

УСКОРЕНИЕ КОНВЕРГЕНЦИИ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД В ОЧИСТНЫХ ЗАБОЯХ

д.т.н. Антипов И.В., д.т.н. Ильюшенко В.Г. (Отделение физико-технических горных проблем ДонФТИ НАНУ), **инж. Кравченко В.Е.** (Донецкий государственный технический университет)

Концевые участки очистных забоев, с точки зрения интенсивности геомеханических процессов, имеют ярко выраженные особенности по сравнению с серединой лавы. Изучение этих особенностей, а также установление закономерностей протекания геомеханических процессов в массиве позволяет разрабатывать новые и совершенствовать существующие средства крепления очистных забоев.

Наиболее эффективным методом исследования геомеханических процессов в горном массиве являются шахтные инструментальные наблюдения в действующих очистных забоях. Такие исследования проводятся на шахтах Донецкого угольного бассейна с 1992 года [1].

Задачи проводимых исследований заключаются в следующем:

- определить величину конвергенции вмещающих пород на различных участках лавы, а также величину начального распора и рабочего сопротивления гидравлических стоек механизированной крепи;
- установить закономерности протекания геомеханических процессов в породном массиве при выполнении технологических операций выемки угля и крепления очистного забоя;
- построить в единой временной системе координат графики конвергенции вмещающих пород и фактические рабочие характеристики механизированных крепей, совместив их с планами работ в лаве;
- выявить особенности взаимодействия крепи с кровлей на концевых участках лавы и установить новые критерии оценки протяженности концевых участков лавы.

На АП «Шахта им. А.Ф.Засядько» наблюдения проводились на трех пластах: m_3 , k_8 и l_1 в лавах оборудованных механизированными комплексами ЗМКД90 и КД80. Горно-геологические условия залегания пластов и горнотехнические факторы их отработки представлены в таблице.

Таблица. Горно-геологические и горнотехнические условия

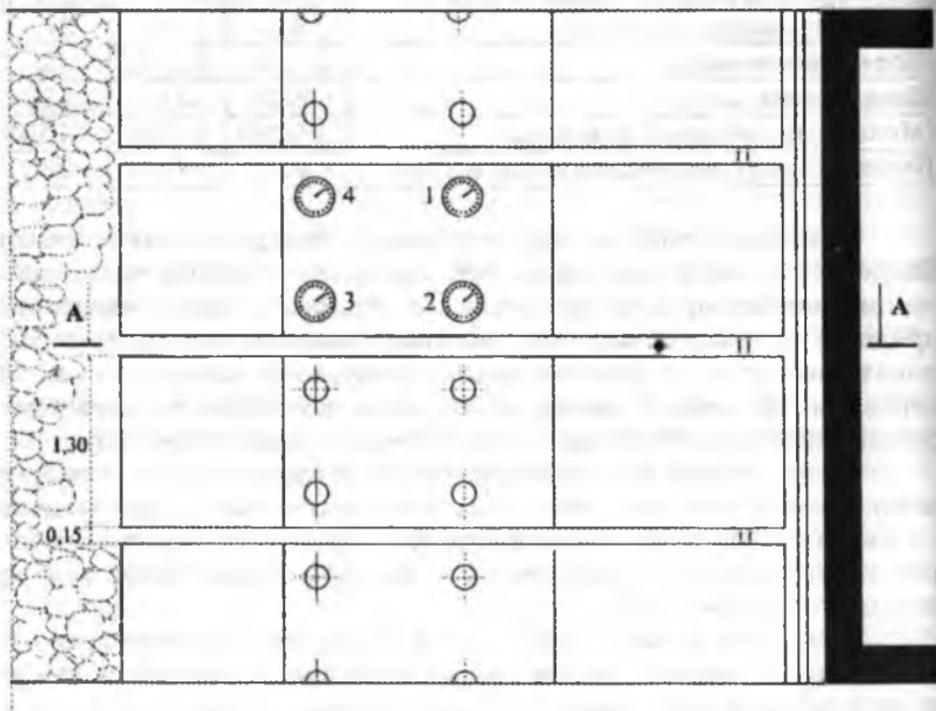
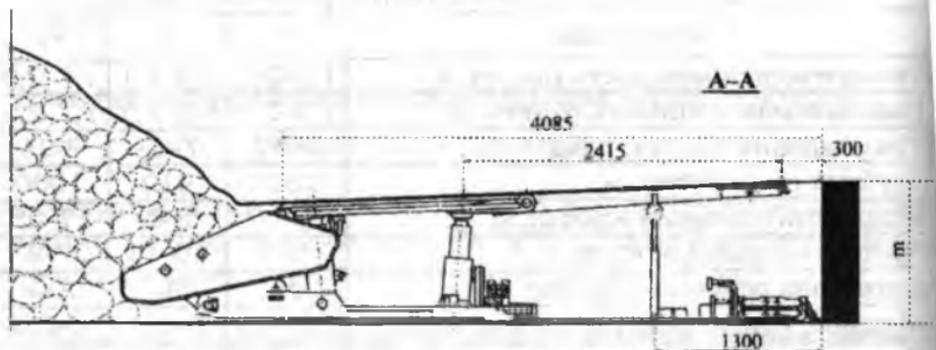
Показатели	m_1	k_2	t_1
Геологическая мощность пласта, м	1,3-2,2	0,8-1,1	1,7-2,2
Вывинчиваемая мощность пласта, м	1,3-2,2	0,8-1,1	1,7-2,2
Угол падения пласта, град.	4-12	7-14	8-25
Глубина разработки, м	1300	910	1000
Мощность основной кровли, м	12-17	3-5	17-25
Крепость основной кровли, f	5-8	10-13	7-8
Категория основной кровли	A ₂	A ₃	A ₃₋₄
Мощность непосредственной кровли, м	2,0-4,6	0-3,5	0-6,0
Крепость непосредственной кровли, f	3-4	3-4	3-4
Категория непосредственной кровли	B ₁₋₂ , B ₃	B ₁₋₂ , B ₃	B ₂ , B ₃₋₄
Крепость пород почвы, f	3-5	4-6	3-5
Категория почвы	П ₁ , П ₂	П ₂ , П ₃	П ₂
Длина лавы, м	235	210	210
Механизированный комплекс	ЗКД90	КД80	ЗКД90
Рабочее сопротивление крепи, кН/м ²	500	480	500

