

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТРУГОВЫХ УСТАНОВОК НА ПЛАСТАХ ОПАСНЫХ ПО ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ ЯВЛЕНИЯМ

Рубинский А.А., Бондаренко А.Д., МакНИИ

Яйло В.В., ДонНТУ

Программой развития угольной промышленности на 2001-2010 г.г. и, в перспективе, до 2030 года предусматривается увеличение добычи угля на Украине в 1,5-2 раза [1]. Более 30% добываемого угля в Донбассе приходится на разработку пластов опасных по газодинамическим явлениям. Количество шахтопластов опасных по газодинамическим явлениям, мощностью 1,3 м и более, пригодных к разработке в Донбассе в ближайшие 10 лет будет уменьшаться. Останутся в основном пласты мощностью 1,3 м и менее, разработка которых наиболее предпочтительна струговыми установками. Поэтому обеспечение безопасности их разработки наряду с совершенствованием способов и средств добычи угля на них важная проблема горного производства.

Проблема может быть решена на основе современных представлений о природе выбросоопасности, механизме выбросов угля, породы и газа, и других газодинамических явлений (ГДЯ).

Для обеспечения безопасности разработки пластов, опасных по газодинамическим явлениям МакНИИ разработаны комплексы мероприятий по борьбе с ними, сущность которых изложена в нормативных документах [2,3].

Составные части этого комплекса совершенствовались до 1989 г. по программам ряда научно-исследовательских работ, принятых к выполнению еще при существовании СССР. Затем наблюдался некоторый перерыв в исследованиях, но требовалось уточнение многих параметров способов борьбы и технологии, так как с увеличением глубины работ характер проявлений ГДЯ изменился существенно.

Одним из наиболее безопасных способов добычи угля на выбросоопасных пластах, особенно для пластов мощностью до 0,8 м, а, следовательно, и одно из перспективных направлений в создании и совершенствовании является выемка угля струговыми установками без присутствия людей в лаве и на исходящей струе до места ее первого подсыхания (безлюдная выемка угля) [4,5].

Целью данной работы является анализ опыта выемки угля струговыми установками на выбросоопасных пластах за последние 30 лет и оценка правомерности оставления неизменными требований ПБ

[2,4,5] к разработке выбросоопасных угольных пластов струговыми установками.

Данное направление формировалось поэтапно в течении 20-30 лет. По мнению специалистов при струговой выемке, уменьшение величины стружки до 6-10 см должно было привести к уменьшению вероятности проявления выбросоопасности. Реализация этой идеи на практике осуществлялась с использованием технологических схем разработаны с участием МакНИИ [8]. Сущность технологических схем использующих струговые установки следующая. Для пластов мощностью менее 0,8 м – выемка угля производится без выполнения способов предотвращения внезапных выбросов угля и газа, технологическими схемами предусматривается работа струга по всей длине лавы при отсутствии людей в лаве. При неустойчивой кровли допускается выемка угля участками. Для пластов 0,8 м и более предусматривается применение текущего прогноза и локальных противовыбросных мероприятий, при неустойчивой кровли также допускается выемка угля участками, не менее 50 м каждый. Глубина выемки угля не более 0,7-0,8 м за цикл (подвигание забоя). Управление кровлей полным обрушением, выемка ниш – отбойными молотками или взрывным способом в режиме сотрясательного взрывания. Пласты мощностью 0,8 и более должны разрабатываться с применением прогноза ГДЯ и способов их предотвращения [4,5,8].

При этом должна применяться система разработки длинными столбами по восстанию (падению), простирацию без оставления межлавных целиков угля с прямоточной схемой проветривания. Свежий воздух подается по двум выработкам оконтуривающим выемочный столб, что обеспечивает в случае выброса нахождение людей на свежей струе. В технологических схемах принят суточный режим работы очистных забоев с четырьмя сменами по шесть часов. Для очистных забоев, где выполняются способы предотвращения внезапных выбросов, две смены ведут выемку угля: одна осуществляет ремонтно-подготовительные работы, другая предотвращает выбросы. В очистных забоях, где способы предотвращения не применяют, на выемку угля отводится 2,5 смены, на ремонтно-подготовительные работы одна смена, 0,5 смены – на сотрясательное взрывание.

Обобщение исследований МакНИИ в том числе, анализ опыта применения выемки угля струговыми установками, в период до 1977-1978 г.г. выполненный под руководством В.И. Николина [6] позволил прийти к следующим выводам.

1. Выемку угля на пологих выбросоопасных пластах наиболее целесообразно осуществлять узкозахватными комбайнами по одно-

сторонней схеме и стругами, а на крутых пластах – щитовыми агрегатами [6, с. 234].

