

УДК 622.81

Ю.В. Горлов, А.Ю. Горлов

**ПРИНЦИПЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ ВЗРЫВОВ
ПЫЛЕМЕТАНОВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ
АВТОМАТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ В ГОРНЫХ
ВЫРАБОТКАХ**

Защита подземных горных выработок от взрывов метана и угольной пыли продолжает оставаться наиболее важной задачей в комплексе мероприятий по обеспечению безопасности работ горнорабочих при подземной добыче полезных ископаемых. Крупные техногенные катастрофы, произошедшие в последние годы на угольных шахтах угледобывающих стран тому подтверждение. По данным Ростехнадзора [1] на угледобывающих предприятиях Кузбасса с начала 2004 года за 9 месяцев допущено 11 групповых несчастных случаев, в которых пострадало 116 человек, в том числе смертельно травмировано 58 человек. Из них при взрывах метана в угольных шахтах погибло 54 человека.

Общая модель формирования и локализации аварийной ситуации, связанной с взрывом метана и угольной пыли включает в себя три блока – блок формирования взрывчатой среды в шахтной атмосфере и блок формирования источника воспламенения [2] и блок локализации взрыва. Соответственно можно выделить три принципа защиты при взрывах горных выработок от взрывов пылеметановоздушных смесей.

Первый, важнейший принцип, лежащий в основе наиболее радикального решения проблемы пожара - и взрывобезопасности, состоит в исключении возможного образования горючих сред. Он охватывает такие мероприятия, как внедрение более прогрессивных технологий добычи полезного ископаемого, сводящих к минимуму его потери;

замена горючих материалов негорючими материалами; пылеподавление; организация такого режима проветривания горных выработок, который исключал бы образование взрывоопасных скоплений метана и т.д.

Однако в условиях существующей технологии разработки угольных месторождений нельзя гарантировать полную безопасность работ в рамках реализации первого принципа. Например, не всегда возможно предотвратить внезапные выбросы угля и газа или аварийные отключения электроэнергии, влекущие за собой остановку вентиляторов местного проветривания. Наконец, сам добываемый уголь является горючим материалом. Поэтому в угольной промышленности обязательно осуществляется целый комплекс мероприятий, базирующийся на втором принципе: предотвращение возникновения тепловых импульсов, способных инициировать горение твердых материалов или поджечь случайно образовавшуюся взрывчатую среду. Помимо открытого пламени, такие импульсы поджигания создают электрические разряды, нагретые твердые тела, ударные волны и т.д. Вследствие этого в шахтах, опасных по газу и пыли, применяются только взрывобезопасное электрооборудование, проводится строгое регламентирование буровзрывных и сварочных работ, осуществляется систематический контроль за состоянием работы всех шахтных механизмов и машин.

К сожалению, специфика горных работ не в состоянии полностью исключить об-

разование пожаров и взрывоопасной среды и появление импульсов, способных поджечь её. В этих случаях безопасность технологических процессов обеспечивается в рамках третьего принципа. Он сводится к применению специального оборудования и установок автоматического пожаротушения, способных локализовать или подавить возникший очаг горения или взрыва в пределах данной горной выработки или её части. Сюда относятся взрыволокализирующие заслоны (сланцевые и водяные заслоны, а также автоматические системы взрывоподавления -локализации взрывов).

Как известно, целью локализации взрывов метана и (или) угольной пыли в подземных горных выработках является максимально возможное ограничение области распространения по сети горных выработок фронта пламени, чтобы не допустить развитие процесса во взрыв пылеметановоздушной смеси переходящий в лавинообразный мощный взрыв с вовлечением в него все новых масс горючей пыли, поднимаемой проходящей ударной воздушной волной (УВВ).

В настоящее время эта цель достигается использованием способа пылевзрывозащиты горных выработок, подлежащих осланцеванию или побелке – установкой сланцевых заслонов, а в обводнённых выработках, в которых имеется капёж и в которых применяется гидропылевзрывозащита – водяных заслонов. Эти заслоны (сланцевые или водяные) срабатывают от ударной волны образованной в результате взрыва метановоздушной смеси и (или) угольной пыли и должны предотвращать распространение дальнейших взрывов по сети горных выработок.

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

- полный перевод всей массы инертной пыли (воды) во взвешенное состояние;
- сохранение инертной пыли (воды) во взвешенном состоянии до момента прихода фронта пламени.

