

УДК 622.834.2

О.Ю. Белогуб*

ПРОЯВЛЕНИЕ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ В ФОРМИРОВАНИИ ВЫВАЛОВ ПОРОД КРОВЛИ ОЧИСТНЫХ ЗАБОЕВ

Донецкий национальный технический университет
83001, г. Донецк, ул. Артема, 58

Представлены результаты исследований механизма вывалообразования и установлены особенности формирования вывалов пород кровли в очистных забоях в условиях шахты №22 «Коммунарская» ПАО «Шахтоуправление «Донбасс».

Опыт отработки тонких и средней мощности пологих угольных пластов в условиях глубоких шахт Донбасса показывает, что существенное снижение технико-экономических показателей добычи обуславливается увеличением времени нетехнологических простоев, связанных с устранением последствий вывалов пород непосредственной кровли в призабойное пространство лав.

Горный массив вследствие наличия в нем различных систем трещин представляет собой дискретную многокомпонентную среду, отличающуюся значительным колебанием физико-механических свойств пород и углей. Наличие природной трещиноватости пород, на которую накладывается технологическая трещиноватость, обусловленная ведением горных работ на смежных пластах, приводит к формированию локальных вывалоопасных зон в породах непосредственной кровли над опорным контуром лавы.

Методы механики сплошной и дискретной сред не дают надежных результатов для прогнозирования формирования предельных состояний кровли, создания предпосылок и реализации вывала в призабойное пространство. Причина этого заключается в отсутствии учета сложных деформационных процессов, происходящих в кровле и приконтурной части пласта при выемке угля [1].

Поэтому для предотвращения обрушений кровли в очистных забоях, оснащенных высокопроизводительными механизированными комплексами, необходим оперативный и точный прогноз горно-геологических условий

* В подготовке материалов статьи принимал участие инженер С.В. Чуяшенко.

отработки выемочных участков, на основании которого производится выбор и обоснование рациональных технологических решений по обеспечению устойчивости пород кровли.

В современных условиях ведения работ на больших глубинах, в результате совместного действия значительного первоначального и повышенного дополнительного горного давления, боковые породы и угольный пласт переходят в предельное состояние на значительном расстоянии перед лавой, и в призабойном пространстве они в основном находятся в разуплотненном состоянии.

Породы основной кровли, прогибаясь над призабойным пространством, передают свой вес и пригрузку от вышележащих пород на непосредственную кровлю на участке опорного контура лавы, в котором формируются две основные зоны – отжима угля и участка повышенного давления. Над этими зонами наблюдается знакопеременное нагружение нижнего слоя непосредственной кровли: над участком давления вследствие перегиба кровли наблюдается его сжатие, а над зоной отжима происходит растяжение. Такое знакопеременное деформирование нижнего слоя в значительной степени способствует развитию вывала кровли на участке незакрепленного пространства между грудью забоя и консолью механизированной крепи [2].

В окрестности очистного забоя после выемки полосы угля происходит перераспределение напряженно-деформированного состояния боковых пород в результате реализации потенциальной энергии горного массива, что сопровождается интенсивным трещинообразованием пород кровли и почвы.

В работе рассматривается процесс формирования и реализации вывалов в комплексно-механизированных лавах для условий шахты №22 «Коммунарская» ПАО «Шахтоуправление «Донбасс». Горно-геологические условия этой шахты обеспечивают залегание в непосредственной кровле глинистых и песчано-глинистых сланцев, прочность и, особенно, мощность которых значительно меньше аналогичных показателей пород основной кровли, представленной песчаником, реже песчаным сланцем.

В статье приведены результаты исследований в трех очистных забоях: 11-й восточной лаве пласта k_5 , 11-й восточной лаве пласта k_3 , 12-й западной лаве пласта k_3 . Горно-геологические условия следующие: глубина ведения работ 525–635 м, мощность пласта 0,9–1,6 м, угол падения 17–19°.

