



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА –
ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА им. А.А. СКОЧИНСКОГО

140004, Московской области, г. Люберцы, Октябрьский проспект, 411
Тел. (495) 554-71-55, 558-81-19 факс: 554-52-47
E-mail: igd @igds.ru; www.igds.ru

Лицензия Федеральной службы
по технологическому надзору
№ ДЭ-00-004447 (ГУ)
Срок действия до 28.01.2010г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор по научной работе

ФГУП ННЦ ГП – ИГД

им. А.А. Скочинского,

докт. техн. наук

А.В. Джигрин

«15» июля 2009 г.



ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

о порядке применения способов и оборудования по предупреждению и локализации взрывов метанопылевоздушных смесей в соответствии с нормативными правовыми актами и нормативными техническими документами на угольных шахтах, опасных по газу и (или) пыли

15 июля 2009 г.

Основание на проведение экспертизы:

1. Лицензия Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № ДЭ-00-004447 (ГУ) по проведению экспертизы промышленной безопасности.
2. Договор на проведение экспертизы от 15 июня 2009 г. № 09-02/01209035-027 "О".
3. Лаборатория вентиляции и борьбы с пылью ИГД им. А.А. Скочинского - Головной разработчик «Инструкции по борьбе с пылью и пылевзрывозащите» к «Правилам безопасности в угольных шахтах». Книга 3. 1999 г.
4. Запросы о разъяснении порядка применения автоматических систем взрывоподавления – локализации взрывов типа АСВП-ЛВ(АСВП-ЛВ, АСВП-ЛВ.1М) и других способов и оборудования по предупреждению и локализации взрывов метана и (или) угольной пыли ОАО «Шахта «Заречная», ЗАО «Шахта Распадская-Коксовая», ОАО «Шахта им. 7 ноября» и других шахт Кузбасса в соответствии с письмом Ростехнадзора от 09.06.2009 г. № 07-07/1732.

1. Цель экспертного заключения

Целью экспертного заключения является разъяснение положений нормативно-правовых актов и нормативно-технических документов, а также технических характеристик применяемого оборудования для предотвращения распространения взрывов метана и (или) угольной пыли по сети горных выработок.

ЭКСПЕРТНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ФГУП ННЦ ГП – ИГД им. А. А. Скочинского
ЭКСПЕРТИЗА



2. Перечень нормативно-правовых актов, нормативно-технических документов и материалов, использованных экспертами при составлении экспертного заключения

2.1. Федеральный закон от 21.07.97 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

2.2. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.12.98 № 1540 «О применении технических устройств на опасных производственных объектах», с изменениями на 01.02.05 г. 2.2. Правила применения технических устройств на опасных производственных объектах, утверждённые постановлением Правительства Российской Федерации от 25.12.98 № 1540, с изменениями на 01.02.05 г.

2.3. Правила безопасности в угольных шахтах (ПБ 05-618-03). Серия 05. Выпуск 11, 2004 г.

2.4. Единые правила безопасности при взрывных работах (ПБ 13-407-01). Серия 13. Выпуск 1, 2002 г.

2.5. Правила безопасности в угольных шахтах. Книга 3. Инструкции по борьбе с пылью и пылевзрывозащите. – Липецк: Липецкое издательство. 1999 г.

2.6. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (ПБ 03-576-03). Серия 03. Выпуск 24, 2007 г., п. 1.1.3 поз. 3 указанных правил.

2.7. Технический отчёт МакНИИ по теме «Совершенствование сланцевых заслонов», руководители: к.т.н. Петрухин П.М., инж. Рассолов Н.И. Макеевка-Донбасс. – 1961. – 156 стр.

2.8. Технический отчёт №40 МакНИИ по теме «Исследование возможности замены осланцевания и сланцевых заслонов мокрыми способами в условиях шахт Донбасса». – 1965. – 41 стр.

2.9. Технический отчёт МакНИИ по теме «Разработать и внедрить водяные заслоны с сосудами из плёночного материала», руководители: к.т.н. Нецепляев М.И., к.т.н. Плоскоголовый Е.И. Макеевка-Донбасс. – 1983. – 73 стр.

2.10. Мясников А.А., Старков С.П., Чикунов В.И. Предупреждение взрывов газа и пыли в угольных шахтах. – М.: Недра, 1985. – 205 стр.

2.11. Киреев А.М. Исследование пылевзрывобезопасности горных выработок в условиях шахт Донбасса: Автореф. дис... канд. техн. наук/ Тульский политехнический институт. – Тула, 1968.- 21 стр.

2.12. Петрухин П.М., Качан В.Н. Теоретические основы пылевзрывозащиты способами, основанными на применении воды// Безопасность труда в угольных шахтах: Сб. научных трудов МакНИИ. – Т. XXII – М.: Недра, 1972. – Стр. 89-103.

2.13. Трубицин А.А. Технологические основы системы управления пылевой обстановкой в угольных шахтах для обеспечения безопасности ведения горных работ: Автореф. дис... д-ра техн. наук/ ННЦ ГП – ИГД им. А.А. Скочинского. – Люберцы, 2002. – 216 стр.

2.14. Кравец В.М. Исследование и разработка рекомендаций по совершенствованию системы локализации взрывов угольной пыли в шахтах: Автореф. дис... канд. техн. наук/ Новочеркасский политехнический институт. – Новочеркасск, 1980.- 21 стр.