Для проведения инструментальных замеров и визуальных наблюдений в лавах оборудовалась замерная станция на одной из секций механизированной крепи. На четырех стойках секции через предохранительные клапаны устанавливались манометры МП-3, показания которых фиксировались дежурным наблюдателем с интервалами 10 мин., а во время прохода комбайна и перемещения секций крепи в районе замерной станции - каждую минуту.

Кроме этого на замерной станции выполнялись измерения конвергенции вмещающих пород. Конвергенция пород измерялась стойками СУИ-2 с индикаторами ИЧТ-0,01. Показания индикаторов и манометров фиксировались одновременно. Схема размещения представлена на рис. 1.

Один раз в смену рулеткой измерялась геологическая и вывинчиваемая мощность пласта. На каждом цикле передвижки крепи фиксировалось расстояние от груди забоя до точки первого контакта перекрытия с кровлей, а также толщина породной подушки на перекрытии. Визуально и с помощью фотоаппарата фиксировались состояние кровли (заколы, трещины, ступени, вывалы и т.д.), а также величина устойчивых обнажений пород в выработанном пространстве. С точностью до 5 мин хронометрировалась продолжительность выполнения технологических операций в очистном забое.

На сопряжения лавы с конвейерным штреком оборудовалась первая замерная станция. Затем станция перемещалась вверх по лаве и в каждом месте дислокации станции замеры выполнялись до и после прохода комбайна и передвижки секции крепи. Результаты наблюдений заносились в специальные формуляры.



Условные обозначения

-  — номера манометров МП-3 и их расположение на секции крепи
-  — измерительная стойка СИИ-2 с индикатором ИЧТ

Рис. 1. Схема размещения оборудования на замерной станции.

По результатам наблюдений в единой временной системе координат построены графики конвергенции вмещающих пород (h , мм), фактические рабочие характеристики механизированных крепей (R , кН и P , кН/м²), планограммы работ в лавах (рис. 2), которые наглядно демонстрируют взаимосвязь между интенсивностью геомеханических процессов в породном массиве и технологическими операциями в очистном забое.