Лавы были разделены на равномерно распределенные по всей длине участки наблюдений – над каждой четвертой секцией крепи. На таких участках наблюдали за раскрытием трещин в породах кровли, фиксировали их количество, измеряли размеры вывалов породы с учетом их формы и частоты, измеряли конвергенцию пород кровли и почвы стойками СУИ-2.

Угольный пласт k_5 «Боковский» марки Т состоит из одной угольной пачки мощностью 0,90–1,2 м, при средней мощности 1,04 м, угол падения составляет 16–20°. Очистной забой 11-й восточной лавы пласта k_5 оборудован механизированной крепью ДМ, выемка производится комбайном УДК-200.

Породы непосредственной кровли в лаве представлены песчаным сланцем, малоустойчивым (Б3-Б4), слабослюдистым, слоистым, с пределом прочности на одноосное сжатие $\sigma_{сж} = 676$ МПа. Нижняя часть слоя мощностью 0,1–0,5 м неустойчивая, образует «ложную кровлю». При мощности слоя менее 1,2 м песчаный сланец склонен к обрушению до вышележащего песчаника основной кровли – светлосерого, кварцевого, слоистого, обводненного, с пределом прочности на сжатие $\sigma_{сж} = 968–1077$ МПа, от среднеобрушаемого (А2) до труднообрушаемого (А3). На наблюдаемом участке мощность непосредственной кровли составляла 3,0–4,5 м, а основной кровли – до 15 м.

Пласт k_3 «Колпаковский» марки Т имеет сложное строение – состоит из 2–4 угольных пачек с полезной мощностью 1,16–1,58 м, при средней мощности 1,35 м, и углом падения 20° . Литологический состав вмещающих пород 11-й восточной лавы и 12-й западной лавы пласта k_3 сходен. Ложная кровля представлена глинистым сланцем, горизонтально слоистым, с пределом прочности на сжатие $\sigma_{сж} = 244$ МПа, от неустойчивого (Б2) до весьма неустойчивого (Б1), обрушающегося на высоту 0,3–0,5 м до вышележащего углистого сланца мощностью до 0,22 м. При ведении очистных работ в смежных лавах глинистый сланец обрушался на высоту 0,8–1,2 м.

Непосредственная кровля мощностью 3,5–6 м представлена в основном песчаным сланцем, слоистым, средней устойчивости (Б4). На отдельных участках прослеживается полого-волнистая слоистость, обусловленная прослоями серого песчаника, сцепление между прослойками слабое, предел прочности на сжатие $\sigma_{сж} = 573$ МПа. Основная кровля мощностью 15 м представлена чередованием песчаного сланца с пределом прочности на сжатие $\sigma_{сж} = 622$ МПа, глинистого сланца с $\sigma_{сж} = 414$ МПа, песчаника с $\sigma_{сж} = 1242$ МПа и известняка с $\sigma_{сж} = 1081$ МПа, прочностные связи между которыми ослаблены наличием угольных пропластков мощностью 0,15 м и k_3^1 мощностью 0,2–3 м. В очистных забоях по пласту k_3 выемка ведется комбайном РКУ-10 в комплекте с механизированной крепью 2 КД-90 по сплошной системе разработки.

Во всех лавах в кровле угольного пласта, наряду с трещинами кливажа, слоистости и микрослоистости, образуются системы трещин: отрыва, сдвига и изгиба. После выемки полосы угля происходит упругопластическая деформация пород непосредственной кровли в виде прогиба в полость призабойного пространства и, таким образом, ранее сжатая нижняя часть каждого слоя пород кровли начинает испытывать растягивающие напряжения, что приводит к раскрытию трещин, объединение которых формирует контур вывала, зачастую еще над зоной отжима пласта.

Установленные при проведении исследования различия в характере процесса деформирования массива вмещающих пород при отработке лав оценивались прежде всего с точки зрения их влияния на основные показатели интенсивности обрушения пород кровли, такие как площадь вывалов в процентах от наблюдаемой поверхности кровли, высота вывалов, объемы оди-

ночных вывалов и частота их проявления в различные периоды технологического цикла.

Для указанных очистных забоев на основании выполненных замеров высоты и частоты проявления одиночных вывалов были установлены характерные зоны вывалообразования пород кровли.

