

УДК 622.831

К ВОПРОСУ ПРОЯВЛЕНИЙ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ В ЛАВАХ

Рубинский А.А., Бондаренко А.Д. (МакНИИ)

Проведений анализ розподілу викидів вугілля і газу по довжині очисних вибоїв для різних систем розробок. Обґрунтовані найбільш небезпечні зони, які вимагають оцінки газодинамічної активності та застосування проти викидних засобів.

ON THE ISSUE OF THE COAL SEAM GAS-DYNAMIC HAZARD MANIFESTATIONS AT THE UNDERGROUND MINE FACE

Rubinsky A.A., Bondarenko A.D.

Mine face length distributions of coal and gas outbursts under various mining methods are analyzed. Most hazardous zones are substantiated, which require estimation of gas dynamic activity and implementation of outburst preventing techniques.

Повышение безопасности разработки угольных пластов, склонных к газодинамическим явлениям связано с применением прогноза и противовыбросных мероприятий, что усложняет технологию ведения горных работ, требует дополнительных затрат шахт. В связи с этим вопрос о проявлении выбросоопасности при ведении очистных работ приобретает важное, как научное, так и практическое значение, так как во многом определяет уровень безопасности труда и технико-экономических показателей работы шахт.

Целью работы является обобщение опыта отработки лавами пластов, опасных по газодинамическим явлениям, в частности, уточнение проявления выбросоопасности в различных частях лавы в зависимости от принятой системы разработки.

Как показывает опыт, частота и характер проявления газодинамической опасности на пологих пластах шахт Донбасса во многом определяется технологией очистных работ. МакНИИ выполнен анализ выбросоопасности на пологих пластах Донбасса, происходящих в период с 1953 по 2000 гг. К анализу принято 493 внезапных выброса. Проявление газодинамической опасности, и распределение ее по длине очистного забоя, характеризуется сочетанием различных факторов, главными из которых является система разработки, вид выемки (широко- или узкозахватная), а также особенности конкретного пласта. В Донбассе, при разработке пластов опасных по газодинамическим явлениям в основном применяются три системы разработки: сплошная лава-штрек; сплошная с опережением откаточным (конвейерным) штреком; столбовая.

В данной работе рассматривается влияние системы разработки на проявление газодинамической опасности по длине очистного забоя.

Оценка газодинамической опасности производилась по частоте выбросов по длине очистного забоя. В связи с тем, что очистные забои пологих пластов имеют разную длину, оценка частоты выбросов производилась по относительной длине лавы:

$$\ell_{\text{отн}} = \ell_{\text{в}} \cdot \ell_{\text{л}}^{-1} \quad (1)$$

где $\ell_{\text{в}}$ – расстояние от места выброса до откаточного (конвейерного) штрека, м; $\ell_{\text{л}}$ – длина лавы, м.

В относительных единицах вся длина лавы была разбита на десять интервалов. Различие по частоте выбросов оценивалось по λ – критерию А.Н. Колмогорова [1]

$$\lambda = D_{\text{max}} \sqrt{n_1 \cdot n_2 / (n_1 + n_2)} \quad (2)$$

где D_{max} – максимальное расхождение накопленных частот сравниваемых распределений; $n_1 n_2$ – объем оцениваемых выборок.

За критическое значение принималось $P(\lambda) = 0,05$ [2], где $P(\lambda)$ вероятность того, что λ достигнет данной величины (определяемой по таблице).

Приведенные данные на рис. 1,а отражают распределение газодинамической опасности по всей совокупности данных.

Как видно из рисунка, максимальная газодинамическая опасность проявляется в концевых участках лав (интервалы 0...0,1; 0,1...0,2 и 0,9...1,0), где произошло 41,8% всех выбросов. Имеет место незначительный рост частоты выбросов в интервалах 0,3...0,4 и 0,5...0,6. В остальной части забоев частота выбросов примерно одинакова.