2.15. Борьба со взрывами угольной пыли в шахтах /М.И. Нецепляев, А.И. Любимова, П.М. Петрухин и др. – М.: Недра, 1992. – 298 стр.

2.16. Шевцов Н.Р. Взрывозащита горных выработок. – Донецк: Норд-пресс, 2002. – 286 стр.

2.17. Лебецки К. Пылевые опасности в горнодобывающей промышленности// Главный институт горного дела, Польша. – Катовице, 2004. – 486 стр.

2.18. Джигрин А.В., Горлов Ю.В., Чигрин В.Д. Автоматическая система взрывоподавления – локализации взрывов метановоздушной смеси и угольной пыли в подземных горных выработках угольных шахт// Безопасность труда в промышленности. – 2003. - № 8. – Стр. 22-26.

2.19. Криволапов В.Г. Разработка методов управления взаимодействием ударной воздушной волны с рассредоточенными водяными заслонами в подземных выработках: Автореф. дис... канд. техн. наук/ Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк, 2006.- 18 стр.

2.20. Плоскоголовый Е.П., Ковтун Ю.С. Результаты испытаний водяных заслонов с сосудами из плёночного материала// Способы и средства создания безопасных условий труда в шахтах: Сб. научн. трудов МакНИИ. – Макеевка-Донбасс, 1984. – Стр.67-71.

2.21. Типовой паспорт установки плёночных сосудов ПБС-1 в водяных и сланцевых заслонах: Госнадзорохрантруда Украины. – Луганск, 1997. – 16 с.

2.22. Шульте К.П. Средство конструктивной защиты горных выработок от взрывов типа «Водяные карманы WATA»// Глюкауф. – 2004. - № 2(3). – Стр. 50-55.

2.23. Система локализации взрывов автоматическая СЛВА.0. Руководство по эксплуатации 1811.00.00.000 РЭ.

2.24. Автоматическая система взрывоподавления – локализации взрывов АСВП-ЛВ. Руководство по эксплуатации АСВП-ЛВ 00.000 РЭ. Паспорт АСВП-ЛВ 00.000 ПС.

2.25. Автоматическая система взрывоподавления – локализации взрывов АСВП-ЛВ.1М. Руководство по эксплуатации АСВП-ЛВ.1М 00.000 РЭ. Паспорт АСВП-ЛВ.1М 00.000 ПС. Сервисная книжка АСВП-ЛВ.1М СК.

2.26. Акт испытания взрывоподавляющей эффективности автоматической системы локализации взрывов метана в начальной стадии их возникновения в штольне ВНИИГД «Гранит» от 05.11.85 г., МакНИИ и ВНПО «Респиратор».

2.27. Протокол исследовательских испытаний по определению взрывоподавляющей способности огнегасящего порошка «П-АГС» (ТУ 2149-001-59158-99) от 07.07.2003 г., НЦ ВостНИИ.

2.28. Акт-отчёт исследовательских испытаний по определению взрывоподавляющей способности огнетушащих порошков марок «ИСТО-1» (ТУ 2149-001-54572789-00), «П-АГС» (ТУ 2149-001-59158-99), сланцевой пыли и ингибитора «ПВХ-1» (ТУ 6-18-10-6-84) от 28.09.05 г., ФГУП НМЗ «Искра».

2.29. Заключение о возможности применения огнетушащих порошков «П-АГС» (ТУ 2149-001-59158-99) и ИСТО-1 (ТУ 2149-001-54572789-00) для снаряжения автоматических систем взрывоподавления и локализации взрывов (АСВП-ЛВ) от 03.01.2006 г., ВостНИИ.

2.30. Заключение по результатам испытаний взрывоподавляющей способности пламегасящего порошка «ПВХ-1» (ТУ 6-18-10-6-84) от 20.01.2009 г., МакНИИ (Украина).

2.31. Заключение № 343-МТ-03 НПП «Маштест» от 29.07.2003 г. о соответствии требованиям безопасности установочной серии автоматической системы взрывоподавления – локализации взрывов АСВП-ЛВ.

2.32. Протокол эксплуатационных шахтных испытаний автоматических систем взрывоподавления – локализации взрывов АСВП-ЛВ от 10.12.2003 г.

2.33. Акт эксплуатационных испытаний автоматических систем взрывоподавления – локализации взрывов АСВП-ЛВ от 10.12.2003 г.

2.34. Руководство по эксплуатации и применению автоматических систем взрывоподавления - локализации взрывов АСВП-ЛВ в подземных горных выработках угольных шахт, опасных по газу и пыли, согласованное начальником Управления по надзору в угольной промышленности Ростехнадзора РФ 20.11.2003 г. и утверждённое Первым зам. Министра энергетики РФ 19.12.2003 г. Москва, 2003 г., 47 стр.

2.35. Руководство по эксплуатации и применению автоматических систем взрывоподавления - локализации взрывов (АСВП-ЛВ) в подземных горных выработках угольных шахт, опасных по газу и пыли (Второе дополненное издание), согласованное письмом Ростехнадзора от 12.11.2006 г. № 13-07/600 и утверждённое Зам. Министра промышленности и энергетики РФ 22.12.2006 г. – Москва, 2006 г., 74 стр.

2.36. Дополнение к «Руководству по эксплуатации и применению автоматических систем взрывоподавления - локализации взрывов (АСВП-ЛВ) в подземных горных выработках угольных шахт, опасных по газу и пыли (Второе дополненное издание), согласованное письмом Ростехнадзора от 10.01.2008 г. № БК-45/5. – Москва, 2007 г., 7 стр.

