

УДК 622.831.1:622.016.62

Антипов Игорь Владиславович

доктор технических наук, профессор,
заведующий отделом,
Республиканский академический
научно-исследовательский
и проектно-конструкторский институт
горной геологии, геомеханики, геофизики
и маркшейдерского дела (РАНИМИ),
Украина, 83004, г. Донецк,
ул. Челюскинцев, 291
e-mail: iantypov@ukr.net

**ОЦЕНКА ПРОТЯЖЕННОСТИ КОНЦЕВЫХ
УЧАСТКОВ ЛАВ ПО КРИТЕРИЮ
УСКОРЕНИЯ КОНВЕРГЕНЦИИ
ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД***Аннотация:*

Приведены результаты инструментальных наблюдений в действующем очистном забое шахты им. А.Ф. Засядько. Установлено, что скорость конвергенции вмещающих пород изменяется во времени и зависит от интенсивности производственных операций в лаве. Вычислены значения ускорения конвергенции вмещающих пород вдоль всей линии забоя лавы. На концевых участках лавы абсолютные значения ускорения конвергенции вмещающих пород меньше, чем в средней части лавы. Предложено использовать ускорение конвергенции вмещающих пород в качестве геомеханического критерия для оценки протяженности концевых участков лавы.

Ключевые слова: лава, породы, конвергенция, ускорение

Antipov Igor V.

Dr. of technical sciences, professor,
the head of the department,
Republican academic research and design
Institute of mining geology, geo-mechanics,
geophysics and mine surveying (RANIMI),
Ukraine, 83004, Donetsk,
291, Cheluskinzev st.
e-mail: iantipov@ukr.net

**ESTIMATION THE LENGTH
OF LOVS END PORTIONS ACCORDING
TO THE CRITERION OF ROCKS
CONVERGENCE ACCELERATION***Abstract:*

Results of instrumental observations in operating breakage face in the A.F. Zasyadko mine are cited. It is determined that enclosing rocks convergence rate changes in time and depends on the intensity of industrial operations in a love. The values of enclosing rocks convergence acceleration along the whole face line are calculated. Absolute convergence acceleration values of enclosing rocks are less at the end sites than in the middle love part. It is offered to use rock convergence acceleration as geo-mechanical criterion for estimation the length of love end sites.

Key words: love, rocks, convergence, acceleration

Геомеханические процессы, происходящие в породном массиве на концевых участках лавы, имеют некоторые особенности по сравнению с проявлениями горного давления в средней части. Изучение этих особенностей, а также установление закономерностей протекания процессов в массиве позволяют разрабатывать новые и совершенствовать существующие средства крепления очистных забоев.

Шахтные инструментальные наблюдения в действующих очистных забоях – наиболее эффективный способ исследования геомеханических процессов. Натурные инструментальные исследования на шахтах Донбасса проводятся по специальной методике, разработанной Республиканским академическим научно-исследовательским и проектно-конструкторским институтом горной геологии, геомеханики, геофизики и маркшейдерского дела (РАНИМИ) [1 – 4].

Задачи исследований:

- определить конвергенцию вмещающих пород на различных участках лавы, начальный распор R_n и рабочее сопротивление R гидравлических стоек механизированной крепи;
- установить закономерности протекания геомеханических процессов в породном массиве при выполнении технологических операций выемки угля и креплении очистного забоя;

– построить в единой временной системе координат графики конвергенции вмещающих пород и фактические характеристики механизированных крепей, совместив их с планами работ в лаве;

– выявить особенности взаимодействия крепи с кровлей на концевых участках лавы и обосновать новый критерий оценки протяженности этих участков.

Наблюдения велись на шахте им. А.Ф.Засядько в лавах, оборудованных механизированными комплексами МКД-90 на пластах m_3 , k_8 и l_1 . Горно-геологические условия залегания пластов и горнотехнические факторы их отработки представлены в таблице 1.

