E. Practical Rock Engineering, 2000 Edition [Электронный ресурс] / E. Hoek. – Режим доступа: <http://www.rocscience.com/hoek/PracticalRockEngineering.asp>.
4. Шашенко О.М., Сдвижкова О.О., Гапеев С.М. Деформованість та міцність масивів гірських порід: Монографія. – Д.: Національний гірничий університет, 2008. – 224 с.
5. Шашенко А.Н. Некоторые задачи статистической геомеханики / А.Н. Шашенко, С.Б. Тулуб, Е.А. Сдвижкова. – К.: Універ. вид-во “Пульсари”, 2002. – 304 с.

Надійшла до редакції 12.05.2017

В.А. Чередник

ДВНЗ «Національний гірничий університет», Україна, м. Дніпро

ЗМИКАННЯ ПОРІД ПОКРІВЛІ ПРИ ВІДПРАЦЮВАННІ ПОЛОГИХ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ В УМОВАХ ДП «ВК «КРАСНОЛИМАНСЬКА»

Виконано аналітичні дослідження процесу зсувів порід покрівлі та підшви при відпрацювання пологого вугільного пласта на підставі даних Державного Підприємства «Вугільна Компанія «Краснолиманська». У програмному комплексі Phase2 розроблено і верифіковано геомеханічну модель процесу відпрацювання вугільного пласта з використанням критерія міцності Хоска-Брауна. Визначено відстань від вибою лави до точки, в якій відбувається первинне змикання порід покрівлі та підшви.

Ключові слова: пологий вугільний пласт, плавне змикання, моделювання геомеханічних процесів, критерій Хоска-Брауна.

V. Cheredyk

State higher educational institution "National mining university", Ukraine, Dnipro

LOWERING OF A LAVA ROOF WHEN MINING COAL SEAMS IN CASE OF THE KRASNOLYMANSKA MINE.

Analytical research of a process of rock displacement in the roof and the floor during the mining of a flat layer were carried out in a case of the Krasnolymanska Mine. A geomechanical model of mining the coal seam was developed and verified in program complex Phase2 using the Hoek and Brown criterion. Distance from the excavation face to the bottom where presented the first lowering of the roof and the floor was established.

Keywords: flat coal seam, smooth lowering, geomechanical processes modeling, Hoek and Brown criterion.