2.37. Сертификат соответствия на АСВП-ЛВ № РОСС RU. МШ04. В00320 от 29.11.2004 г.

2.38. Разрешение Федеральной службы по технологическому надзору на применение АСВП-ЛВ № РРС ВА-12688 от 17.06.2004 г.

2.39. Совместный протокол ЗАО «МВК по взрывному делу» и МакНИИ испытаний серийно выпускаемых систем АСВП-ЛВ от 25.05.2005 г., ФГУП «ЦНИИМАШ», г. Королёв Московской обл.



2.40. Заключение экспертизы № 109.09.00.194.05 от 09.06.2005 г. о соответствии оборудования повышенной опасности требованиям нормативных актов по охране труда и промышленной безопасности и возможности его эксплуатации на угольных шахтах, опасных по газу и (или) пыли. Автоматическая система взрывоподавления – локализации взрывов АСВП-ЛВ. МакНИИ (Украина).

2.41. Сертификат соответствия на АСВП-ЛВ от 16.05. 2006 г. № 06С.41М. МакНИИ (Украина).

2.42. Разрешение Госгорпромнадзора Украины на применение АСВП-ЛВ на угольных шахтах Украины, опасных по газу и (или) пыли № 1770.05.30-29.52.1 от 25.07. 2005 г.

2.43. Заключение № 57-1 ФГУП «ЦНИИМАШ» от 20.02.2006 г. о соответствии требованиям безопасности АСВП-ЛВ с устройством локализации взрыва УЛВ2.

2.44. Сертификат соответствия на АСВП-ЛВ с устройством УЛВ или УЛВ2 № РОСС RU. ME92. В00858 от 29.05.2006 г.

2.45. Разрешение Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору на применение АСВП-ЛВ № РРС 00-21054 от 05.06.2006 г.

2.46. Протокол совещания по рассмотрению эффективности применения систем АСВП-ЛВ от 25.07.07 г., утверждённый заместителем Ростехнадзора 01.08. 07 г.

2.47. Акт испытаний по проверки надёжности срабатывания серийных автоматических систем взрывоподавления – локализации взрывов АСВП-ЛВ на первом и втором этапе испытаний по надёжности срабатывания от 6 декабря 2007 г.

2.48. Заключение экспертной комиссии по расследованию причин аварии I категории с групповым несчастным случаем, произошедшей 18 ноября 2007 года на арендном предприятии «Шахта им. А.Ф. Засядько» и Протокол экспертизы системы подавления-локализации взрывов типа АСВП-ЛВ, представленной в МакНИИ на испытания после аварии, происшедшей 18.11.07 на ОП «Шахта им. А.Ф. Засядько», МакНИИ, 20 ноября 2007 г.

2.49. Сертификат соответствия на АСВП-ЛВ.1М ТУ 3146-009-4110310-07 № РОСС RU.0001.11МШ05 от 14.02.2008 г.

2.50. Разрешение Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору на применение АСВП-ЛВ.1М по ТУ 3146-009-4110310-07 № РРС 00-28539 от 04.03.2008 г.

2.51. Протокол испытаний автоматической системы взрывоподавления – локализации взрывов АСВП-ЛВ от 20.01.2009 г., МакНИИ (Украина).

2.52. Заключение экспертизы № 232.09.00.010.09 от 21.01.2009 г. о соответствии оборудования повышенной опасности требованиям нормативных актов по охране труда и промышленной безопасности и возможности его эксплуатации на угольных шахтах, опасных по газу и (или) пыли. Автоматическая



система взрывоподавления – локализации взрывов АСВП-ЛВ. МакНИИ (Украина).

2.53. Сертификат соответствия на АСВП-ЛВ от 13.02. 2009 г. № UA1.068.0007862-09. ВЦ МакНИИ, г. Макеевка Донецкой обл. (Украина).

2.54. Разрешение Госгорпромнадзора Украины на применение АСВП-ЛВ на угольных шахтах Украины, опасных по газу и (или) пыли для использования вместо сланцевых заслонов для локализации в горных выработках № 563.09.30-29.52.1 от 24.03. 2009 г.

2.55. Письма Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 06.07.2004 г. № 13-12/368, от 19.11.2004 г. № 13-07/879, от 28.03.2005 г. № 13-12/368, от 01.11.2005 г. № 13-01-04/1611, от 18.05.2006 г. № 13-01-04/947, от 10.08.2006 г. № 13-07/1561, от 21.11.2006 г. № 13-07/670, от 03.07.2009 г. № БК-43/705, от 09.06.2009 г. № 07-07/1732.

3. Характеристика объекта экспертизы

3.1. В настоящее время для предотвращения распространения взрывов метана и (или) угольной пыли по сети горных выработок используются два типа взрыволокализирующих заслонов: пассивные и автоматические.

3.1.1. К пассивным взрыволокализирующим заслонам относятся:

- сланцевые заслоны;
- водяные заслоны;
- сланцевые и водяные заслоны из плёночных сосудов типа ПБС-1.

3.1.1. К автоматическим взрыволокализирующим заслонам (системам) относятся:

- автоматические системы локализации взрывов в начальной стадии возникновения типа СЛВА;
- автоматические системы взрывоподавления - локализации взрывов типа АСВП-ЛВ (АСВП-ЛВ и АСВП-ЛВ.1М).

