

к.т.н. Аверин Г. А.,
к.т.н. Кирьязев П. Н.,
Доценко О. Г.,
Филонюк Ю.В.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРВИЧНОГО ШАГА ОБРУШЕНИЯ КРОВЛИ
В ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**
ш. им. В. В. ВАХРУШЕВА

Наведено результати моделювання спрямовані на визначення первинного шагу обвалення та встановлення його критерію.

Ключові слова: моделювання; критерій; первинний шаг: обвалення покрівлі.

В статье приведены результаты моделирования, направленные на определение первичного шага обрушения и установление его критерия.

Ключевые слова: моделирование; критерий: первичный шаг; обрушение кровли.

Актуальность работы. Первичный и последующий шаги обрушения кровли в длинном забое влияют на устойчивость подготовительных выработок, что обуславливает необходимость применения мер по локализации их вредного влияния на добычной участок. Составляя «Паспорт выемки угля, крепления и управления кровлей в лаве», важно располагать параметрами управления кровлей, особенно в начальный период работы забоя. Особенности проявления и параметры осадок кровли зависят от физико-механических свойств вышележащих пород, литологии и характера обрушения пород в выработанном пространстве. Известные аналитические методы расчета шага обрушения основной кровли для оперативного прогнозирования параметров предельных пролетов кровли в производственных условиях [1] требуют трудно определяемые исходные данные и не обеспечивают получения достоверных результатов [2]. Использование точных геомеханических моделей даст надёжные прогнозируемые величины параметров горного давления и снизит затраты, связанные с ликвидацией проявлений горного давления.

Состояние вопроса. При разработке «Паспортов выемки угля, крепления и управления кровлей» используют классификацию боковых пород ДонУГИ, согласно которой породы характеризуются свойствами: A_i - обрушаемостью массива пород над пластом; B_j – устойчивостью нижнего слоя кровли; Π_e – устойчивостью непосредственной почвы. Указанные категории устанавливаются по геомеханическим критериям и технологическим признакам. Они устанавливаются по опыту работы лав в аналогичных условиях. Один из геомеханических критериев - значения первичного шага обрушения и последующих осадок массива пород и величина зависания кровли со стороны выработанного пространства определяются комиссией в составе главных технолога, маркшейдера, геолога и начальника участка. Результаты наблюдений оформляются актом на каждую лаву. При неустановленном классе пород значения критериев определяют расчетным путем [1]. Нужны новые подходы к решению этой задачи, которые позволяют более точно учитывать геомеханические свойства подрабатываемого массива пород и получать надёжные результаты.

Цель работы - разработать математические модели, учитывающие реальные горно-геологические свойства вмещающих угольный пласт пород и позволяющие установить критерий обрушения пород кровли для определения первичного шага осадки.

В данной работе разработаны математические модели, использующие сводную стратиграфическую колонку, построенную на базе разведочных скважин, расположенных на территории шахтного поля им. В. В. Вахрушева ГП Ровенькиантрацит. В схеме учтены все угольные пласти, прослойки, вмещающие породы, их мощность и физико-механические свойства.

В настоящее время шахта разрабатывает пласти h_8 , h_{10} , h_{11} . Расчетная схема моделируемой области, содержащий разрабатываемые пласти, представляет собой прямоугольник размерами 3500 м (по простирианию) и 1000 м (по глубине), аппроксимирована прямоугольными элементами. Ширина каждого элемента равна 5 метров, а высота колеблется от 0,1 до 20 м. Граничные условия: узлы основания не перемещаются вдоль вертикали (т.е. ниже 1000 м – не сжимаемая толща). Узлы боковых сторон не перемещаются по простирианию, т.е. за пределами 3500 м нет влияния выработки. Исходное напряженно - деформированное состояние – напряжения и перемещения, вызванное силами тяжести до проведения выработки. Поставленная задача решается методом конечных элементов с использованием вычислительного комплекса «Лира-9.4». Задача решена в физически-нелинейной постановке. Использованы в модели физически нелинейные прямоугольные конечные элементы плоской задачи (грунт), работающие на сжатие и сдвиг по схеме

плоской деформации, в соответствии с законом закона Кулона-Мора (для грунтов). Расчетные характеристики вмещающих пород и угля приведены в таблице 1.

Определена высота разрушенных пород, образованных в массиве пород при подвигании лавы с шагом 5м, что соответствует среднесуточному подвиганию высоконагруженных лав.

