

УДК 622.831

В.В. Яйло (канд. техн. наук, доцент)

Донецкий национальный технический университет, Донецк

А.А. Рубинский (канд. техн. наук)**А.Д. Бондаренко (науч. сотр.)****М.Ф. Рыжков (науч. сотр.)****Л.М. Левченко (инж.)**

МакНИИ

ОТРАБОТКА СКЛОННЫХ К ВНЕЗАПНЫМ ВЫБРОСАМ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ С КОНТРОЛЕМ РАЗГРУЖЕННОЙ ЗОНЫ

Приведены представления о формировании разгруженной зоны в призабойной части пластов, склонных к внезапным выбросам угля и газа. Выполнен анализ горно-геологических и горнотехнических условий отработки пластов Донбасса с определением величины зоны разгрузки по динамике газовыделения из шпуров. На основании опыта применения на шахтах метода контроля величины разгруженной зоны отмечена перспективность его в повышении безопасности ведения горных работ.

Ключевые слова: зона разгрузки, выбросоопасность, противовыбросные мероприятия, газодинамические явления, сотрясательное взрывание, горно-геологические нарушения.

В окрестностях горных выработок, проводимых по угольному пласту, под действием сил горного давления в призабойной части пласта образуется разгруженная и дегазированная зона, выемка угля в которой не сопровождается внезапными выбросами угля и газа. Технологией ведения очистных и подготовительных работ на выбросоопасных пластах должна предусматриваться выемка угля в пределах разгруженной зоны. Образование такой зоны до необходимых технологических размеров достигается естественным путем (за счет сил горного давления) или вследствие применения в опасных зонах, выявленных прогнозом выбросоопасности, специальных противовыбросных мероприятий. Опыт разработки выбросоопасных пластов показал, что во многих случаях угольный массив в краевой части пласта может разгружаться естественным путем до размеров, при которых нет необходимости в применении специальных противовыбросных мероприятий. Для безопасной выемки угля в таких условиях необходим оперативный, достоверный метод контроля величины разгруженной зоны.

МакНИИ разработан метод контроля выбросоопасности призабойной части пласта по динамике газовыделения [1], который был включен в «Инструкцию...» [4]. Величина зоны разгрузки определялась по характеру изменения (динамике) абсолютной величины начальной скорости газовыделения при поинтервальном ее измерении в контрольных шпурах, пробуренных в забоях очистных и подготовительных выработок. Число контрольных шпуров и схемы их расположения выбирались в зависимости от конкретных горно-геологических условий с таким расчетом, чтобы исключить возможность пропуска участков пласта с величиной зоны разгрузки менее допустимой по безопасной технологии. В настоящее время данный метод контроля применяется на всех шахтах Донбасса, разрабатывающих пласты, склонные к газодинамическим явлениям (ГДЯ), для контроля эффективности противовыбросных мероприятий.

Проведенными исследованиями установлено, что в отдельных случаях величина естественной зоны разгрузки в очистных выработках может превышать глубину выемки угля за цикл с учетом запаса. В таких случаях по разрешению Центральной комиссии по борьбе с внезапными выбросами угля, породы и газа была апробирована упомянутая методика [1,4] без выполнения противовыбросных

мероприятий. Такие работы были выполнены на шахтах № 21-бис шахтоуправления имени 9-й пятилетки ГП «Макеевуголь», имени М.И. Калинина ГП «Донецкуголь» и «Комсомолец» ГП «Артемуголь».

Приведенная технология ведения очистных работ после ее апробации была рекомендована к дальнейшему применению и включена в «Инструкции...» [5,6], согласно которым допускалась выемка угля в очистных выработках, а в отдельных случаях по согласованию с МакНИИ, и в подготовительных после определения величины зоны разгрузки по динамике газовыделения.

При ведении очистных работ по столбовой системе разработки или по сплошной с наличием опережающих штреков в окрестностях ранее пройденных (или опережающих) выработок образуется разгруженная зона. Согласно [1], в отдельных случаях она может достигать свыше 14 м. Поэтому, в таких случаях было предложено располагать ниши в пределах разгруженной зоны и выемку угля осуществлять без постоянного применения прогноза выбросоопасности пласта или противовыбросных мероприятий. Обязательным условием было предварительное определение величины зоны разгрузки в группе шпуров (не менее 3-х), которые бурили при сплошных системах в опережении штрека на расстоянии не менее 50 м от забоя лавы в стенке штрека, где располагалась ниша. Контроль повторялся не более чем через 50 м подвигания штрека. При столбовых системах разработки аналогичные группы шпуров располагались не более чем через 100 м в боках пройденных выработок. Методика была апробирована в условиях 11-ти очистных выработок выбросо- и особо выбросоопасных пластов четырех шахт ПО «Донецкуголь» (табл. 1).