Таблица 1

Горно-геологические и горно-технические условия отработки угольных пластов

Показатель	m_3	k_8	l_1
Вынимаемая мощность пласта, м:	1,35-2,2	0,8-1,1	1,7-2,2
Угол падения пласта, град	4-12	7-14	8-25
Глубина разработки, м	1300	910	1000
Основная кровля: мощность, м крепость, ед.	12-17	3-5	17-25
	5-8	10-13	7-8
Непосредственная кровля: мощность, м крепость, ед.	2-4,6	0-3,5	0-6,0
	3-4	3-4	3-4
Почва: крепость	3-5	4-6	3-5
Длина лавы, м	230	230	230
Механизированный комплекс	3МКД90	1МКД90	3МКД90
Рабочее сопротивление крепи, кПа	500	480	500

Для инструментальных замеров и визуальных наблюдений оборудовалась замерная станция на одной из секций механизированной крепи. На четырех стойках через предохранительные клапаны устанавливались манометры МП-3, показания которых дежурный наблюдатель фиксировал с интервалами 10 мин, а во время прохода комбайна и перемещения секций крепи в районе замерной станции – каждую минуту. Кроме того выполнялись измерения конвергенции вмещающих пород стойками СУИ-2 с индикаторами ИЧТ-0,01. Показания индикаторов и манометров фиксировались одновременно. Схема размещения оборудования на замерных станциях показана на рис. 1.

Геологическую и вынимаемую мощность пласта измеряли рулеткой один раз в смену. Расстояние от забоя до точки первого контакта перекрытия с кровлей, а также толщину породной подушки на перекрытии определяли на каждом цикле передвижки. Состояние кровли (заколы, трещины, ступени, вывалы и т. д.), размеры устойчивых обнажений пород в выработанном пространстве фиксировали с помощью фотоаппарата. Продолжительность выполнения технологических операций хронометрировали с точностью до 5 мин.

Первая замерная станция была оборудована на сопряжении лавы с конвейерным штреком. Затем ее перемещали вверх по лаве и в каждом месте дислокации замеры выполняли до и после прохода комбайна и передвижки секции крепи. Результаты наблюдений за смену заносились в специальные формуляры. В единой временной системе координат построены графики конвергенции вмещающих пород, фактические рабочие характеристики механизированных крепей и планы работ в лавах, которые показали взаимосвязь между интенсивностью геомеханических процессов в массиве и технологическими операциями в забое – выемка угля и передвижка секций механизированной крепи.

Наиболее интенсивная конвергенция вмещающих пород происходит после прохода комбайна в средней части призабойного пространства на расстоянии 1,8–1,9 м от забоя, т. е. подтверждается гипотеза о возникновении растягивающих напряжений в непосредственной кровле при увеличении расстояния от забоя до первой стойки.