2. Показана возможность возникновения выбросов угля и газа при струговой выемке угля [6, с. 211-213], даже при отсутствии нарушения технологии выемки.

3. Систему разработки необходимо выбирать по комплексу факторов с учетом обеспечения безопасных условий труда и достижения высоких технико-экономических показателей.

4. Так как выбросы угля и газа происходят не мгновенно, то большое внимание следует обращать на их предупредительные признаки.

В статье рассматривается опыт отработки угольных пластов за период с 1977 по настоящее время. За этот период при выемке угля стругами или конвейеростругами (таблица 1) произошло свыше 627 выбросов угля и газа. Большая часть выбросов произошла при выемке угля на трех шахтах: им. 60-летия Советской Украины, "Глубокая", "Социалистический Донбасс" при разработке пластов  $h_4, h_6, h_8$ .

Так как мощность пластов на этих шахтах не превышала 0,8 м, в лавах оборудованных струговыми установками выемка угля осуществлялась по безлюдной технологии без применения противовыбросных мероприятий. На основании исследований, выполненных в МакНИИ для таких лав учитывается только фактор времени, необходимый для формирования безопасной зоны разгрузки, т.е. перерыв не менее 3 часов между снятием полосок угля до 0,8 м, а также ограничения суточного подвигания лавы до 1,2...1,6 м, связанные, в основном, с высокой газообильностью лав, а также с необходимостью выполнения процессов крепления лавы, управления кровли, передвижкой конвейера.

Направление отвечает концепции повышения уровня охраны труда на угольных шахтах Украины, развиваемое МакНИИ [1] в соответствии с постановлениями кабинета Министров Украины № 180 от 01.02.04 и № 939 от 06.07.02. Однако какие-либо научно-исследовательские работы по анализу опыта и совершенствованию струговой выемки угля не проводились. Поэтому требования к струговой выемке в неизменном виде вошли в СОУ [4]. Рассмотрим более подробно опыт трех шахт.

На шахте им. 60-летия Советской Украины при разработке обовыбросоопасного пласта  $h_8$  произошло 516 ГДЯ из которых 313 – в лаве и 203 в подготовительных выработках. Из 313 выбросов, происшедших в лаве при работе струга произошло 247 выброса, остальные

произошли при ведении сотрясательного взрывания в верхней нише и в 10 случаях при работе гидромонитора (АГС) в подготовительной выработке и комбайна.

Таблица 1  
Динамика выбросов угля и газа на шахтах Донбасса в лавах, оборудованных струговыми установками за период 1973-2006 г.г.

Год	Всего выбросов	В том числе:			Год	Всего выбросов	В том числе:		
		конв.-струг	струг	внезапные и др. ГДЯ			конв.-струг	струг	внезапные и др. ГДЯ
1973	2	-	2	-	1991	26	3	23	-
1974	6	3	3	-	1992	49	1	48	-
1975	2	2	-	-	1993	32	-	29	3
1976	33	-	3	-	1994	18	4	14	-
1977	10	1	7	2	1995	10	2	8	-
1978	6	1	4	1*	1996	4	-	4	-
1979	11	2	9	-	1997	3	-	3	-
1980	44	38	6	-	1998	10	-	10	-
1981	25	3	20	2	1999	18	1	17	-
1982	32	5	25	2	2000	18	1	17	-
1983	43	-	43	-	2001	23	-	20	3
1984	25	-	25	-	2002	17	14	3	в т.ч. 1 вн.
1985	20	3	17	-	2003	14	6	8	-
1986	21	3	18	-	2004	17	2	15	-
1987	52	1	51	-	2005	6	1	5	в т.ч. 1 вн.
1988	23	2	21	-	2006**	1	1	-	-
1989	9	-	9	-	с 1973 по 2005	626	93	520	13
1990	27	4	23	-					
					Всего	627	94	520	13

\* один выброс произошел во время обборки кровли в зоне геологического нарушения

\*\* данные за 1 полугодие 2006 г.

Основная система разработки сплошная, прямым ходом, парными штреками или с опережением очистного забоя забоем откаточного штрека и несколько выбросов произошло при столбовой системе разработки. При работе струга имел место смертельный травматизм. Основная причина – нахождение людей в лаве при работе струга, т.е. нарушение основного требования – безлюдной выемки угля стругом.

Основное число выбросов угля и газа при выемке угля на шахте им. 60-летия Советской Украины произошло при использовании сплошной системы разработки, сплошной с опережением забоем откаточного (конвейерного) штрека забоя лавы. При столбовой системе разработки произошло 22 выброса.