Таблица 1 – Результаты определения зоны разгрузки в стенках опережающих (ранее пройденных) выработок лав

Шахта	Пласт, лава	Величина зоны разгрузки, м	Принятая длина ниши, м	Подвигание ниши (лавы), м
Имени М.И. Калинина	h ₇ , 5-я восточная	> 8,0	6,0	270
То же	h ₈ , 5-я западная	> 8,0	3,0-4,0	270
--/--	h ₈ , 3-я западная	> 8,0	6,0	525
--/--	h ₈ , коренная восточная	> 8,0	6,0	285
--/--	h ₁₀ , 3-я западная	> 3,0	2,0	466
--/--	h ₁₀ , 5-я западная	> 3,0	2,0	253
Имени А.Ф. Засядько	m ₃ , 4-я западная	> 14,0	7,0	144
То же	m ₃ , 5-я западная	> 14,0	7,0	236
Имени газеты «Социалистический Донбасс»	h ₈ , западная 1-й восточной панели	> 5,0	3,0	73
То же	h ₈ , западная 3-й западной панели	> 5,0	3,5	200
«Глубокая»	h ₈ , западная 1-й западной панели	9,0	3,0	135

Газодинамические явления при выемке угля в нишах не были зарегистрированы. Метод контроля по динамике газовыделения для определения величины зоны разгрузки в призабойной части очистных и подготовительных выработок был включен в «Инструкции...» [4,5,6] и, по согласованию с МакНИИ, применяется на шахтах Донбасса в течение более 30 лет. В методику контроля были внесены по сравнению с [4] изменения в части периодичности бурения контрольных шпуров. Так, согласно [5,6] контрольные шпуры для определения зоны разгрузки следует располагать на расстоянии не более 10 м друг от друга в стенке ранее пройденной (опережающей лаву) выработки.

В настоящее время с определением величины зоны разгрузки ведется отработка пласта h_{10} на шахте имени М.И. Калинина ГП «ДУЭК» и пластов m_3 , ℓ_1 , k_8 , k_3 , k_5 в шахтоуправлении «Донбасс».

Пласт h_{10} шахты имени М.И. Калинина отнесен к категории особо выбросоопасных. С начала его отработки по состоянию на 01.01.2011 года произошло 284 внезапных выброса угля и газа интенсивностью 17-1800 т угля, причем 261 выброс спровоцирован сотрясательным взрыванием в нишах и подготовительных выработках, 16 – при бурении опережающих скважин, 1 – при выемке угля комбайном в лаве, 5 – при выемке угля в нишах отбойными молотками и 1 выброс – при продувке шпура в верхней нише. Из них 14 внезапных выбросов произошло в очистных забоях и 9 – в подготовительных. Последний из внезапных выбросов произошел в верхней нише 2-й восточной лавы ЦПУ при выемке угля отбойным молотком вместо буровзрывных работ в режиме сотрясательного взрывания. Большинство внезапных выбросов угля и газа произошло на восточном крыле шахтного поля в зонах горно-геологических нарушений.

Угольный пласт h_{10} в пределах шахтного поля характеризуется моноклинальным залеганием с углом падения до 21° с постепенным увеличением его в восточном направлении до 30° . Мощность пласта составляет 1,10-1,41 м, в зонах размыва пласта уменьшаясь до 0,85 м. Строение пласта простое, по структурно-текстурным признакам разделен на три слоя. Верхний и нижний слои примерно равной мощности 0,4-0,5 м, сложены блестящим, полосчатым углем. Уголь среднего слоя мощностью 0,2-0,3 м полублестящий, мягкий, тектоническая структура землисто-зернистая (выбросоопасная). Возможен отжим среднего слоя на 0,2-0,3 м с последующим обрушением угля верхнего слоя. Непосредственно в кровле пласта залегает толща аргиллитов мощностью до 11,1 м. Основная кровля представлена аргиллитами мощностью до 5,0 м, затем алевролитами мощностью до 4,0 м и песчаником до 13,2 м. Непосредственная почва представлена алевролитом с прослоями песчаника мощность до 13,0 м, основная – мелкозернистым песчаником мощностью до 11,0 м. На участках отработки пласта ожидаются встречи мелкоамплитудных нарушений с амплитудой смещения 0,1-3,0 м, которые заранее прогнозируются, кроме того возможна встреча непрогнозируемых локальных микротектонических нарушений с амплитудой смещения до 1,0 м.