Дальнейшее повышение эффективности локализации взрывов метановоздушной смеси (МВС) и угольной пыли в подземных выработках угольных шахт ограничено принципиальными возможностями применяемых в настоящее время технических средств. В взрыволокализирующих заслонах сланцевая пыль флегматизирует только угольную пыль, но не создает на пути распространения пламени пламегасящей среды, поэтому метан, который может находиться в куполах и пустотах за крепью, не ингибируется и продолжает участвовать в горении и взрыве. Результаты исследований, а также продолжающиеся случаи взрывов пыли все больше убеждают специалистов в том, что вопрос пылевзрывозащиты на угольных шахтах окончательно не решен. Существующие способы и средства предупреждения взрывов МВС и угольной пыли полностью не гарантируют предотвращение таких катастроф. Кроме того, принцип действия применяемых заслонов имеет пассивный характер и их скорость срабатывания несравнима с динамикой распространения фронта пламени по горным выработкам. Как известно, скорость распространения фронта пламени по горным выработкам при взрывах метана и угольной пыли изменяется в широких пределах от 40÷340 м/с для слабых взрывов и до 1000÷2500 м/с для весьма сильных и детонационных взрывов, при этом скорость распространения воздушно-ударной волны не может быть менее скорости звука, составляющей 340 м/с, а для наиболее сильных взрывов детонационного типа лишь незначительно превышает скорость распространения фронта пламени или равна ей, например для стехиометрических МВС она составляет 1740 м/с.

Перспективным путем повышения безопасности работ в угольных шахтах

является создание автоматических систем взрывозащиты. В общем случае исследования, проводимые в этом направлении, решали две задачи – обнаружение очага воспламенения и создания вокруг него пламегасящей среды.

Условия работы системы автоматической взрывозащиты горных выработок при взрывных работах характеризуют следующие особенности:

- незамкнутость объекта защиты (горной выработки), наличие технологической и аэродинамической связи с другими объектами (забоями), в которых в момент взрыва могут находиться люди;

- большая протяженность горной выработки, наличие в ней куполов и пустот за крепью, в которых возможно образование взрывоопасной смеси;

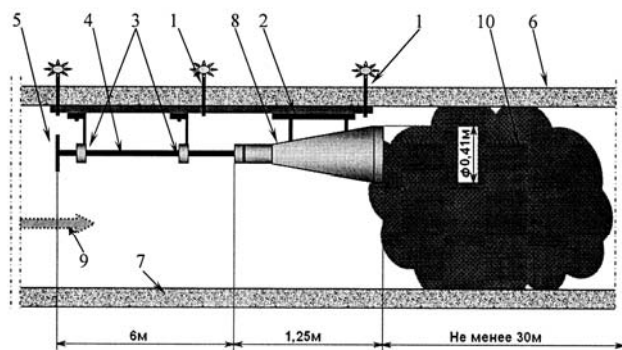
- наличие в атмосфере горных выработок, кроме газообразной взрывчатой смеси, значительного количества взрывоопасной угольной пыли;

- источник воспламенения взрывоопасной среды - инициирует воспламенение с начальными скоростями от нескольких сантиметров в секунду в зависимости от условия возникновения воспламенения[3].

Перечисленные особенности определили выбор способа обнаружения воспламенения и режим его подавления. Выполненные до настоящего времени разработки, учитывая высокую динамику процесса взрыва МВС, для обнаружения воспламенения метана применяют, как правило, оптические методы регистрации ИК-излучения. Режим подавления осуществляется созданием пламегасящей среды путем распыления пламегасителя одним из трех способов: энергией сжатого воздуха, срабатыванием пиропатрона или инициированием взрыва заряда ВВ. Однако существующие разработки не нашли широкого применения поскольку используемые в них оптические датчики имеют узкий сектор обзора, низкую избирательность, требуют дополнительных источников питания и мало приспособлены к работе в

запыленной атмосфере. Пиропатроны создают давление газа для распыления пламегасящего порошка с большой инерционностью, заряды ВВ сами по себе опасны и требуют формирования импульса для инициирования их взрыва, получить требуемое быстродействие систем, работающих на сжатом воздухе, исследователям не удалось.

Проанализировав результаты разработок автоматических систем локализации взрывов метана и угольной пыли в ЗАО «Межведомственная комиссия по взрывному делу при Академии горных наук» при разработке средств взрывозащиты были выбраны следующие принципы. Автоматическая система должна реагировать на механический импульс от УВВ, формируемой при вспышках (взрывах) метана; распыление пламегасителя (пламегасящего порошка) от энергии сжатого воздуха, затвор которого должен иметь высокое быстродействие. При этом главная задача состояла в создании предохранительной пламегасящей среды не в очаге воспламенения, а на пути распространения фронта пламени, чтобы не допустить развития взрыва метана во взрыв угольной пыли. Поскольку вовлечение в процесс большого количества горючей пыли, если его не остановить, может лавинообразно переходить во все более мощные взрывы пыле-метановоздушной смеси переходящие в конечном итоге в детонационный взрыв с огромной разрушающей силой. Основываясь на выбранном принципе, в результате проведенных исследований была разработана автоматическая система взрывоподавления – локализации взрывов (АСВП-ЛВ). Система АСВП-ЛВ прошла все стадии НИОКР, начиная от макетного образца и заканчивая изготовлением и испытанием промышленной партии. В настоящее время система АСВП-ЛВ допущена к применению в угольных шахтах в качестве основного или вспомогательного взрыволокализирующего заслона (разрешение ФСТН № РС ВА-12688 от 17.06.2004 г.).