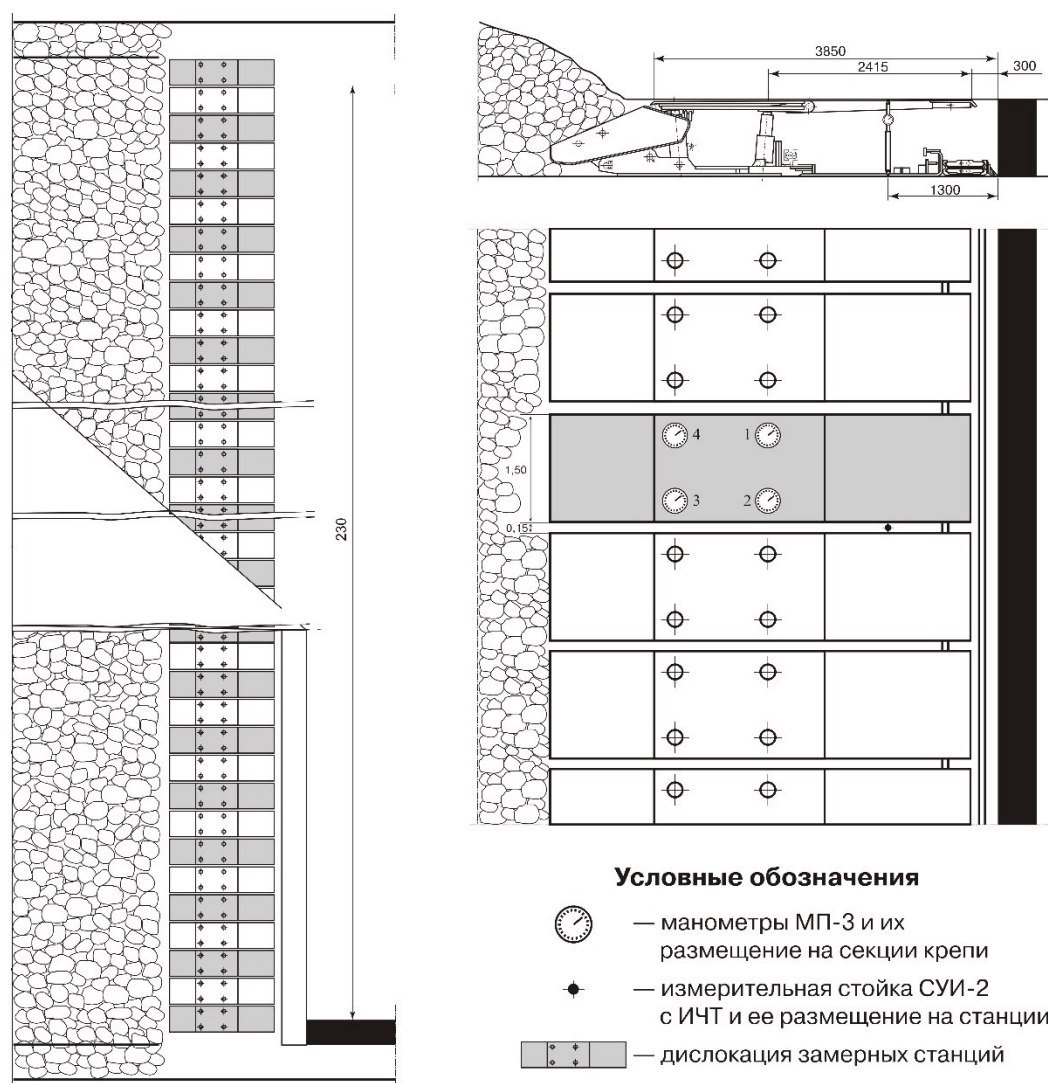


Рис. 1 – Схема размещения оборудования на замерной станции

В задачи шахтных исследований входила проверка гипотезы о влиянии ширины бесстоечного призабойного пространства на характер опускания кровли: при удалении первой стойки механизированной крепи на 2–2,5 м линия опускания пород приближается к экспоненте, а это вызывает образование растягивающих напряжений в нижних слоях, раскрытие трещин и вывалообразование. Расстояние от консолей перекрытия до забоя изменялось от 0,3 до 0,7 м, т. е. превышало паспортное значение в 1,6 раза. Расстояние от забоя до места первого контакта консоли перекрытия с кровлей составило 0,8 м, причем контактирование в подавляющем большинстве случаев было не сплошным, а точечным, в основном через 3–4 точки передней части консоли. Рессорная и жесткая части перекрытия контактировали с кровлей через породную подушку толщиной 3–10 см.

Наблюдения показали, что интенсивность конвергенции вмещающих пород на концевых участках и в средней части лавы заметно различается. На сопряжении лава – штрек отмечается постоянная скорость конвергенции независимо от передвижки секций крепи, в средней части лавы – резкое увеличение скорости. Разнятся также фактические рабочие характеристики секций в средней части лавы и на концевых участках (рис. 2).

С помощью метода группового учета аргументов (МГУА) [5] установлены зависимости конвергенции вмещающих пород h от времени t на разных участках лавы. Получено 180 систем уравнений вида:

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

где, c_1, c_2, c_3, c_4 – безразмерные коэффициенты.