3.2. Сланцевые или водяные заслоны могут быть использованы для защиты:

- очистных выработок;
- забоев подготовительных выработок, проводимых по углю или по углю и породе;
- крыльев шахтного поля в каждом пласте;
- конвейерных выработок;
- пожарных участков;
- дренажных и поддерживаемых выработок на участках, проветриваемых с применением всасывающих вентиляторов по всей длине.

3.3. Сланцевые и водяные заслоны из плёночных сосудов типа ПБС-1 могут быть использованы для защиты:

- очистных выработок;

- забоев подготовительных выработок, проводимых по углю или по углю и породе;
- крыльев шахтного поля в каждом пласте;
- конвейерных выработок;
- пожарных участков;
- дренажных и поддерживаемых выработок на участках, проветриваемых с применением всасывающих вентиляторов по всей длине;
- складов взрывчатых материалов.

3.4. Автоматическая система локализации взрывов типа СЛВА предназначена для подавления взрыва метана и угольной пыли в начальной стадии их развития (вспышка). Система устанавливается у потенциальных очагов возникновения взрывов метана или угольной пыли:

- распрелпункты подготовительных и очистных забоев;
- совокупности машин и электрооборудования на сопряжениях очистных забоев со штреками;
- пусковая аппаратура и электроприводы ленточных конвейеров и перегружателей;
- совокупности электрооборудования на исходящей струе воздуха.

3.5. Автоматические системы взрывоподавления - локализации взрывов типа АСВП-ЛВ (АСВП-ЛВ и АСВП-ЛВ.1М) могут быть использованы для защиты:

- конвейерных выработок;
- наклонных горных выработки, в том числе с углом наклона более 18°;
- горных выработок, оборудованных монорельсовым транспортом;
- очистных выработок;
- подготовительных выработок, проводимых по углю или по углю и породе;
- крыльев шахтного поля в каждом пласте;
- пожарных участков;
- подземных складов взрывчатых материалов.

4. Оценка технических характеристик взрыволокализирующих заслонов по обеспечению промышленной безопасности

4.1. Специфика горных работ не в состоянии полностью исключить образование взрывоопасной среды и появление импульсов, способных поджечь её. В этих случаях безопасность технологических процессов обеспечивается применением специального оборудования и установок автоматического пожаротушения или взрыволокализирующих заслонов, способных локализовать или подавить возникший очаг горения или взрыва в пределах данной горной выработки или её час-

Подпись

ти. В зависимости от своих технических характеристик каждый тип взрыволокализирующего заслона способен локализовать взрыв только в определенной стадии его развития. Возможны следующие стадии развития взрыва метана и (или) угольной пыли в подземных горных выработках (табл. 1):

Таблица 1.

№ п.п.	Стадии развития взрыва	Избыточное давление на фронте ударной воздушной волны, МПа	Скорость распространения ударной воздушной волны, м/с	Скорость распространения фронта пламени, м/с
1.	Вспышка	0,01 ÷ 0,02	< 367	1 ÷ 40
2.	Балансирующие взрывы	0,02 ÷ 0,06	< 416	1 ÷ 100
3.	Слабые взрывы	0,06 ÷ 0,30	416 ÷ 635	40 ÷ 340
4.	Сильные взрывы	0,30 ÷ 1,70	635 ÷ 1500	340 ÷ 1000
5.	Детонация	> 1,70	1500 ÷ 2500	1000 ÷ 2500

4.2. Пассивные взрыволокализирующие заслоны (сланцевые или водяные) в виде открытых полок или сосудов.

Эти заслоны (сланцевые или водяные) срабатывают от ударновоздушной волны, образованной в результате взрыва метановоздушной смеси и (или) угольной пыли и должны предотвращать распространение дальнейших взрывов по сети горных выработок. Механизм действия этих заслонов следующий. Ударновоздушная волна, подходящая к заслону, полностью разрушает его. При этом образуется облако из инертной пыли (или, в случае водяных заслонов, облако водного аэрозоля), длина которого в 1,5÷2 раза больше длины установки заслона. Фронт пламени подходит к облаку из инертной пыли или водного аэрозоля, под действием которого затухает.

Основными недостатками применяемого в настоящее время способа локализации взрывов с использованием водяных и сланцевых заслонов является сложность достижения эффективности этих заслонов, требующих для работы обеспечения следующих условий:

- постоянное сохранение в процессе эксплуатации требуемого качества инертной пыли, размещаемой на открытых полках;
- полный переход всей массы инертной пыли (воды) во взвешенное состояние, после прохождения ударновоздушной волны;
- сохранение инертной пыли (воды) во взвешенном состоянии до момента прихода фронта пламени.

Первое условие обеспечиваться постоянным контролем качества инертной пыли и при необходимости сменой слежавшейся и пришедшей в негодность инертной пыли на новую.

Второе условие обеспечиваться применением наиболее легко разрушаемых конструкций полок (или сосудов). Избыточное давление на фронте ударной воздушной волны должно быть значительным (не менее 0,06 МПа) для разрушения полок (сосудов) и диспергирования огнетушащего материала (инертной пыли или воды).

Третье условие достигается применением инертной пыли (воды) из расчета 400 кг (л) на 1 м² поперечного сечения выработки в свету в месте установки заслона при расположении рядов полок (сосудов) заслона на оптимальном расстоянии друг от друга, от 2 м до 3 м. Уменьшение этого расстояния до 1 м снижает надёжность заслона. Увеличение расстояния между рядами полок (сосудов) более 5 м нерационально, так как снижение концентрации инертной пыли (воды) в образованном облаке обуславливает неполное использование механизмов действия заслона.