Приведенные на рисунке 1а распределение удовлетворительно объясняется влиянием систем разработки на распределение газодинамической опасности по длине очистного забоя.

Так, повышенная выбросоопасность в интервалах 0...0,1; 0,1...0,2 и 0,9...1,0 обусловлена применением сплошных систем разработки (рис. 1,б и 1,в), которые характеризуются наличием концентрации горного давления на участках лав, непосредственно примыкающим к подготовительным выработкам. Это особенно проявляется при челноковой схеме выемке, при которой краевая часть угольного пласта на концевых участках лав, не успев разрушиться и дегазироваться, вновь подвергается воздействию выемочного механизма. Остальная часть очистных забоев характеризуется меньшей выбросоопасностью. Неравномерность распределения выбросов на ней объясняется разнообразием горно-геологических условий проявления выбросов.

При сплошной системе лава-штрек максимальная частота выбросов наблюдается на интервалах 0..0,1; 0,1..0,2 и 0,9...1,0 (54,8% всех выбросов), в остальной части лав частота выбросов примерно одинакова, включая интервал 0,5...0,6, где наблюдается небольшое увеличение частоты.

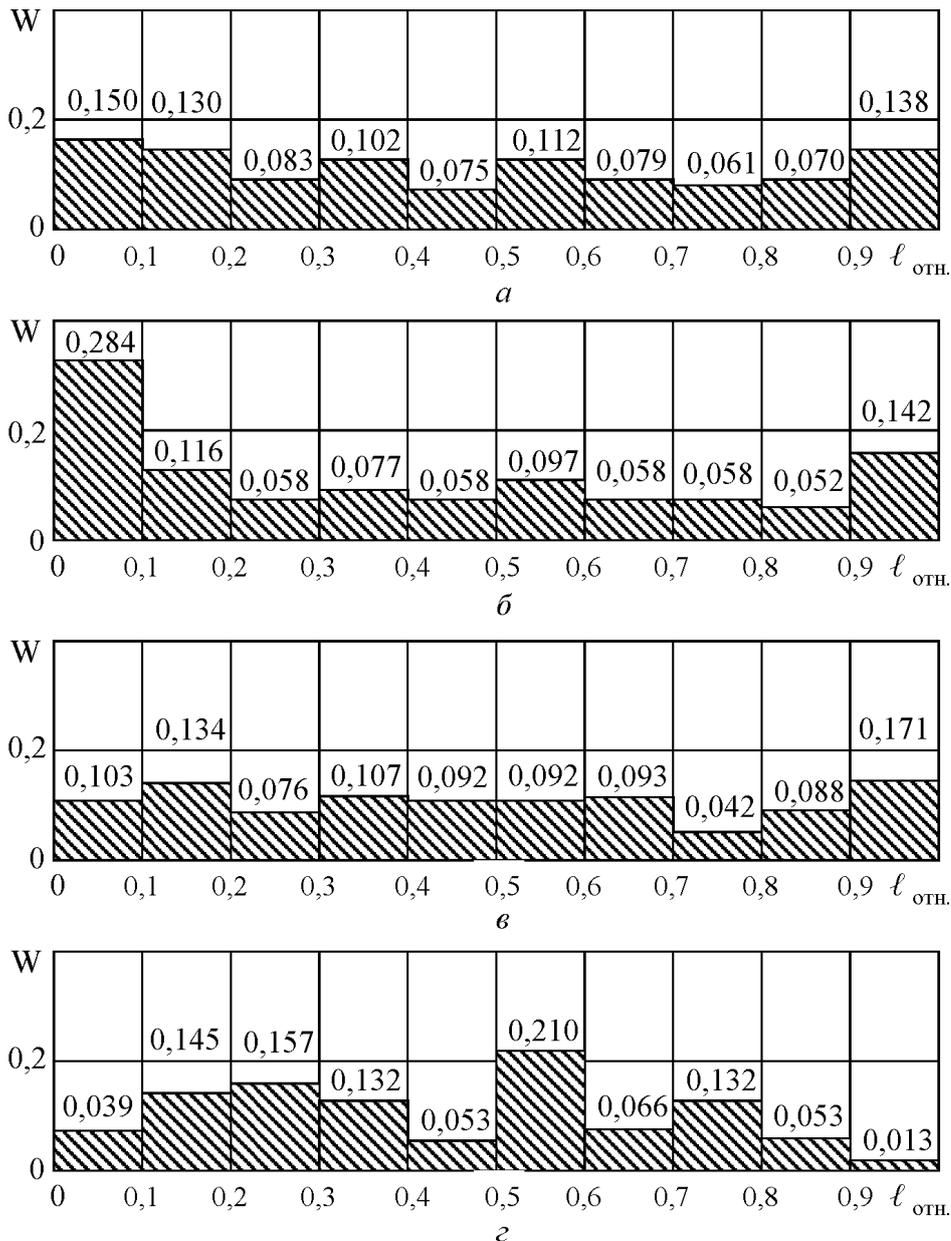


Рис 1. Распределение внезапных выбросов по длине очистного забоя в Донбассе за период 1963–1984 гг. (W – частота выбросов; $l_{отн}$ – относительная длина забоя): *а* – по всей выработке; *б* – при сплошной системе разработки "лава-штрек", *в* – при сплошной системе разработки с опережением откаточного штрека, *г* – при столбовой системе разработки

При сплошной системе, с опережением откаточным штреком, в концевых частях лав ($0 \dots 0,1$; $0,1 \dots 0,2$ и $0,9 \dots 1,0$), произошло 40,8% всех выбросов. Некоторое увеличение частоты выбросов в интервале $0,1 \dots 0,2$ над частотой выбросов в интервале $0 \dots 0,1$, можно объяснить влиянием концентрации горного давления, связанной с опережающим проведением откаточного (конвейерного) штрека.