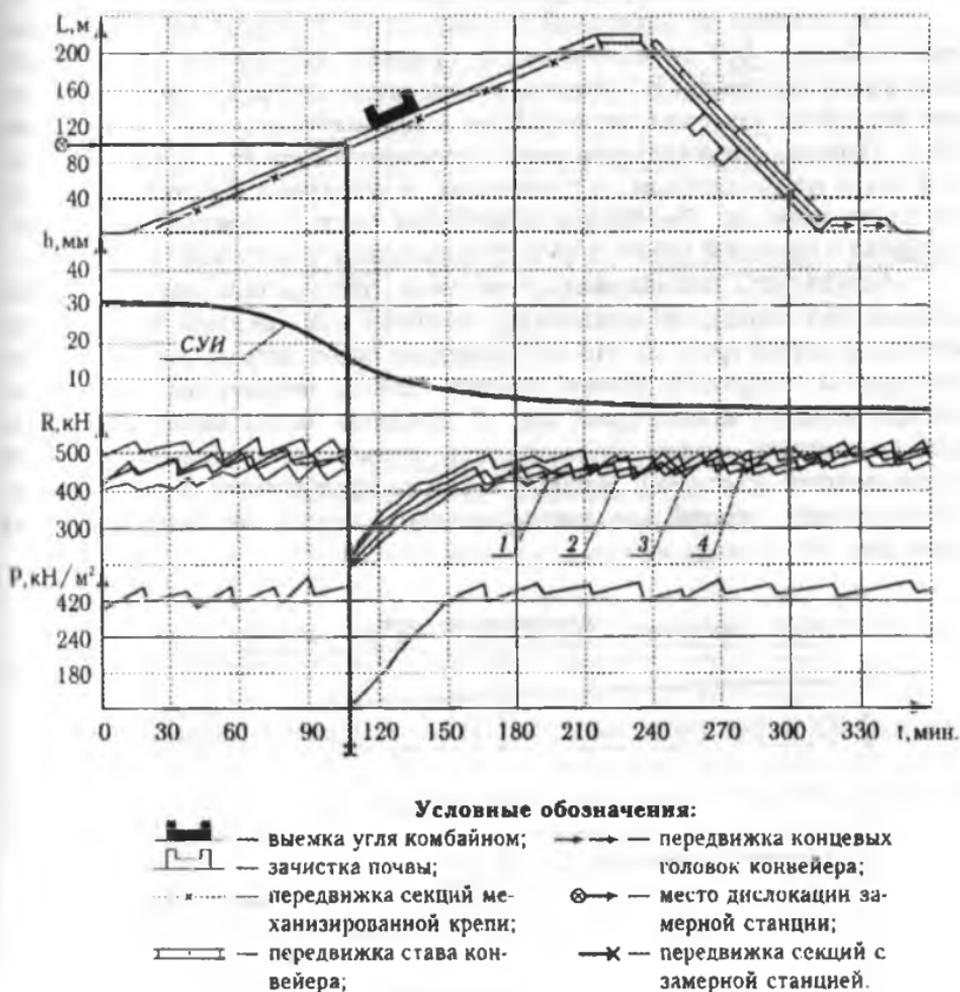


Рис. 2. Планограмма работ в лаве, графики конвергенции пород и фактические характеристики крепи.

Наиболее интенсивная конвергенция вмещающих пород происходит после прохода комбайна в средней части призабойного пространства на расстоянии 1,8...1,9 м от груди забоя лавы. То есть подтверждается гипотеза о возникновении растягивающих напря-

жений в непосредственной кровле при увеличении расстояния от груди забоя до первой стойки крепи.

В задачи шахтных исследований входила проверка гипотезы о влиянии ширины бесстоечного призабойного пространства на характер опускания кровли. Установлено, что при удалении первой стойки крепи на 2,0...2,5 м линия опускания пород приближается к экспоненте, а это приводит к образованию растягивающих напряжений в нижних слоях, раскрытию трещин и вывалообразованиям.

Расстояние от консолей перекрытия до груди забоя изменялось от 0,3 до 0,7 м, составляя в среднем 0,5 м, т.е. превышало паспортное значение в 1,6 раза. Расстояние от груди забоя до первого контакта консоли перекрытия с кровлей составило в среднем 0,8 м. Причем контактирование в подавляющем большинстве случаев было не сплошным, а точечным, в основном 3-4 точки передней части консоли. Рессорная и жесткая части перекрытия контактировали с кровлей через породную подушку толщиной от 3-10 см.