Формулами (1) описываются кривые конвергенции вмещающих пород. Продифференцировав уравнения (1), можно найти скорость конвергенции пород v .

$$\begin{cases} v_1 = dh / dt = c_1 \\ v_2 = dh / dt = 2b_1 t + c_2 \\ v_3 = dh / dt = 2b_2 t + c_3 \\ v_4 = dh / dt = c_4 \end{cases} \quad (2)$$

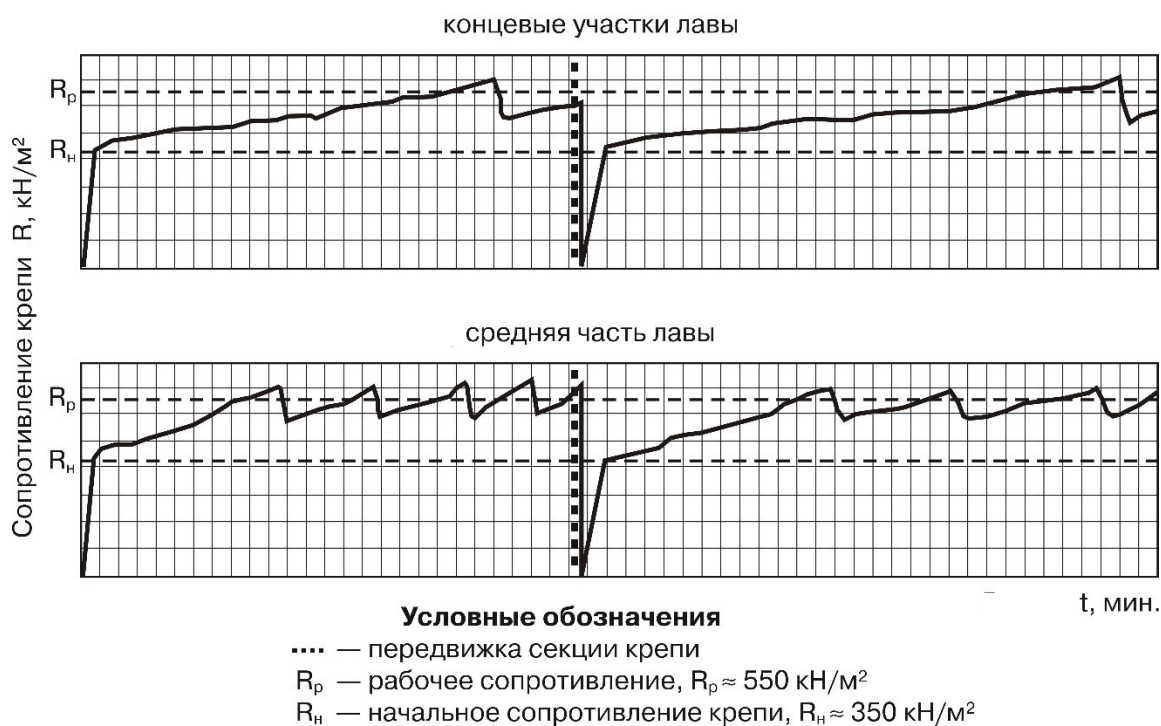


Рис. 2 – Фактические рабочие характеристики крепи на разных участках лавы

В средней части лавы до передвижки секции крепи скорость конвергенции кровли и почвы увеличивается неравномерно; после передвижки она неравномерно уменьшается, т. е. существует ускорение конвергенции вмещающих пород.

Продифференцировав уравнения (2), определим ускорение a конвергенции вмещающих пород.

$$\begin{cases} a_1 = dv_2 / dt = 2b_1 \\ a_2 = dv_3 / dt = 2b_2 \end{cases} \quad (3)$$

По формулам (3) для всех лав вычислены значения a . Начиная от сопряжения с конвейерным штреком, ускорение конвергенции постепенно увеличивается по длине лавы, достигая максимального значения, затем постепенно уменьшается в районе вентиляционного штрека (рис. 3).