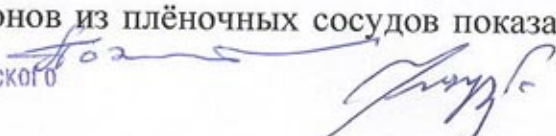
Инерционность срабатывания пассивных заслонов составляет 500÷700 мс. Большая инерционность срабатывания заслона несравнима с динамикой распространения фронта пламени при развитии взрывов метанопылевоздушной смеси по сети горных выработок. Исследования, выполненные Главным институтом горного дела (г. Катовице, Польша) и МакНИИ (г. Макеевка, Украина) в экспериментальных штольнях определили технические возможности пассивных заслонов. Они могут локализовать балансирующие или слабые взрывы метана и (или) угольной пыли при скоростях их распространения от 120 до 230 м/с для сланцевых заслонов, и от 120 до 280 м/с для водяных, при нормативном количестве инертной пыли или воды в заслоне не менее 400 кг (л) на 1 м² поперечного сечения выработки в свету в месте установки заслона.

Пассивные взрыволокализирующие заслоны (сланцевые или водяные) в виде открытых полок или сосудов не рекомендуется применять в подземных горных выработках с интенсивным пылеотложением, т.к. в этих условиях взрывы всегда переходят в сильные – со скоростью распространения фронта пламени до 1000 м/с. Сильные взрывы пассивные заслоны не локализуют, что подтверждается практикой их применения на угольных шахтах.

4.3. Пассивные взрыволокализирующие заслоны в виде плёночных сосудов типа ПБС-1.

Эти заслоны (сланцевые или водяные) должны срабатывать от ударно-воздушной волны, образованной в результате взрыва метановоздушной смеси и (или) угольной пыли. Ударно-воздушная волна, подошедшая к заслону, должна полностью разрушить плёночные сосуды. При этом в горной выработке должно образоваться плотное облако из инертной пыли (или, в случае водяных заслонов, облако из водного аэрозоля). Фронт пламени подходит к облаку из инертной пыли или водного аэрозоля, под действием которого затухает.

Практическое использование сланцевых и водяных заслонов из плёночных сосудов типа ПБС-1 в значительной мере зависит от их надёжности и эксплуатационных показателей – срока службы, удобства обслуживания. Опытные промышленные испытания заслонов из плёночных сосудов показали, что они





имеют недостаточную прочность сосудов при воздействии на них внешних факторов, малый срок службы, не пригодны для повторного использования, трудоёмки и сложны при эксплуатационном обслуживании. Заслоны с сосудами из плёночного материала не обеспечивают надёжное гашение взрывов угольной пыли, распространяющихся со скоростью фронта пламени менее 100м/с. При проведении исследований, выполненных в подземной штольне опытной шахты «Барбара», по оценке эффективности заслонов из плёночных сосудов типа «Водяные карманы WATA» при подавлении взрывов угольной пыли с низким избыточным давлением на фронте ударновоздушной волны в зоне заслона менее 0,02МПа полиэтиленовые мешки прорывались, но не разрушались, а вода просто выливалась на почву, не образовав водного аэрозольного облака. Облако из водного аэрозоля образовывалось при локализации взрывов со скоростью распространения фронта пламени в пределах 110-120м/с и избыточном давлении на фронте ударновоздушной волны более 0,06МПа, при этом разрушение пленки «водяных карманов» происходило в течение 250-600 мс.

Необходимым условием срабатывания сланцевого или водяного заслона из плёночных сосудов типа ПБС-1 является прохождение ударной воздушной волны с давлением на фронте около 0,06МПа и скоростью распространения фронта пламени 100÷120м/с (слабый взрыв). Инерционность срабатывания 250÷600мс.

Опыт эксплуатации заслонов из плёночных сосудов на угольных шахтах России, Китая, Украины, Казахстана и др. показал их неэффективность при подавлении взрывов метана и (или) угольной пыли в подземных горных выработках, особенно с интенсивным пылеотложением, так как они имеют ограниченную область применения.

4.4. Автоматические взрыволокализирующие заслоны (системы).

Экспериментальными работами МакНИИ, ИГД им. А.А. Скочинского, ВНИИГД, КГУ им. Т.Г. Шевченко, в рамках государственных и отраслевых программ Минуглепрома СССР были определены оптимальные параметры гашения взрывов пылеметановоздушной смеси на основе применения порошковых ингибиторов. Разработанные экспериментальные образцы автоматических систем локализации взрывов метана и угольной пыли в период с 1985 по 1990 год прошли испытания в экспериментальной штольне ВНИИГД «Гранит» (штольня сечением 9,5м² и длиной 450 м) и экспериментальной штольне МакНИИ. Испытания показали, что распыление 25кг гасящего материала ингибитора типа П12.13 при удельном расходе 125г на 1м³ защищаемого объема выработки надежно подавляет взрыв. Исследовательские испытания по определению взрывоподавляющей способности новых огнетушащих (пламегасящих) порошков, разработанных в России и на Украине, марок «ИСТО-1» (ТУ 2149-001-54572789-00), «П-АГС» (ТУ 2149-001-59158-99) и ингибитора «ПВХ-1» (ТУ 6-18-10-6-84), проведенные ВостНИИ, ФГУП НМЗ «Искра» и МакНИИ,

показали, что при концентрации этих порошков не менее $10\text{г на } 1\text{м}^3$ в защищаемом объеме выработки, обеспечивается эффективность их огнетушащих(пламегасящих) свойств в отношении невоспламенения метанопылевоздушной среды.