На рисунках 1 - 3 показаны фрагменты расчётных схем с разрушенными элементами пород кровли пластов h_8 , h_{10} , h_{11} . при подвигании лавы на 90 м от разреза. Разрушенные элементы показаны на поле нормальных напряжений N_1 , определённых по теории прочности Кулона-Мора для грунтов. Характер разрушения пород: разрушение по первой главной площадке (показаны на рисунках 1-3 чёрным цветом), разрушение от сдвига (показаны на схеме серым цветом). Отчётливо видны размеры области разрушенных пород и кусочно-блочный характер разрушения.

В качестве критерия обрушения (K) можно принять отношение высоты свода разрушения h к длине обнажения пород кровли L .

Между длиной обнажения пород кровли (L) и критерием обрушения пород кровли (K) имеется связь, представленная в виде (1) и на рисунках 4-6.

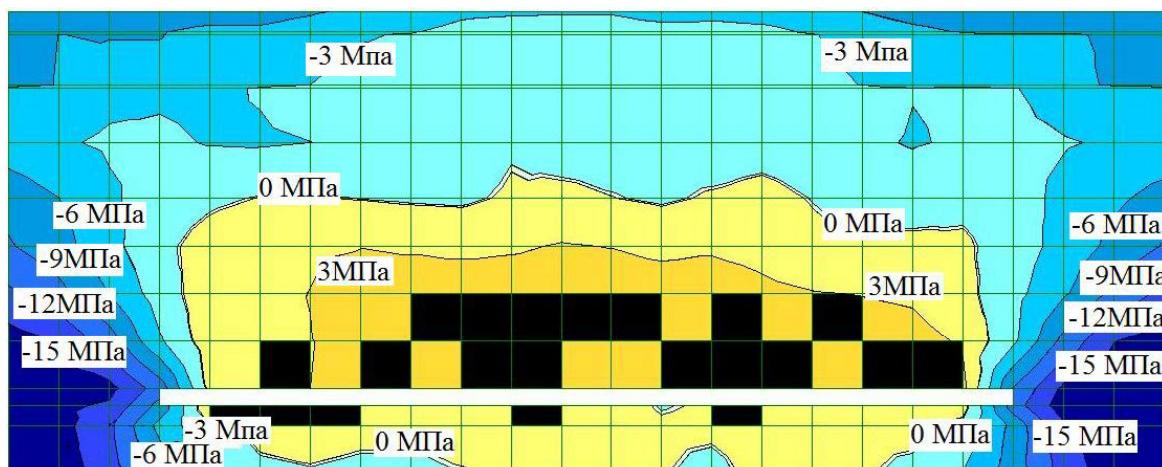


Рисунок 1 - Фрагмент расчётной схемы по определению разрушенных пород кровли для пласта h_8

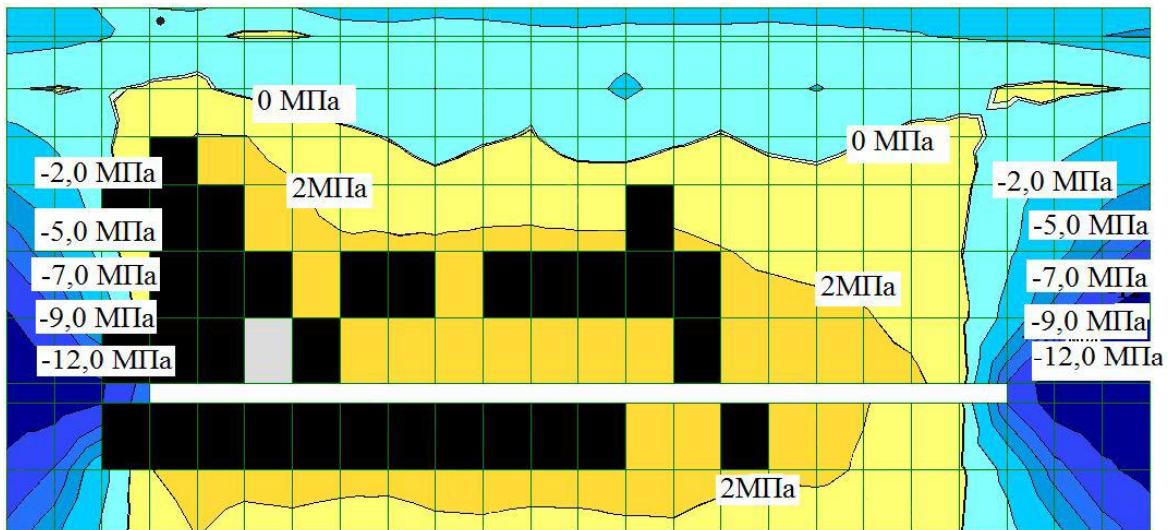


Рисунок 2 - Фрагмент расчётной схемы по определению разрушенных пород кровли для пласта h_{10}