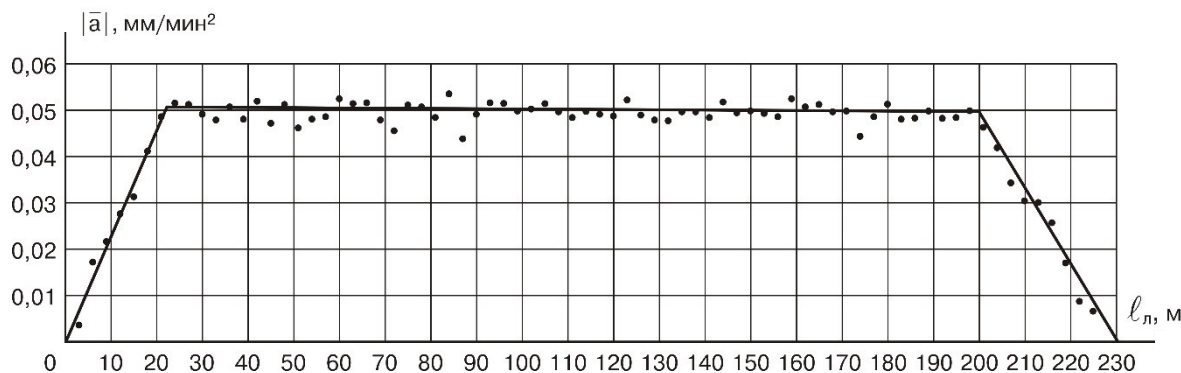


Рис. 3 – Значения ускорения конвергенции вмещающих пород по длине лавы

Абсолютное ускорение конвергенции в средней части лавы постоянно и составляет около $0,05 \text{ мм/мин}^2$, на концевых участках оно изменяется от $0,01$ до $0,05 \text{ мм/мин}^2$.

Если рассматривать очистной забой с точки зрения особенностей геомеханических процессов в породном массиве, то ускорение конвергенции можно принять в качестве критерия оценки протяженности концевых участков лавы. Установлено, что их длина по ускорению конвергенции пород около выработок, примыкающих к целику, составляет $12 - 17 \text{ м}$, к выработанному пространству $15 - 20 \text{ м}$. На этих участках механизированная крепь не входит в режим рабочего сопротивления или выходит крайне медленно. Работа крепи в режиме рабочего сопротивления наблюдается только в средней части лавы. Исследования позволили выявить, что с увеличением мощности пласта удлиняются концевые участки. Однако для формализации такой зависимости требуются дополнительные натурные наблюдения.

Таким образом, величина ускорения конвергенции вмещающих пород является геомеханическим критерием оценки протяженности концевых участков лавы. На этих участках необходимо применять специальные крепи или другие нетрадиционные средства крепления.

Литература

1. Антипов И.В. Комплексные натурные исследования в 6-й западной лаве уклонного поля пласта m_3 шахты им. В.М. Бажанова / И.В. Антипов, А.В. Савенко, В.Б. Грядущий // Пути повышения безопасности горных работ в угольной отрасли. – Макеевка: МакНИИ, 2004. – С. 138 – 141.
2. Антипов И.В. Комплексные натурные исследования в 17-й восточной лаве пласта m_3 АП "Шахта им. А.Ф. Засядько" / И.В. Антипов, А.В. Савенко, Э.Ю. Сухаревский // Проблеми гірського тиску. – ДонНТУ, 2005. – № 13. – С. 213 – 222.
3. Антипов И.В., Савенко А.В., Нагорная Е.Д., Данча В.А., Пугач С.С., Жуковцов И.В., Бороненко И.А. Исследования ускорения конвергенции вмещающих пород в очистном забое шахты им. Челюскинцев // Наукові праці УкрНДМІ НАН України, вип. 10. – Донецьк: УкрНДМІ НАН України, 2012. – С. 35 – 45.
4. Антипов И.В., Савенко А.В., Стаднюк Е.Д., Жуковцов И.В., Козырь С.В. Инструментальные наблюдения конвергенции вмещающих пород и смещения краевой части угольного пласта в очистном забое шахты «Трудовская» // Вісті Донецького гірничого університету, № 1(32). – Донецьк: ДонНТУ, 2013. – С. 13 – 22.
5. Антипов И.В. Применение МГУА для формализации производственных процессов и операций в очистных забоях / И.В. Антипов, И.А. Турбор // Фізико-технічні проблеми гірського виробництва. Вип. 15. Фізическі, геомеханічні та технологічні проблеми добути полезних ископаемых. – Донецьк: Інститут фізики гірських процесів НАН України, 2012. – С. 55 – 63.