На шахте "Глубокая" произошло 944 ГДЯ из которых 435 произошло при разработке пласта  $h_{10}$ , 320 – пласта  $h_8$ , 185 – пласта  $h_4$ , 5 – пласта  $h_6$ . В лавах произошло 238 ГДЯ, в том числе по пласту  $h_{10}$  - 22, по пласту  $h_8$  - 117,  $h_4$  - 121, а по пласту  $h_6$  - ни одного. В лавах оборудованных стругами произошло 196 ГДЯ, из которых 121 – на пласте  $h_4$  и 75 – на пласте  $h_8$ . Основная система разработки столбовая. При проведении подготовительных выработок произошло 314 выброса по пластам  $h_4$  и  $h_8$ .

На шахте им. газеты "Социалистический Донбасс" (Заперевальная 2) произошло 530 выброса угля и газа, в том числе 101 – на пласте  $h_{10}$ ,  $h_8$  - 429. В лавах произошло 68 ГДЯ, в том числе – 36 при выемке стругом. Основная система разработки столбовая.

Зарегистрированы выбросы при "расклинивании" исполнительного органа струга, которые потребовали пересмотра технологии струговой выемки на этих пластах.

Горные работы пласта  $h_8$  опережали на 1-2 этажа горные работы по пласту  $h_{10}$ . В основном на этом пласте использовалась струговая выемка угля. Из 429 выбросов, происшедших на пласте  $h_8$  389 произошли при проведении подготовительных выработок при производстве взрывных работ (СВ). В лавах произошло 40 ГДЯ из которых 36 при работе струга, 4 ГДЯ при выемке угля комбайном. Выбросы в лавах происходили в следующих местах. В зоне ПГД – 2 ГДЯ, 21 – в геологических нарушениях, остальные произошли в зонах, выделенных как повышенная выбросоопасность, связанная с геологическими нарушениями. В восьми случаях были застигнуты люди.

На шахтах ш/у "Донбасс" основной системой разработки пластов с применением струговой выемки была столбовая, описанная выше (с прямоточной схемой проветривания). В таких лавах, считая с начала отработки пластов произошло 282 выброса, а выбросов при сплошной системе разработки – 10.

Всего на этих трех шахтах произошло 479 выброса угля и газа при выемке угля стругами, что составляет более 70% от всех ГДЯ, происшедших при работе стругов. Для разработки пластов, опасных

по газодинамическим явлениям применялись различные системы разработки: столбовые, сплошные и сплошные с опережением, комбинированные системы разработки, столбовые с расположением забоя по простиранию и выемкой угля по восстанию пласта. В основном шахтопласты разрабатывались как одиночные, так как отсутствовала над – или подработка этих частей другими пластами. Однако есть участки на которых при отработке имеется влияние на них выемки угля на одном или нескольких пластов в свите.

В целом по трем шахтам соотношение выбросов при столбовой и сплошной систем разработки 244:235 показывает, что опыт этих трех шахт может быть использован для решения многих задач горного производства, направленных на совершенствование техники и технологии добычи угля на выбросоопасных пластах с использованием струговых установок.

Разработка угольных пластов различной категории газодинамической опасности на этих шахтах (угрожаемые, выбросоопасные и особо выбросоопасные) показала, что разведанность горно-геологических условий при применении столбовой системы разработки всегда выше чем при сплошной или комбинированной.

Опыт отработки лав по сплошной системе с опережением откачным штреком 100 м и более и столбовая система доказала, что возникает трудность в поддержании штреков впереди и позади лав. На этих участках штреки приходится перекреплять более 3 раз. Выбросы, происходящие при проведении штреков впереди лавы и при подготовке "столбов", затрудняют выемку угля в лавах, так как переход полостей этих выбросов сложная горная задача.

Опыт отработки угольных пластов показал, что на наибольшее снижение выбросоопасности при отработки выбросоопасных пластов можно достигнуть при применении системы отработки, когда 1,3,5 и т.д. яруса (этажи) отрабатываются по сплошной системе разработки, а 2,4,6 и т.д. отрабатывались по столбовой обратным ходом (шахта им. 60-летия Советской Украины).

Можно считать, что имеется влияние порядка отработки пластов в свите на проявление выбросоопасности на соседних пластах. Так первоначальная отработка пластов  $h_{10}$  и  $h_8$  на шахте "Глубокая" уменьшила проявление выбросоопасности на пластах  $h_6, h_4$ . Все четыре выброса на пласте  $h_6$  произошли вне зоны влияния отработанных площадей угля на пластах  $h_{10}$  и  $h_8$ .