На основании выполненных научных и опытно-конструкторских исследований в дальнейшем были разработаны и серийно выпускаются два типа автоматических взрыволокализирующих заслонов (систем): СЛВА и АСВП-ЛВ.

4.4.1. Автоматические взрыволокализирующие заслоны типа СЛВА.

В России сертифицирована и допущена к применению автоматическая система локализации взрывов СЛВА (разработчик – МакНИИ, производитель – ОАО «Конотопский завод «Красный металлист», Украина).

Автоматическая система СЛВА работает в ждущем режиме. При появлении в зоне обзора компактного датчика пламени вспышки метана последний реагирует на неё и формирует управляющий сигнал на устройство подавления взрыва. Устройство подавления взрыва обрабатывает полученный сигнал и формирует сигнал на поджиг пиропатрона пиротехнического заряда. В результате быстрого сгорания пиротехнического заряда образуется большое количество газов, поступающих в контейнер взрывоподавителя и выбрасывающих пламегасящий порошок в зону очага воспламенения. При этом в объеме выработки на протяжении не менее 15м создаётся инертная среда, не позволяющая распространяться пламени по выработкам.

Автоматическая система СЛВА обеспечивает:

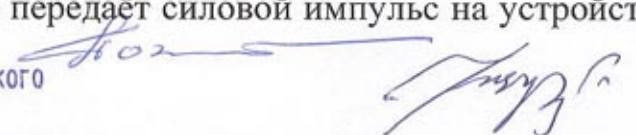
- автоматическое обнаружение пламени в начальной стадии возникновения пожара с помощью оптического ИК-датчика (датчик реагирует на инфракрасное излучение пламени);
- подачу огнетушащего вещества в защищаемую зону большим количеством газов, генерируемым при сгорании газогенерирующего заряда, воспламеняемого пиротехническим электровоспламенителем;
- контроль исправности функциональных узлов;
- резервирование питания устройств подавления взрыва.

Масса пламегасящего порошка в системе 30кг. Условие надежного срабатывания – вспышка в непосредственной близости от выносного датчика. Инерционность срабатывания до 100мс.

4.4.2. Автоматические взрыволокализирующие заслоны типа АСВП-ЛВ.

В России сертифицированы и допущены к применению автоматические системы взрывоподавления – локализации взрывов типа АСВП-ЛВ (АСВП-ЛВ и АСВП.1М) (разработчик и производитель – ЗАО «Межведомственная комиссия по взрывному делу при Академии горных наук», Россия).

Системы типа АСВП-ЛВ работают в ждущем режиме. В результате воздействия на приёмный щит автономного командного устройства силового импульса от избыточного давления на фронте ударновоздушной волны, образованного в результате взрыва метановоздушной смеси и (или) угольной пыли, приёмный щит через выносные штанги передаёт силовой импульс на устройство сраба-



тивания устройства локализации взрыва. Сжатый под большим давлением воздух, находящийся в рабочей полости устройства локализации взрыва, после срабатывания этого устройства через выхлопные отверстия рабочей полости истекает в импульсном режиме в промежуточную камеру и бункер устройства локализации взрыва, подхватывает расположенный в них пламегасящий порошок, разрывает плёночную диафрагму и выбрасывает пламегасящий порошок в пространство горной выработки. При этом в объёме выработки по всему её сечению на пути распространения фронта пламени формируется взрыволокализирующий заслон, в виде облака пламегасящего порошка во взвешенном состоянии, длиной не менее 30м. Этот заслон ликвидирует подошедший фронт пламени (гасит его) и прекращает (локализует) процесс распространения взрывов по сети горных выработок.

Автоматические системы взрывоподавления – локализации взрывов АСВП-ЛВ и АСВП-ЛВ.1М обеспечивают:

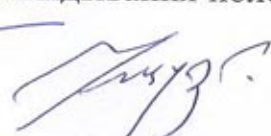
- полностью автономное функционирование систем, без необходимости подвода электроэнергии и любых шахтных коммуникаций;
- автоматическое срабатывание при воздействии ударной воздушной волны взрыва на приемный щит системы;
- выброс огнетушащего (пламегасящего) порошка в защищаемое пространство горной выработки, обеспечивая перекрытие всего сечения горной выработки до прихода фронта пламени взрыва;
- контроль герметичности рабочей полости и рабочего давления сжатого воздуха.

Конструктивные параметры автоматических систем АСВП-ЛВ и АСВП-ЛВ.1М выполнены таким образом, что к ним не требуется применять регламенты обслуживания, которые предназначены для сосудов высокого давления.

Масса огнетушащего (пламегасящего) порошка в системе не менее 25кг. Условие надежного срабатывания автоматических систем АСВП-ЛВ и АСВП-ЛВ.1М – прохождение ударной воздушной волны с давлением на фронте $\geq 0,02$ МПа и скоростью распространения фронта пламени для системы АСВП-ЛВ от 40м/с до 660м/с и для системы АСВП-ЛВ.1М от 40м/с до 1000м/с (начальная стадия взрыва, балансирующие взрывы, слабые взрывы, сильные взрывы и частично весьма сильные взрывы). Инерционность срабатывания 15÷20мс. Время жизни облака из огнетушащего (пламегасящего) порошка (ИСТО-1 или П-АГС) после срабатывания автоматического заслона более 900с.