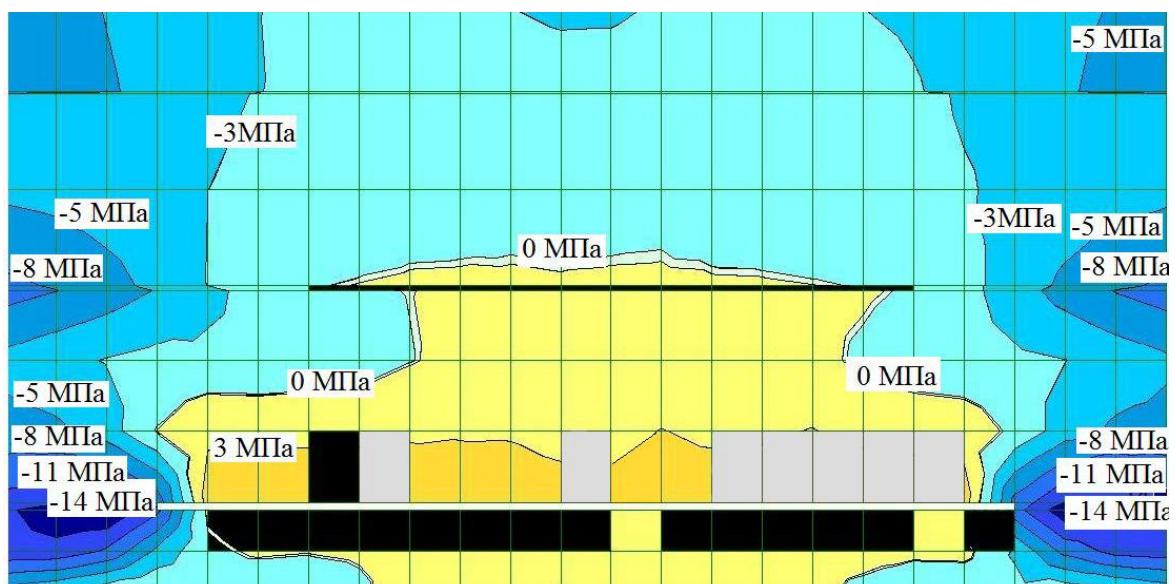


Рисунок 3 - Фрагмент расчётной схемы по определению разрушенных пород кровли для пласта h_{11}

$$K = a \cdot L^6 + b \cdot L^5 + c \cdot L^4 + d \cdot L^3 + f \cdot L + g, \quad (1)$$

где L - величина обнажения пород кровли, м;
 R – коэффициент аппроксимации;
 a, b, c, d, f, g –коэффициенты, значения которых приведены в таблице 2.

Таблица 1 – Общая характеристика угольных пластов рабочей мощности

№П	Пласт						Кровля - от пласта								
	Индекс пласта	Средняя мощность, м	Модуль упругости, E, МПа.Ф	Угол внутреннего тре- нья.Ф – град.	Коэффициент сцепления, С МПа	Расстояние между пластами, м.	Литология			Первый слой			Второй слой		
							Мощность слоя, м	Модуль упругости, E, МПа.	Угол внутреннего треиня. Ф – град.	Коэффициент сцепления, С МПа	Мощность слоя, м	Модуль упругости, E - МПа	Угол внутреннего треиня. Ф – град.	Коэффициент сцепления, С, МПа	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
h ₁₁	1,0	5·10 ²	37	3,4	30	песчаник	14	2,5·10 ⁴	35	8	аргиллит	7	5·10 ³	30	5
h ₁₀	1,82	5·10 ²	37	3,4	68	алевролит	21	2,0·10 ⁴	35	8	песчаник	5	2,5·10 ⁴	35	8
h ₈	1,43	5·10 ²	37	3,4	245	песчаник,	19	2,5·10 ⁴	35	8	алевролит	11	2,0·10 ⁴	35	8

Таблица 2 – Значения параметров аппроксимирующих функций

Пласт	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>j</i>	R ²	Критерий обрушаемости		L _{факт} , м		L _{теор} , м		Отклонение, %	
									max	min	min	max	min	max	min	max
h ₈	3E-11	-1E-08	1E-06	-8E-05	0,002	-0,029	0,108	0,76	0,2	0,12	45	70	50	85	11	21
h ₁₀	-2E-10	8E-08	-1E-05	0	-0,024	0,379	-1,324	0,84	0,6	0,38	50	70	35	55	27	30
h ₁₁	1E-10	-4E-08	5E-06	0	0,009	-0,107	0,394	0,79	0,23	0,12	40	50	30	60	25	20