2-я восточная лава ЦПУ отрабатывается в зоне распространения флексурной складки, которая характеризуется увеличением угла падения пласта от 22° до 30° с последующим уменьшением его до 24° вверх по лаве. Угол встречи оси шарнира складки с направлением движения лавы составляет $15-20^\circ$, т.е. наблюдается плавное смещение складки вниз по лаве.

В зонах распространения нарушений и на участках, прилегающих к ним на расстоянии 10-15 м по лаве, породы кровли неустойчивы, склонны к обрушениям на высоту до 2,0 м. Вскрытие тектонических нарушений опережающими подготовительными

ми выработками и нишами лав сопровождается в отдельных случаях внезапными выбросами угля и газа, полости которых, как правило, распространяются вверх по восстановлению пласта. Породы кровли в полостях деформированы и склонны к обрушениям на высоту до 1,5 м на протяжении 15-30 м вдоль линии очистного забоя. Следует отметить, что последний внезапный выброс угля и газа 06.05.1998 г. произошел при непосредственном воздействии на угольный пласт ручным инструментом в верхней нише 2-й восточной лавы ЦПУ. Последующие выбросы угля и газа имели место при отбойке угля буровзрывным способом в режиме сотрясательного взрывания.

Отработка лав на пласте h_{10} ведется по сплошной системе разработки с опережением очистных забоев конвейерными штреками на 8-15 м. Конвейерные штреки проводятся смешанным забоем буровзрывным способом в режиме сотрясательного взрывания. Выемка угля в лавах осуществляется по односторонней схеме комбайнами РКУ-10 с шириной захвата 0,63 м. Выемка ниш, примыкающих к выработанному пространству ранее отработанных лав или пройденных (опережающих) подготовительных выработок, ведется вручную при помощи отбойных молотков, а выемка ниш, примыкающих к угольному целику, - сотрясательным взрыванием.

Таблица 2 – Сведения об отработке пласта h_{10} на шахте имени М.И. Калинина с определением величины зоны разгрузки по динамике газовыделения

Лава	Глубина ведения горных работ, м	Подвигание лавы за период отработки, м	Число ГДЯ / интенсивность, т	
			Конвейерный штрек	Верхняя ниша
1-я восточная ВПУ	1145	1496,6	23 / 75-1570	–
2-я восточная ЦПУ	1250	1219,3	7 / 278-749	15 / 17-685
4-я восточная уклонного поля	1070	1005,8	25 / 50-1800	9 / 25-540
2-я западная ЦПУ	1200	1440	5 / 50-450	–
1-я панельная ЦПУ	> 1000, по падению пласта	410,9	–	–

Для предотвращения внезапных выбросов угля и газа в лавах пласта h_{10} применялось гидрорыхление угольного пласта с контролем эффективности по динамике газовыделения. После проведенных МакНИИ исследований и на основании имеющегося опыта отработки пласта было рекомендовано дальнейшую отработку пласта h_{10} в прямолинейной части лавы и нишах, примыкающих к выработанному пространству или опережающей не менее чем на 8,0 м подготовительной выработке, осуществлять путем выемки угля в пределах разгруженной зоны, определяемой по динамике газовыделения [5,6]. Дополнительные условия применения данной технологии: оборудование лав механизированной крепью, управление кровлей полным обрушением, односторонняя выемка угля комбайном по всей длине лавы с шириной захвата 0,63 м, соблюдение прямолинейности лавы и постоянный контроль за этим, ограничение скорости подвигания лав не более 2-х (в отдельных случаях 3-х) циклов выемки угля в сутки

при технологических перерывах между смежными полосками не менее 3-х часов; выемку угля в нишах, примыкающих к целику угля, в опережении штреков, в зонах активных по выбросу геологических нарушений и 10-ти метровых примыкающих к ним участках, в случаях, если на каком-либо участке пласта величина зоны разгрузки окажется меньше глубины выемки угля за цикл или неснижаемое опережение составит менее 1,3 м, следует производить сотрясательным взрыванием.

Сведения об отработке пласта с контролем зоны разгрузки приведены в таблице 2.