Проведённый анализ технических характеристик применяемых средств локализации взрывов показал:

- система АСВП-ЛВ по времени получения информации о воспламенении метановоздушной смеси превосходит сланцевые и водяные заслоны и практически не уступает по этому показателю системе СЛВА;
- время включения механизма, создающего взрывоподавляющее облако, в системе АСВП-ЛВ 15÷20мс, что на 0,5 порядка меньше, чем в системе СЛВА, и практически в 100 раз меньше времени начала опрокидывания полок сосудов сланцевых (водяных) заслонов;



- по времени формирования взрывоподавляющего облака и по общему времени его создания (до полного перекрытия сечения выработки) система АСВП-ЛВ в десятки раз превосходит по этому параметру сланцевые и водяные заслоны и в несколько раз - систему СЛВА;

- по чувствительности к воздействию взрыва (обнаружению последнего) система АСВП-ЛВ (минимальное давление срабатывания - 0,02МПа) значительно превосходит сланцевые и водяные заслоны (0,05÷0,07МПа). СЛВА не реагирует на ударновоздушную волну, сопровождающую взрыв метана и (или) угольной пыли, но имеет высокую чувствительность по обнаружению инфракрасного излучения от вспышек метана.

5. Заключение

По результатам проведённой экспертизы положений нормативно-правовых актов и нормативно-технических документов, а также результатов испытаний и технических характеристик применяемого оборудования для предотвращения распространения взрывов метана и (или) угольной пыли по сети горных выработок Федеральное государственное унитарное предприятие Национальный научный центр горного производства – Институт горного дела им. А.А. Скочинского сделал следующее заключение:

5.1. Согласно «Правил применения технических устройств на опасных производственных объектах», утверждённых постановлением Правительства Российской Федерации от 25.12.98 № 1540, с изменениями на 01.02.05 г. разрешение на применение конкретного вида (типа) технического устройства выдаёт Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору на основании результатов проведённых приёмочных испытаний и сертификата соответствия требованиям промышленной безопасности.

Условия и требования безопасной эксплуатации технического устройства указывает организация-изготовитель (поставщик) в технической документации на техническое устройство, предназначенное для применения на опасном производственном объекте.

5.2. Понятия «вспомогательный или основной взрыволокализирующий заслон» не относятся к техническому средству (сланцевый, водяной или автоматический заслоны). Эти понятия характеризуют место их установки и выполняемые функции.

Основной взрыволокализирующий заслон устанавливается на входе и выходе каждого вентиляционного района, а также во всех остальных выработках, соединяющих вентиляционные районы.

Вспомогательные взрыволокализирующие заслоны устанавливаются внутри вентиляционных районов. К ним могут относиться конвейерные выработки, наклонные горные выработки, горные выработки, оборудованные монорельсовым транспортом, очистные выработки и исходящие из них вентиляционные потоки, подготовительные выработки, проводимые по углю или по углю и породе и др.



5.3. В местах установки взрыволокализирующих заслонов должны проводиться мероприятия по предупреждению взрывов угольной пыли, основанные на применении инертной пыли, воды или воды и инертной пыли.

При установке сланцевых взрыволокализирующих заслонов для предупреждения взрывов угольной пыли в горной выработке должна производиться регулярно побелка или осланцевание выработок.

При установке водяных взрыволокализирующих заслонов для предупреждения взрывов угольной пыли в горной выработке должна производиться регулярно побелка выработок известковым раствором, либо обмывка водой (мокрая уборка пыли), связывание отложившейся пыли гигроскопическими смачивающе-связывающими составами, или с помощью непрерывно действующих туманообразующих завес.

При установке автоматических систем взрывоподавления – локализации взрывов типа АСВП-ЛВ (АСВП-ЛВ и АСВП-ЛВ.1М) в горной выработке регулярно должен применяться один из способов предупреждения взрывов угольной пыли, основанный либо на использовании воды (обмывка водой, связывание отложившейся пыли гигроскопическими смачивающе-связывающими составами, или с помощью непрерывно действующих туманообразующих завес), либо на использовании инертной пыли (побелка или осланцевание) – т.е. комбинированная пылевзрывозащита горных выработок.

5.4. Пункт 3.4. «Инструкции по предупреждению и локализации взрывов угольной пыли» (к «Правилам безопасности в угольных шахтах». Книга 3. 1999 г.) не предусматривает установку водяных, сланцевых и автоматических заслонов одновременно.

5.5. Применение пассивных взрыволокализирующих заслонов.

5.5.1. Сланцевые заслоны могут устанавливаться в подземных горных выработках в местах, где имеется вероятность возникновения взрывов метана и (или) угольной пыли со скоростями распространения фронта пламени от 120м/с до 230м/с, т.е. сланцевые заслоны могут применяться только для локализации слабых взрывов с отсутствием возможности дальнейшего развития динамического процесса до сильных взрывов.

Рекомендуемые места расстановки: подготовительные выработки, сопряжения горных выработок, в том числе на входе и выходе каждого вентиляционного района, а также во всех остальных выработках, соединяющие вентиляционные районы.