При столбовой системе концевые участки (интервалы $0 \dots 0,1$ и $0,9 \dots 1,0$) отличаются наименьшей частотой выбросов (5,3% от всех выбросов). Наибольшей частотой отличаются интервалы $0,5 \dots 0,6$; $0,2 \dots 0,3$; $0,1 \dots 0,2$; $0,8 \dots 0,9$ и $0,3 \dots 0,4$ (77,7% от всех выбросов). Явно прослеживается влияние заранее пройденных штреков. Позитивное на интервалах $0 \dots 0,1$ и $0,9 \dots 1,0$. Негативное - на интервалах $0,1 \dots 0,2$ и $0,8 \dots 0,9$. В целом распределение частоты выбросов по длине очистного забоя при столбовой системе отличается неравномерностью.

Влияние систем разработки подтверждается также статистической оценкой по критерию А.Н. Колмогорова, $\lambda : (P(\lambda_{1,2}) < 0,05 ; P(\lambda_{1,3}) < 0,05 ; P(\lambda_{2,3}) < 0,05$. Индекс 1 – соответствует сплошной системе разработки лава-штрек, 2 – сплошной системе с опережением и 3 – столбовой системе.

Данный анализ позволил установить следующее. Внезапные выбросы угля и газа можно ожидать в любых частях очистного забоя, причем в общем случае наиболее подвержены выбросам концевые участки лав (рис. 1,а). Характер распределения выбросов по длине очистного забоя заметно меняется в зависимости от системы разработки.

Так при сплошной системе лава-штрек наиболее выбросоопасными являются концевые участки очистных забоев. Причем степень опасности выше на участке, примыкающем к откаточному (конвейерному) штреку (рис. 1,б).

При сплошной системе разработки с опережением откаточным (конвейерным) штреком также наиболее опасны по газодинамическим явлениям концевые участки лав, а штрек, опережающий забой лавы. Особенностью этой системы является то, что участки лав примыкающие к вентиляционному штреку оказались более опасным чем участки примыкающие к откаточному штреку (рис. 1,в).