Результаты наблюдений показали, что кривые конвергенции вмещающих пород на концевых участках и в средней части лавы заметно разнятся (рис. 3). На сопряжении "лава-штрек" наблюдается постоянная скорость конвергенции пород независимо от передвижки секций крепи (рис. 3а). В средней части лавы при передвижке секции крепи наблюдается резкое увеличение скорости конвергенции (рис. 3в). Разнятся также фактические рабочие характеристики секций механизированной крепи на этих участках лавы (рис. 4).

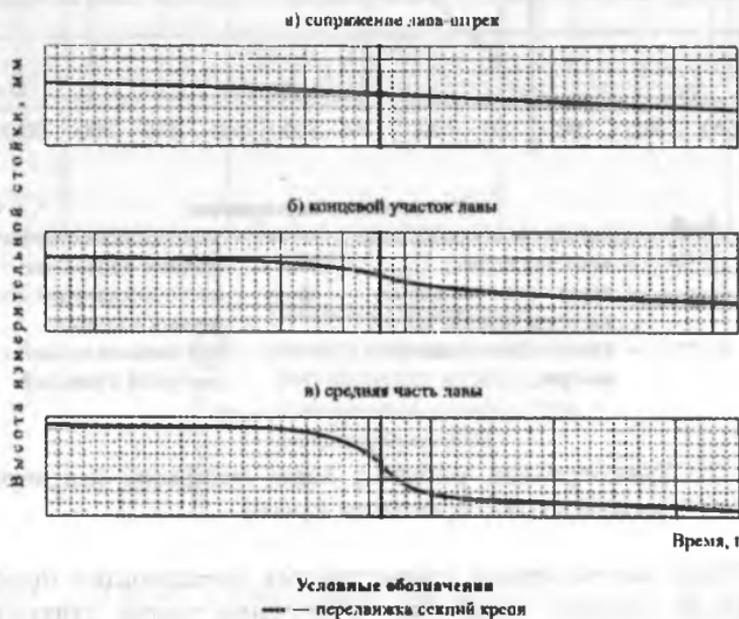
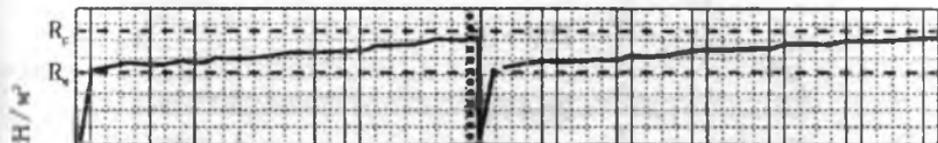


Рис. 3 Графики конвергенции вмещающих пород на разных участках лавы.

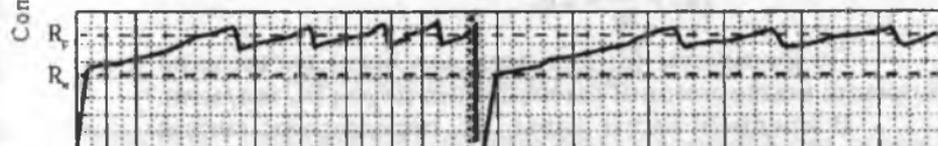
а) сопряжение лава-штрек



б) концевой участок лавы



в) средняя часть лавы



Время, t

Условные обозначения

- — передвижка секции крепи
- R_p — рабочее сопротивление, кН/м²
- R_0 — начальное сопротивление крепи, кН/м²

Рис. 4. Фактические рабочие характеристики крепи на разных участках лавы.

С помощью метода группового учета аргументов [2] были установлены зависимости конвергенции вмещающих пород (h , мм) от времени (t , мин.) на разных участках лавы. Было получено 180 систем уравнений вида:

$$\begin{cases} h_1 = c_1 t + e_1 \\ h_2 = b_1 t^2 + c_2 t + e_2 \\ h_3 = b_2 t^2 + c_3 t + e_3 \\ h_4 = c_4 t + e_4 \end{cases} \quad (1)$$

Уравнениями (1) описываются кривые конвергенции вмещающих пород на разных участках лавы. Продифференцировав уравнения из системы (1) можно найти скорость конвергенции пород (v , мм/мин.):

$$\left\{ \begin{array}{l} v_1 = \frac{dh}{dt} = c_1 \\ v_2 = \frac{dh}{dt} = 2b_1 t + c_2 \\ v_3 = \frac{dh}{dt} = 2b_2 t + c_3 \\ v_4 = \frac{dh}{dt} = c_4 \end{array} \right. \quad (2)$$

Продифференцировав уравнения (2) находим ускорение конвергенции вмещающих пород (a , мм/мин.²):

$$\left\{ \begin{array}{l} a_1 = \frac{dv}{dt} = 2 b_1 \\ a_2 = \frac{dv}{dt} = 2 b_2 \end{array} \right. \quad (3)$$

По формулам (3) для всех лав были вычислены значения ускорения конвергенции вмещающих пород (a , мм/мин.²).