5.5.2. Водяные заслоны могут устанавливаться в подземных горных выработках в местах, где имеется вероятность возникновения взрыва метана и (или) угольной пыли со скоростями распространения фронта пламени от 120м/с до 280м/с, т.е. водяные заслоны могут применяться только для локализации слабых взрывов с отсутствием возможности дальнейшего развития динамического процесса до сильных взрывов.

Рекомендуемые места расстановки: подготовительные выработки, сопряжения горных выработок, в том числе на входе и выходе каждого вентиля-

ционного района, а также во всех остальных выработках, соединяющие вентиляционные районы.

5.5.3. Сланцевые и водяные заслоны из плёночных сосудов типа ПБС-1 могут устанавливаться в подземных горных выработках в местах, где имеется вероятность возникновения взрывов метана и (или) угольной пыли со скоростями распространения фронта пламени от 100м/с до 120м/с, т.е. для локализации начала слабых взрывов с отсутствием возможности дальнейшего развития динамического процесса слабых взрывов.

Рекомендуемые места расстановки: очистные выработки, забои подготовительных выработок, сопряжения горных выработок, в том числе на входе и выходе каждого вентиляционного района, а также во всех остальных выработках, соединяющих вентиляционные районы.

5.5.4. Пассивные взрыволокализирующие заслоны (сланцевые или водяные) не рекомендуется применять в подземных горных выработках с интенсивным пылеотложением, т.к. в этих условиях взрывы всегда переходят в сильные – со скоростью распространения фронта пламени до 1000 м/с.

5.5.5. Пассивные заслоны с пониженной нагрузкой и рассредоточенные заслоны не рассматриваются, так как применение их запрещено с внедрением автоматических систем в соответствии с п.297, третий абзац «ПБ 05-618-03».

5.5.6. Параметры пассивных взрыволокализирующих заслонов (сланцевых и водяных) основываются на экспериментальных исследованиях, выполненных в условиях, имитирующих горные выработки сечением менее $7,5\text{ м}^2$ без учёта интенсивности проветривания и пылеотложения в них. В последние годы резко изменились условия, определяющие мощность взрыва, а, следовательно, скорость распространения ударновоздушной волны и фронта пламени. Поэтому при выборе рациональных способов и средств локализации взрывов метана и (или) угольной пыли по сети горных выработок необходимо учитывать изменившиеся факторы, а проекты на строительство, реконструкцию и эксплуатацию шахт, разрабатывающих пласты, опасные по взрывам метана и (или) угольной пыли с обязательным разделом «Пылевзрывозащита шахты», должны проходить экспертизу промышленной безопасности в соответствии с п.36, п.40 и п.294 «ПБ 05-618-03».

5.6. Применение автоматических взрыволокализирующих заслонов (систем).

5.6.1. Автоматические системы типа СЛВА могут устанавливаться в подземных горных выработках в местах, где имеется вероятность горения или возникновения вспышек метана без перехода во взрыв в качестве вспомогательных взрыволокализирующих заслонов.

Автоматические системы типа СЛВА устанавливаются у потенциальных очагов возникновения взрывов метана и угольной пыли (забои подготовительных выработок, распрелпункты подготовительных и очистных забоев со штреками, пусковая аппаратура и электроприводы ленточных конвейеров и перегружателей, совокупности электрооборудования на исходящей струе воздуха).

5.6.2. Автоматические системы типа АСВП-ЛВ (АСВП-ЛВ и АСВП-ЛВ.1М) могут применяться в качестве основных или вспомогательных взрыво-локализирующих заслонов. При установке автоматических систем локализации взрывов метана или угольной пыли в качестве основных заслонов на шахтах, разрабатывающих пласты угля, опасные по взрывам пыли, в соответствии с требованиями пункта 3.4 Инструкции по предупреждению и локализации взрывов угольной пыли (1999 г.), должны осуществляться мероприятия по предупреждению и локализации взрывов пыли, т.е. должна применяться комбинированная пылевзрывозащита, основанная на использовании воды или инертной пыли.

Автоматические системы типа АСВП-ЛВ (АСВП-ЛВ и АСВП-ЛВ.1М) должны устанавливаться в подземных горных выработках в местах, где имеется вероятность возникновения взрыва метана и (или) угольной пыли со скоростями распространения фронта пламени для системы АСВП-ЛВ от 40м/с до 660м/с и для системы АСВП-ЛВ.1М от 40м/с до 1000м/с, т.е. для локализации начальной стадии взрыва, балансирующих взрывов, слабых взрывов, сильных взрывов и частично весьма сильных взрывов.

Рекомендуемые места расстановки: сопряжения лав с откаточным и вентиляционным штреками, сопряжения других горных выработок, забои подготовительных выработок, подготовительные горные выработки, горные выработки, оборудованные монорельсовым транспортом, конвейерные выработки, наклонные горные выработки с любым углом падения.

В подземных горных выработках с интенсивным пылеотложением целесообразно применять автоматические системы типа АСВП-ЛВ (АСВП-ЛВ, АСВП-ЛВ.1М), так как только эти системы способны локализовать сильные взрывы со скоростями распространения фронта пламени до 1000м/с.

Зав. лабораторией вентиляции и
борьбы с пылью ФГУП ННЦ ГП – ИГД
им. А.А. Скочинского, докт. техн. наук

 Г.А. Поздняков

Главный научный сотрудник лаборатории
вентиляции и борьбы с пылью
ФГУП ННЦ ГП – ИГД им. А.А. Скочинского,
докт. техн. наук, проф.

 И.Г. Ищук