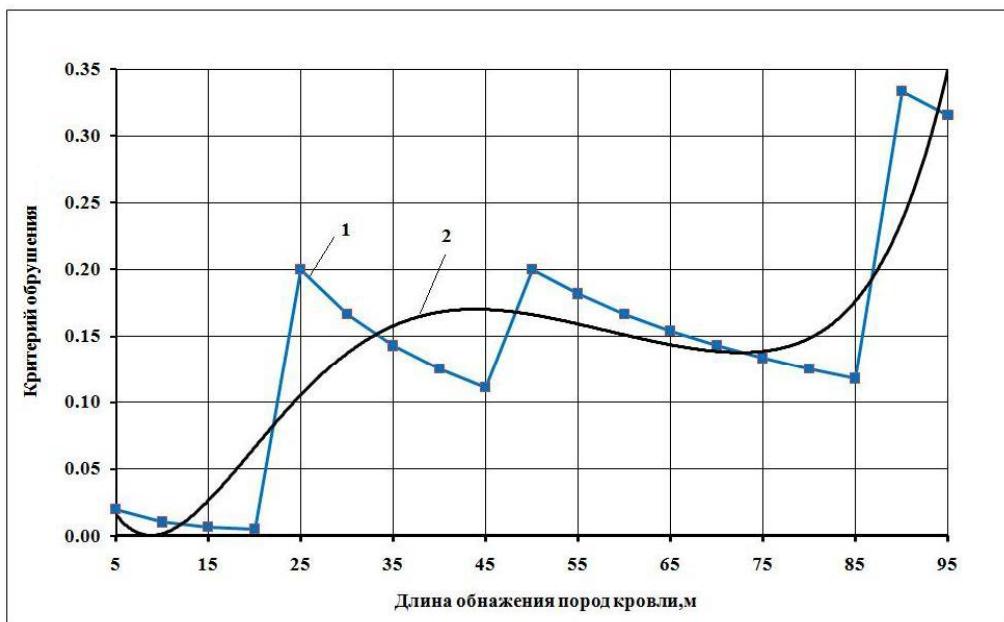


Рисунок 4 – Полиноминальная зависимость критерия обрушения относительно первоначальной длины обнажения кровли очистного забоя по пласту h_8 , 1 - кривая данных моделирования; 2 – полиноминальная кривая.

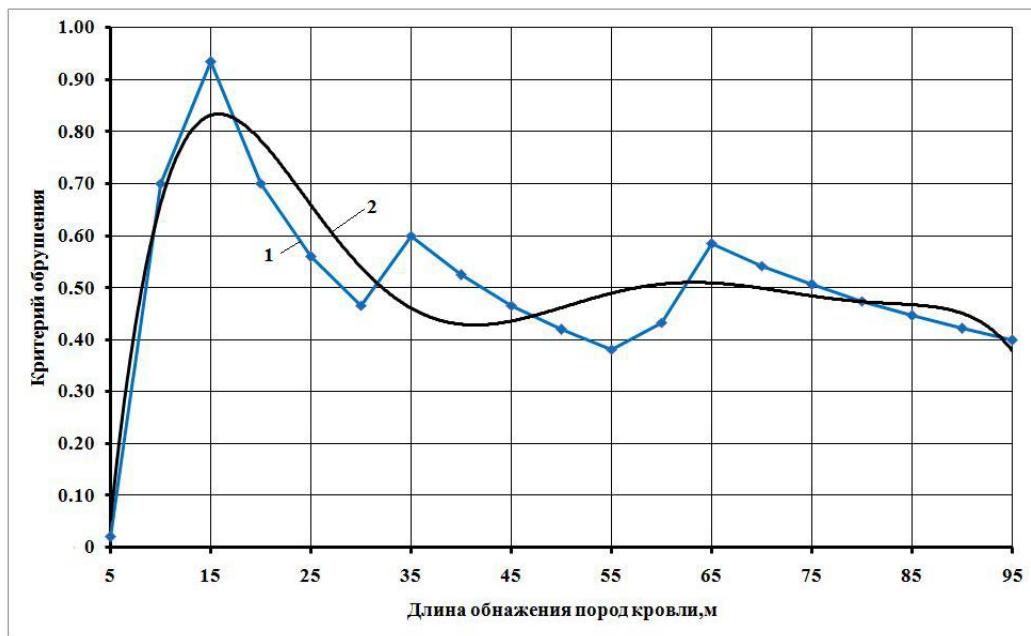


Рисунок 5 – Полиноминальная зависимость критерия обрушения относительно первоначальной длины подвигания очистного забоя по пласту h_{10} , 1- кривая данных моделирования; 2 – полиноминальная кривая.