При столбовой системе разработки участки лав, примыкающие к штрекам менее опасны чем остальные, причем наблюдается волнообразное изменение частоты выбросов по длине очистного забоя (рис. 1,г).

При систематическом анализе не было учтено влияние отработанных ранее этажей (участков, панелей) на выбросоопасность в концевых участках лав. Изучение этого влияния было выполнено МакНИИ совместно с ДонГТУ. Выявлено закономерное изменение газодинамической опасности концевых участков лав, примыкающих к ранее отработанному этажу (панели) в зависимости от глубины горных работ и времени отработки вышележащего этажа (панели). Эти закономерности легли в основу способа оценки выбросоопасности зон (участков) пластов, примыкающих к ранее отработанным этажам (лавам) [2,3,4,5,6]. Сущность способа заключается в том, что верхнюю часть этажа (лавы), примыкающую к выработанному пространству предыдущего этажа допускается разрабатывать как в невыбросоопасной зоне, а размер этой зоны (L_p) в метрах рассчитывался по формулам [3,5]:

$$L_p = 17,2 - 10 \cdot T^{-1} \text{ при } H \leq 800 \text{ м,} \quad (3)$$

$$L_p = 29,3 - 19,4 \cdot T^{-1} \text{ при } H > 800 \text{ м,} \quad (4)$$

где T – время, прошедшее после отработки запасов вышележащего этажа, лет; H – глубина ведения горных работ.

Применение данного способа осуществляют после оценки выбросоопасности угольного пласта на расстоянии L_p по специальной методике [5]. Этот метод не применяют, если время отработки T вышележащего этажа менее 1 года [2,3]. Способ в неизменном виде вошел в действующий стандарт [7].

Анализ выбросов угля и газа, происшедших в последние 20–30 лет показал достаточную работоспособность данного способа при условии тех ограничений его применения, которые изложены в СОУ [7], однако он требует уточнение в случаях наличия геологических нарушений зон повышенного горного давления.

Вывод

Проведенный анализ показал, что выбросы угля и газа возможны на всех участках лавы независимо от системы разработки. Наиболее опасны по газодинамическим явлениям концевые участки лав при сплошной системе разработки лава-штрек.

Участки с большей вероятностью проявления выбросоопасности требуют применения способов прогноза и контроля и мер безопасности (вплоть до безлюдной выемке). Но применение контроля (прогноза) выбросоопасности необходимо во всех случаях, в т.ч. на участках примыкающих к ранее отработанным этажам. Поэтому вопрос об оптимизации объемов применения способов оценки газодинамической опасности и мероприятий по борьбе с ней должен решаться в каждом конкретном случае.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.К. Митропольский. Техника статистических вычислений. – М., "Наука", 1971. – 576 с.
2. И.Г. Венецкий, Г.С. Кильдишев. Основы математической статистики. – М. – Гостатиздат. – 1963. – 308 с.
3. А.с. № 1221587 СССР, МКИ Е 21F5/00. Способ определения безопасных зон выбросоопасного угольного пласта /Николин В.И., Бондаренко А.Д., Боженко В.И., Николин В.В., Терещенко С.И. – Б.И. № 12, 1986.
4. Николин В.В. Закономерности изменения выбросоопасности призабойной части пласта при увеличении глубины разработки (в условиях Донбасса). – Автор. дис. канд. техн. наук ИПКОН. – Москва, 1986. – 16 с.
5. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа. – М., ИГД им. А.А. Скочинского. – 1989. – 192 с.
6. Александров С.Н., Божко В.Л., Николин В.В. Выбросоопасность шахтопластов в верхней части этажей на различных глубинах. – Уголь Украины, 1984, № 2, с. 28–29.
7. СОУ 10.1.00174088.011-2005 Правила ведения горных работ на пластах, склонных к газодинамическим явлениям. – Макеевка–Донбасс. – 225 с.