Газодинамические явления при выемке угля в прямолинейной части лавы не происходили, в том числе и при пересечении зон геологических нарушений, в которых при пересечении верхними нишами и опережающими штреками произошло 79 внезапных выбросов угля и газа интенсивностью до 1800 т угля, причем все они произошли при ведении буровзрывных работ в режиме сотрясательного взрывания.

В ПАО «Шахтоуправление «Донбасс» велась отработка склонных к внезапным выбросам угля и газа пластов h_4 , h_6 , h_{10} , k_3 , k_5 с определением величины зоны разгрузки по динамике газовыделения. Так, на шахте № 22 «Коммунарская» горные работы велись на пластах k_3 и k_5 , отнесенных к категории угрожаемых по внезапным выбросам (табл. 3).

Таблица 3 – Сведения об отработке пластов k_3 и k_5

Наименование выработки	Мощность пласта, м / угол падения, градусов	Подвигание забоя по зоне разгрузки, м	Число ГДЯ	Примечание
11-я восточная лава пласта k_3	1,4 / 18	2440	–	–
11-я западная лава пласта k_3	1,4 / 18	860	1	Выброс угля и газа в нижней нише в зоне геологического нарушения
11-й восточный откаточный штрек пласта k_3	1,4 / 18	1810	–	–
11-я восточная лава пласта k_5	1,1 / 18-20	1210	–	Отработка лавы по столбовой системе Отработка лавы по сплошной системе
		325		
11-я западная лава пласта k_5	1,1 / 18-20	235	–	Отработка лавы по столбовой системе Отработка лавы по сплошной системе
		825		
11-й восточный откаточный штрек пласта k_5	1,1 / 18-20	325	–	–
11-й западный откаточный штрек пласта k_5	1,1 / 18-20	825	–	–

Отработка пласта k_3 с определением величины зоны разгрузки по динамике газовыделения осуществлялась в двух очистных и одной подготовительной выработке с 2006 года. Зона разгрузки определялась на концевых участках лавы и в нишах. После ГДЯ, произошедшего 18.01.2010 г. в нижней нише при выемке угля пласт k_3 был отнесен к категории выбросоопасных с отметки - 410 м и в 11-й западной лаве зона разгрузки определялась в верхней части лавы, а в нижней выполнялось гидрорыхление угольного пласта с контролем эффективности в соответствии с [6]. С 2010 г. гидрорыхление применялось в 11-м восточном откаточном штреке пласта k_3 . Общее подвигание очистных забоев с определением зоны разгрузки по динамике газовыделения составило на 01.01.2011 г. 3300 м, а подвигание вышеуказанного штрека – 1810 м.

На пласте k_5 отработка 11-й восточной и 11-й западной лав осуществлялась с 2006 года. Вначале лавы отрабатывались по столбовой системе разработки, при этом зона разгрузки определялась в концевых частях лав и в нишах, примыкающих к ранее пройденным подготовительным выработкам. После перенарезки 11-й западной лавы в 2008 году, а 11-й восточной лавы в 2010 году отработка лав велась по сплошной системе разработки с опережением лав откаточными штреками на величину не менее 30 м. Зона разгрузки определялась в концевых частях лав, нишах и в забоях опережающих штреков. Общее подвигание лав составило 2595 м, а подготовительных выработок – 1160 м. Случаев уменьшения величины зоны разгрузки до размеров, не позволяющих производить выемку угля в пределах технологического цикла в забоях лав и штреков, не наблюдалось. Газодинамические явления при выемке угля не происходили.

Отработка 11-й западной лавы пласта k_3 велась в сложных горно-геологических условиях: в нижней части лавы наблюдались участки изменения мощности пласта с 1,14 м до 1,52 м, угла падения с 23° до 35° (на участках незначительной протяженности), а в отдельных случаях был встречен размыв пород кровли. Кроме того, нижней частью лава приближалась к зоне ПГД от пласта k_5 . При различных способах выемки угля в нижней части лавы произошло 7 внезапных выбросов угля и газа и 2 выброса в нижней нише, интенсивность выбросов составляла 20-147 т угля и 800-10296 м³ газа. После внезапного выброса 18.01.2010 года пласт k_3 с отметки -410 м был переведен в категорию выбросоопасных. До данной отметки в 11-й западной лаве применялось определение величины зоны разгрузки, а ниже отметки -410 м – комплекс мер, включающий гидрорыхление угольного пласта с контролем эффективности, дистанционную выемку угля комбайном с выводом людей с исходящей струи воздуха, а в случаях неэффективности мероприятий выемка угля на опасных участках осуществлялась буровзрывным способом в режиме сотрясательного взрывания.