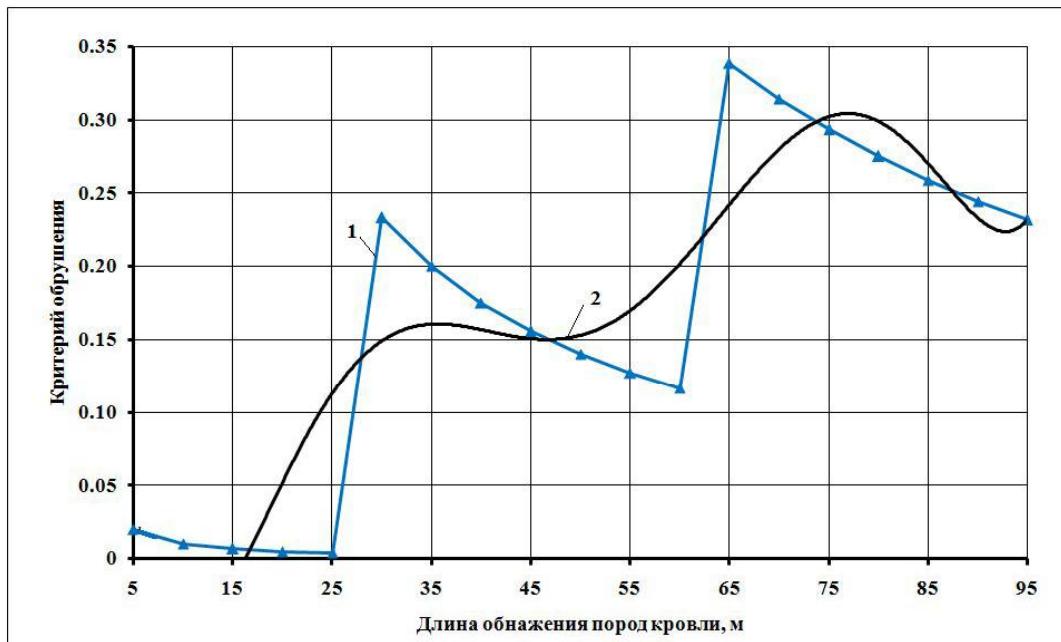


Рисунок 6 – Полиноминальная зависимость критерия обрушения относительно первоначальной длины подвигания очистного забоя по пласту h_{11} , 1 - кривая данных моделирования; 2 – полиноминальная кривая.

Результаты моделирования сопоставляли с фактическими значениями первичного шага обрушения основной кровли, которые на пластах h_8 , h_{10} , h_{11} соответственно составили 45-70 м, 50-70 м и 40-55 м.

Отклонение результатов фактических первоначальных обрушений от расчётных составляет от 11 до 30%. (см. таблицу 2).

Анализ рисунков 4 - 6 позволяет заметить скачкообразный рост критерия K . Начало и окончание такого «скачка» соответствует минимальному и максимальному фактическому шагу непосредственной, основной и последующим шагам обрушения кровли. При этом для пласта h_8 - K равен 0,12-0,2, для h_{10} - $K=0,38 - 0,6$, для h_{11} - $K = 0,12 - 0,23$.

Выводы и направление дальнейших исследований:

Разработан критерий обрушения для определения и прогнозирования первичного шага обрушения пород кровли.

Разработана математическая модель для определения высоты обрушения пород кровли в начальный период прохождения лав по трем пластам h_8 , h_{10} , h_{11} в горно-геологических условиях шахты им. В.В.Вахрушева.

Библиографический список

1. Управление кровлей и крепление в очистных забоях на угольных пластах с углом падения до 35° . Руководство КД 12.01.01.503. – 2001. – Киев: Минтопэнерго Украины, ДонУГИ, 2002. – 141 с.
2. Борзых А.Ф. Влияние трециноватости пород на шаг периодических осадок труднообрушающейся кровли / А.Ф. Борзых, Г.А. Аверин // Уголь Украины, 1990. – №9. – С.10.

Рекомендовано к печати д.т.н., проф. Клишиным Н.К.