Автоматическая система АСВП-ЛВ относится к устройствам локализации взрыва метановоздушной смеси и (или) угольной пыли, которые ликвидируют распространение фронта пламени по сети горных выработок шахты при взрывах метана и (или) угольной пыли и предназначена для применения на шахтах опасных по газу и разрабатывающих угольные пласты опасные по взрывам пыли.

Автоматическая система АСВП-ЛВ включает:

а) устройство локализации взрыва (УЛВ) – устройство, распыляющее пламегасящий порошок и создающее пламегасящий заслон в виде облака пламегасящего порошка во взвешенном состоянии в подземной горной выработке;

б) автономное командное устройство (АКУ) – устройство, обеспечивающее срабатывание УЛВ.

Рабочее давление сжатого воздуха в рабочей полости УЛВ – 12 МПа. Инерционность срабатывания системы - 15 мс. Длина создаваемого заслона (облака) пламегасящей среды не менее 30 м. Масса системы не более 76 кг.

Система АСВП-ЛВ укомплектована подвесками и supports для крепления её на элементах крепи под кровлей горной выработки.

Соответствующая принципиальная схема установки в горной выработке с использованием анкерного крепления и габаритные размеры АСВП-ЛВ показана на рисунке, где 1 - анкерное крепление; 2 –

подвеска; 3 – поддержки; 4 – выносные штанги; 5 – приёмный щит; 6 – кровля выработки; 7 – почва выработки; 8 – устройство локализации взрыва (УЛВ); 9 – направление распространения взрыва (фронтов ударно-воздушной волны и пламени).

Система АСВП-ЛВ работает в ждущем режиме. В результате воздействия силой ударного действия от избы-

точного давления на фронте ударно-воздушной волны, образованной в результате взрыва метановоздушной смеси и (или) угольной пыли, на приёмный щит АКУ, приёмный щит через выносные штанги передаёт механический импульс на устройство срабатывания УЛВ. После срабатывания этого устройства сжатый под большим давлением воздух, находящийся в рабочей полости УЛВ, через выхлопные отверстия рабочей полости поступает в импульсном режиме в промежуточную камеру и бункер УЛВ, 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 пламегасящий заслон, в виде облака пламегасящего порошка во взвешенном состоянии, длиной не менее 30 м. Этот заслон ликвидирует подошедший фронт пламени (гасит его) и прекращает (локализует) процесс распространения взрывов по сети горных выработок.

В настоящее время автоматические системы АСВП-ЛВ выпускаются серийно по заказам угледобывающих предприятий ЗАО «Межведомственная комиссия по взрывному делу при Академии горных наук». ФГУП «Научным центром по безопасности работ в угольной промышленности ВОСТНИИ» на автоматическую систему взрывоподавления – локализации взрывов АСВП-ЛВ выдан

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аварийность* и травматизм на угольных предприятиях Кузбасса в 2001-2004 гг. «Информационный бюллетень», №1, октябрь 2004 г., Кузнецкое Управление Ростехнадзора, с.3-6.
2. Горлов Ю.В., Джигрин А.В., Измалков А.В., Ткаченко С.В. Риск-анализ чрезвычайных ситуаций, связанных со взрывами метана и угольной пыли в шахтах. – М., ФГУП ННЦ ГП – ИГД им. А.А. Скочинского. 2002. – 38 с.
3. *Взрывные* работы в опасных условиях угольных шахт/Б.Н. Кутузов, А.Ю. Бутуков, Б.И. Вайнштейн и др. М., Недра, 1979. 373 с.

Коротко об авторах

Горлов Ю.В. – кандидат технических наук, ЗАО «МВК по ВД при АГН»,
Горлов А.Ю. – аспирант, Московский государственный горный университет.

ДИССЕРТАЦИИ

**ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ
ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ**

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
ДАВЫДОВА Нина Викторовна	Обоснование технологии ремонта скважин подземных резервуаров концентрированным раствором хлористого натрия	25.00.22	к.т.н.
ИЦКОВ Яков Юрьевич	Экономическое обоснование производственной мощности предприятий по добыче коксующихся углей	08.00.05	к.э.н.
КУЛЕЦКИЙ Леонид Владименович	Обоснование и выбор режимных параметров диспергатора для получения стойких высокодисперсных эмульсий	05.05.06	к.т.н.