Из представленных на рис. 1 графиков видно, что гистограммы количества вывалов и их высоты по длине очистного забоя на всех графиках коррелируют, а длина участков с повышенной интенсификацией вывалов в рассматриваемых условиях составляет: в 11-й восточной лаве пласта k_5 – 15 м на нижнем сопряжении и 20 м на участке верхнего сопряжения; в 11-й восточной лаве пласта k_3 – 17 м и 55 м соответственно; в 12-й западной лаве пласта k_3 – 15 м на нижнем сопряжении и от центральной части лавы до сопряжения с вентиляционным штреком.

Вероятность проявления вывалов на указанных участках уменьшается от максимальной непосредственно на сопряжении с выемочными выработками до минимальной на границах участков.

Особенность интенсификации вывалообразования пород кровли в 12-й западной лаве пласта k_3 обусловлена тем, что лава примыкает своим верхним сопряжением к смежной лаве, работы в которой окончены менее двух лет назад, что свидетельствует о продолжении процесса сдвижения пород кровли в выработанном пространстве.

Также следует отметить, что в данных условиях подтверждается гипотеза В.П. Зубова [3] о влиянии мощности пород непосредственной кровли на размер участков с повышенной интенсивностью вывалов. С увеличением мощности пород непосредственной кровли до 3,5–4 м размер участков возрастает, а при дальнейшем увеличении мощности пород непосредственной кровли размер участков с повышенной интенсивностью вывалов остается неизменным.

Средняя высота вывалов на указанных участках по пласту k_3 составляет 0,63 м, а по пласту k_5 – 0,47 м, что в 3,5–4 раза превышает соответствующие показатели, установленные для центральной части лавы.

Так для 11-й восточной лавы пласта k_3 мощность пород непосредственной кровли над нижним сопряжением составляет 0,6 м и размер зоны с повышенной интенсивностью вывалов 17 м, а над верхним сопряжением мощность пород непосредственной кровли увеличивается до 1,7–2 м и размер зоны с повышенной интенсивностью вывалов соответственно увеличивается и составляет 55 м.

Таким образом, действие повышенного горного давления на опорном контуре лавы приводит к знакопеременному нагружению нижнего слоя непосредственной кровли и способствует его разуплотнению, результатом чего является развитие вывала пород кровли на участке незакрепленного пространства между грудью забоя и консолью механизированной крепи.