По данным этих явлений пласт на восточном участке этой лавы, примыкает к Итальянскому надвигу и опережающих его трещин, пе-

реведен в категорию выбросоопасных. Это позволило дифференцированно вести выемку угля в этой лаве. На части выемочного поля с применением определения безопасной глубины выемки по динамике газовыделения, а на остальной части и в опасных зонах, выявленных по динамике газовыделения и в зонах ПГД – безлюдная выемка угля стругом.

На основании исследований проявления газодинамической опасности в различных частях лавы в 1972 году МакНИИ был сделан предварительный вывод о том, что проявления выбросоопасности при столбовой и сплошной системах работ на пластах  $h_{10}$  и  $h_8$  различны. При этом в 10 м лавы, примыкающих к штрекам (столбовая система) выбросы отсутствовали [9].

Данный вывод подтверждается и при выемке угля стругами. Однако распределение выбросов по длине очистного забоя при сплошной системе лава-штрек, когда и вентиляционный и откаточные штреки проводились в целике угля более равномерное, а при столбовых системах появились выбросы и в 1-х частях и 10-х частях лав, примыкающих к ранее отработанным этажам (участкам). Необходимы более детальные исследования проявления выбросоопасности в этих частях лав.

Выполненный анализ опыта отработки пластов опасных по ГДЯ струговыми установками позволяет сделать следующие выводы.

Концевые участки лав при столбовых системах разработки менее опасны по газодинамическим явлениям по сравнению со сплошной системой.

Применение столбовой системы позволяет совмещать часть работы в штреке с работами в лаве, дает возможность выполнять ретональные мероприятия по снижению выбросоопасности пластов, а также снижению газообильности участка.

Пройденные заранее выработки позволяют разведать угольный массив, а в некоторых случаях и определить места возможных выбросов в лаве.

Уменьшению числа выбросов в лавах при столбовой системе разработки способствует отработка вышележащего и нижележащего этажей (ярусов) или панелей.

При столбовой системе исключается проблема совмещения работ в лаве и штреке.

При столбовой системе отсутствуют околоштрековые бутовые полосы, которые вызывают зависание кровли и повышенное напряжение в концевых частях лав.

Основное проявление выбросоопасности происходит при проведении подготовительных выработок, число выбросов угля и газа в них на порядок превосходит число выбросов в лаве при столбовой системе разработки, а при сплошной число выбросов в лаве примерно равно числу выбросов в подготовительных забоях (опережающий штрек, нижняя и верхняя ниша).

С увеличением глубины разработки изменилось проявление выбросоопасности одиночных пластов. Стали возможными внезапные выбросы при расклинивании (освобождении) исполнительного органа, а также в пределах 10 м зон примыкающих к штрекам.

Основная часть выбросов при столбовых системах разработки происходит в зонах мелкоамплитудных геологических нарушений и в зонах ПГД, а при сплошных происходят выбросы и без наличия таких зон.

Подготовительные работы для применения столбовой системы необходимо совершенствовать с целью снижения интенсивности ГДЯ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Украинский Уголь. Программа развития угольной промышленности на 2001-2010 годы. – Газета "Сбойка" №№ 9,10 (55-56), сентябрь-ноябрь 2001 г. – 67 с.
2. СОУ 10.1.00174088.011-2005 "Правила ведения горных работ на пластах, склонных к газодинамическим явлениям". – Макеевка-Донбасс, 2006. – 225 с.
3. СОУ 10.1.00174088.011-2004. "Правила ведения горных работ на пластах, склонных к внезапным выдавливаниям угля". – Киев, 2004. – 14 с.
4. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, склонных к внезапным выбросам угля, породы и газа. – М., "Недра", 1977. – 157 с.
5. НАОП 1.1.30-5.06-89 "Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа". – М.: Ин-т горн. дела им. А.А. Скочинского, 1989. – 192 с.
6. Николин В.И., Балинченко И.И., Симонов А.А. Борьба с выбросами угля и газа в шахтах. – М., "Недра", 1981. – 300 с.
7. Опыт безопасной и эффективной отработки пластов, склонных к внезапным выбросам угля и газа /Ю.К. Батманов, Л.Ф. Бахтин, И.Д. Гелюх, И.Е. Дробнов, И.А. Гайнутдинов, В.Г. Мукотел, Н.К. Таратута: Экспресс-информ. ЦНИЭИ-уголь, ЦБНТИ Минуглепрома УССР. – М., 1980. – 30 с.
8. Технологические схемы разработки пластов, опасных по внезапным выбросам угля и газа. – М., ИГД им. А.А. Скочинского, 1982. – 256 с.
9. Божко В.Л., Симонов А.А. Значение горнотехнических факторов при разработке выбросоопасных угольных пластов. – Борьба с газом, пылью и выбросами в угольных шахтах. Вып. 10. – Макеевка-Донбасс. – 1974. – С. 171-176.

30.04.08