В средней части лавы, до передвижки секции крепи, скорость конвергенции кровли и почвы увеличивается неравномерно; после передвижки крепи - неравномерно уменьшается, т.е. существует ускорение конвергенции вмещающих пород. Начиная от сопряжения с конвейерным штреком, ускорение конвергенции постепенно увеличивается по длине лавы, достигая максимального значения, затем постепенно уменьшается в районе вентиляционного штрека (рис. 5). Абсолютная величина ускорения конвергенции $|a|$ в средней части лавы постоянна и составляет около 0,05 мм/мин.²; на концевых участках лавы ускорение изменяется от 0,01 до 0,05 мм/мин.².

Таким образом, рассматривая очистной забой с точки зрения особенностей геомеханических процессов в породном массиве на разных участках, величину ускорения конвергенции можно принять в качестве критерия оценки протяженности концевых участков лавы.

Установлено, что длина концевых участков лав по критерию ускорения конвергенции пород составляет: около выработок, прилегающих к целику $l_1=12-17$ м, к выработанному пространству - $l_2=15-20$ м (рис. 5). На этих участках лав механизированная крепь не выходит в режим рабочего сопротивления (рис. 4а), или выходит крайне медленно (рис. 4б). Работа крепи в режиме рабочего сопротивления наблюдается только в средней части лавы (рис. 4в).

Проведенные исследования позволили выявить существование зависимости протяженности концевых участков лавы от мощности пласта - с увеличением мощности пласта увеличивается длина концевых участков лавы. Однако, для формализации такой зависимости необходимы дополнительные натурные наблюдения.

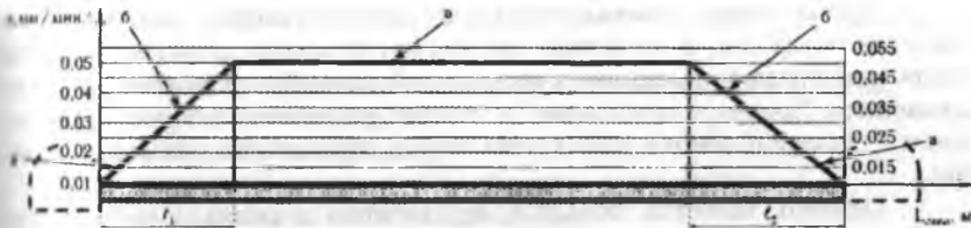


Рис. 5. График изменения абсолютной величина ускорения конвергенции вмещающих пород по длине лавы

Значение ускорения конвергенции вмещающих пород является геомеханическим критерием оценки протяженности концевых участков лавы. На этих участках необходимо применять специальные крепи с плавно нарастающим сопротивлением и бесступенчатой податливостью [3], или другие нетрадиционные средства крепления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипов И.В., Поважный С.Ф. Шахтные исследования особенностей взаимодействия механизированных крепей с вмещающими породами // Известия вузов. Горный журнал.- 1994.- № 3.- С. 45-50.
2. Антипов И.В. Стратегия и критерии принятия решений.- Проблемы экологии: ДонГТУ, 1999.- № 1.- С. 70-75.
3. Антипов И.В., Кравченко В.Е. Шахтные испытания механизированной крепи нового уровня // Известия Донецкого горного института.- 1999.- № 3.- С. 47-51.

УДК 622.831.325

ПАРАМЕТРЫ НЕТРАДИЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ В ОЧИСТНЫХ ЗАБОЯХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

д.т.н. Гребёнкин С.С., к.т.н. Ильин А.И. (Комплексный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт по проблемам Центрального района Донбасса (ДонНИИ), **к.т.н. Керкез С.Д.** (Территориальное управление Госнадзорохрантруда по Луганской области)

Основой шахтных пневматических конструкций является силовой элемент, состоящий из мягкой оболочки, напряжённой избыточным давлением сжатого воздуха.