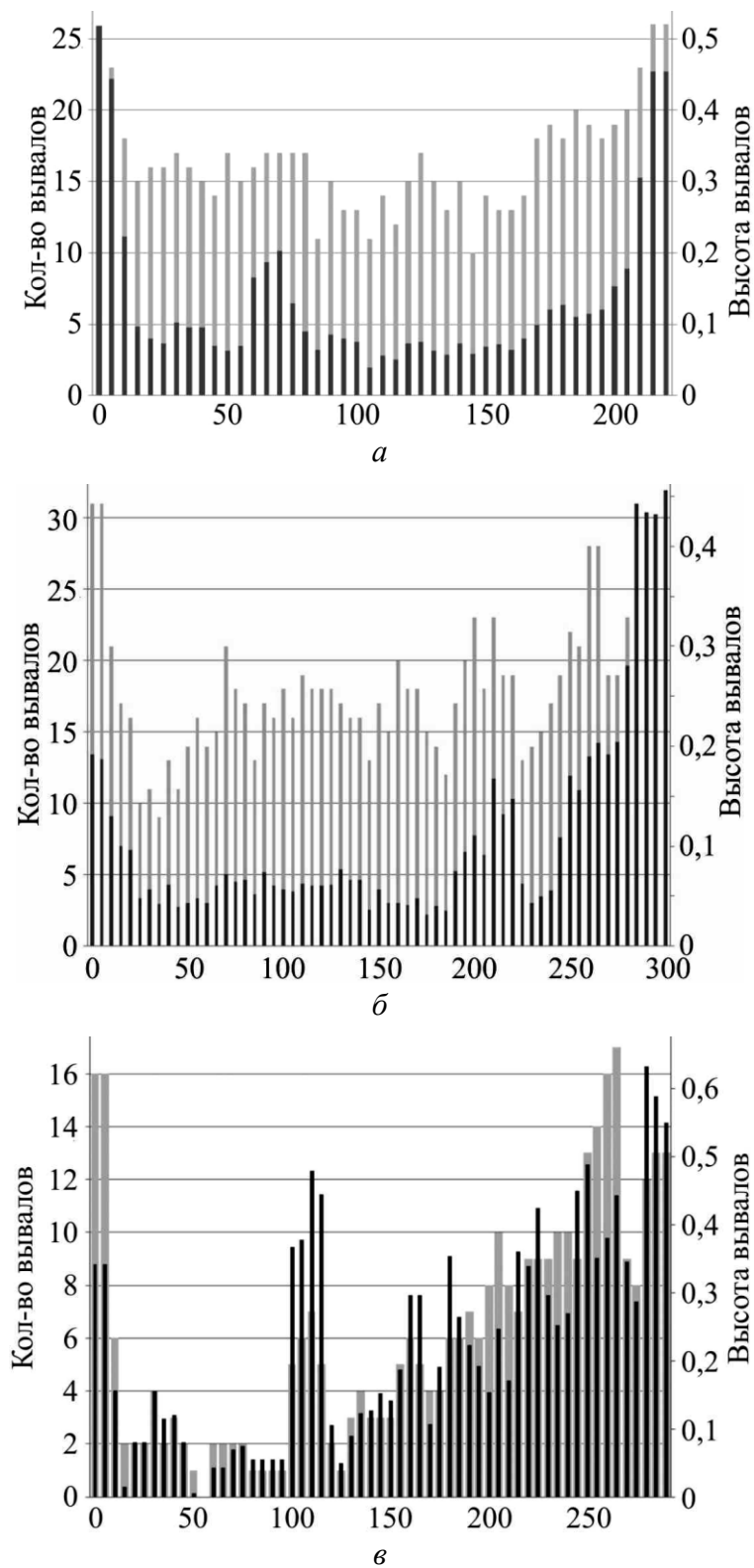


Рис. 1. Графики распределения вывалов по длине очистного забоя: *а* – 11-й восточной лавы пласта k_5 , *б* – 11-й восточной лавы пласта k_3 , *в* – 12-й западной лавы пласта k_3 . ■ – количество вывалов по длине лавы, ■ – средняя высота вывала $h_{ср}$

Изменение же мощности, обводненности и физико-механических свойств пород непосредственной кровли на локальных участках определяет размер зон с повышенной интенсивностью вывалов.

1. *Борисов А.А.* Механика горных пород и массивов [Текст] / А.А. Борисов. – М.: Недра, 1980. – 360 с.
2. *Ляшок Я.А.* Разработка способа предотвращения вывалов пород кровли в лавах пологих пластов при выемке угля механизированными комплексами [Текст] / Я.А. Ляшок / Диссертация на соискание уч. степени канд. техн. наук. – Донецк, 2000. – 137 с.
3. *Зубов В.П.* Особенности управления горным давлением в лавах на больших глубинах разработки [Текст] / В.П. Зубов. – СПб.: Издательство Ленинградского университета, 1990. – 224 с.

О.Ю. Білогуб

ПРОЯВ ГІРСЬКОГО ТИСКУ У ФОРМУВАННІ ВИВАЛІВ ПОРІД ПОКРІВЛІ ОЧИСНОГО ЗАБОЮ

Наведено результати досліджень механізму вивалоутворення і встановлено особливості формування вивалів порід покрівлі очисних забоїв в умовах шахти № 22 «Комунарська» ПАТ «Шахтоуправління «Донбас».

О.У. Belogub

INFLUENCE OF ROCK PRESSURE ON THE FORMING ROOF ROCKS FOLLING IN LONGWALLS

There are results of investigation into mechanism of roof rocks folling in longwalls in the mine № 22 "Communard" PSC "Mineoffice" Donbass".