С момента применения на шахтах Украины отраслевого стандарта [6] определение величины зоны разгрузки осуществлялось в условиях 51 очистной и 70 подготовительных выработок (табл. 4).

Таблица 4 – Сведения об объемах применения на шахтах Донбасса определения величины зоны разгрузки по динамике газовыделения

Годы	Число забоев на пластах, склонных к выбросам угля и газа, с контролем величины разгруженной зоны		Число забоев (очистных / подготовительных) с контролем величины разгруженной зоны на пластах	
	очистных	подготовительных	опасных по выбросам	угрожаемых
2006	13	17	10 / 6	3 / 11
2007	11	17	8 / 2	3 / 15
2008	9	16	5 / 1	4 / 15
2009	9	9	5 / 2	4 / 7
2010	9	10	7 / 6	2 / 4

Необходимо отметить, что на участках, где выемка угля в очистных и подготовительных выработках осуществлялась после определения величины разгруженной зоны по динамике газовыделения, газодинамические явления и их предупредительные признаки не были зарегистрированы.

Накопленный шахтами Донбасса положительный опыт применения метода контроля величины разгруженной зоны по динамике газовыделения из шпуров позволяет рекомендовать его к более широкому применению наряду с другими нормативными способами прогноза выбросоопасности угольных пластов в зависимости от конкретных горно-геологических условий ведения горных работ.

Широкое внедрение данного метода контроля выбросоопасности призабойной части пластов позволит снизить объем применения противовыбросных мероприятий и, в целом, будет способствовать повышению безопасности и объемов угледобычи при разработке пластов, склонных к внезапным выбросам угля и газа.

Список литературы

1. Рубинский А.А. Метод контроля выбросоопасности призабойной части угольного пласта по динамике газовыделения / А.А. Рубинский // Уголь Украины. – 1975. – № 9.
2. Способ определения безопасных зон призабойной части выбросоопасного угольного пласта: авторское свидетельство / Николин В.И., Меликсетов С.С., Сапронов В.Т., Маевский В.С. – № 588389, 5.U. – 1978. – № 2.
3. Балинченко И.И. Отработка выбросоопасных пластов без применения противовыбросных мероприятий / И.И. Балинченко, А.А. Рубинский, Т.Я. Мхатвари // Уголь Украины. – 1981. – № 9.
4. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, склонных к внезапным выбросам угля, породы и газа. – М., 1976.
5. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа. – М., 1989.
6. Правила ведения горных работ на пластах, склонных к газодинамическим явлениям: СОУ 10.1.00174088.011-2005. – К.: Минуглепром Украины, 2005. – 225 с. – (Стандарт Минуглепрома Украины).

Надійшла до редколегії 18.04.2012

В.В. Яйло, А.А. Рубинський, А.Д. Бондаренко, М.Ф. Рижков, Л.М. Левченко

Донецький національний технічний університет, Донецьк

ВІДРОБКА СХИЛЬНИХ ДО РАПТОВИХ ВИКИДІВ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ З КОНТРОЛЕМ РОЗВАНТАЖЕНОЇ ЗОНИ

Приведені уявлення про формування розвантаженої зони в привибійній частині пластів, схильних до раптових викидів вугілля і газу. Виконаний аналіз горно-геологічних і гірничотехнічних умов відробки пластів Донбасу з визначенням величини зони розвантаження по динаміці газовиділення з шпурів. На основі досвіду вживання на шахтах методу контролю величини розвантаженої зони відмічена перспективність його в підвищенні безпеки ведення гірничих робіт.

Ключові слова: зона розвантаження, викиднебезпечність, противикидні заходи, газодинамічні явища, хитне підривання, горно-геологічні порушення.

V. Yaylo, A. Rubinsky, A.D. Bondarenko, M.F. Ryzhkov, L.M. Levchenko

Donetsk National Technical University, Donetsk

MINING OF COAL LAYERS INCLINED TO SUDDEN EMISSIONS WITH CONTROL OF THE UN-LOADED ZONE

Ideas of formation of the unloaded zone are given for the layers inclined to sudden emissions of coal and gas. We analysed mining-and-geological and mining conditions of layers of Donbass with determination of the size of a zone of unloading.

Keywords: phenomena, detonation, mining-and-geological zone.