

УДК 622.817

Ю.В. КУДИНОВ, д-р. техн. наук, зав. отд., МакНИИ, г. Макеевка,
А.И. ЛЕПИХОВ, доц. кафедры, КИСумГУ, г. Конотоп,
Р.Н. НОВИКОВ, науч. сотрудник, МакНИИ, г. Макеевка

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЛОКАЛИЗАЦИИ ВЗРЫВОВ КВПШ.1

Проанализированы существующие автоматические системы локализации взрывов метано-пылевоздушных смесей. Показаны недостатки систем различных типов, намечены пути создания систем нового поколения, лишенных приведенных недостатков.

Ключевые слова: взрыв, давление, ингибитор, локализация, метан, пламя, фотоприемник, шахта.

В угледобывающей промышленности имеется немало печальных примеров катастрофических взрывов метана с массовыми человеческими жертвами. Разрабатываемые угольные месторождения в Украине, особенно на Донбассе, характеризуются самыми неблагоприятными условиями по тяжести и опасности из всех известных бассейнов угледобывающих стран. Это характеризуется тем, что из 160 шахт около 90% являются газовыми по метану, 60% - опасные по взрывам угольной пыли, 45% шахтопластов, склонных к газодинамическим явлениям (ГДЯ), 25% - к самовозгоранию угля. Средняя глубина разработки превышает 720 м., 33 шахты работают на глубинах свыше 1000 м. Срок службы более половины шахт превышает 50 лет без реконструкции и со сложными вентиляционными сетями, с тремя и более ступенями подземного транспорта. За период с 1990 по 2008 гг. произошло 26 аварий, которые относятся к первой категории (при 5 и более погибших человек). Эти аварии произошли, в основном, при взрыве метановоздушной смеси и угольной пыли, в которых погибло 738 человек и около 300 тяжело травмировано.

Все аварии, связанные с ГДЯ, по характеру протекания распределяются следующим образом: вспышки - 75%, взрывы - 25%.

До настоящего времени для взрывозащиты сети горных выработок в мировой практике широко применяются так называемые пассивные водяные и сланцевые заслоны, срабатывающие под воздействием ударной волны взрыва. Такие заслоны довольно громоздкие, способны гасить взрывы лишь на значительном расстоянии от очага, что не исключает травмирова-

ние рабочих и порчу оборудования, находящегося в пределах аварийного участка выработки. Кроме того, при малой интенсивности ударной волны вспышек и взрывов метановоздушной смеси, а также загораний метана в слоевых скоплениях и в куполах, пассивные заслоны не обеспечивают надежную их локализацию.

Обеспечить надежную взрывобезопасность персонала шахт по всей сети горных выработок можно путем гашения вспышек метана непосредственно в зоне очагов. Для этого требуется разработка специальных средств с принудительной подачей гасящего материала в очаг вспышки (взрыва) в момент его возникновения. Над созданием таких средств работают ученые ряда стран.

В ЦНИИ химии и механики (ЦНИИХМ) г. Москва в рамках конверсионной программы разработали комплекс автоматического предотвращения аварийных ситуаций (КАПАС).

Комплекс состоит из двухканального датчика пламени, фиксирующего динамически развивающиеся процессы, взрывоподавляющего устройства, состоящего из контейнера с порошкообразным ингибитором и энергетического узла, соединённых в одно целое.

Взрывоподавляющее устройство позволяет практически мгновенно (время меньше 0,1 сек.) подавить взрыв на самой первичной его стадии, когда только что произошло возгорание метановоздушной смеси и не наступил процесс перехода горения во взрыв.

Комплекс устанавливается стационарно на крепи горных выработок, а также на передвижных устройствах на монорельсе или проходческих и транспортных агрегатах.

Был изготовлен опытный образец комплекса, который прошёл испытание с положительными результатами в РКК "Энергия" при гашении бензино-воздушных смесей и в ВостНИИ в условиях, имитирующих проходческий забой угольной шахты. Основные технические характеристики комплекса: защищаемый объем - 200м³, габариты - 1,0x0,7x0,4 м, масса - 100 кг. Серийное производство комплекса налажено не было.

В настоящее время в шахтах России и Украины применяются автоматические системы подавления взрывов АСВП-ЛВ и СЛВА [1].

Система АСВП-ЛВ состоит из устройства локализации взрыва и автономного командного устройства (рис. 1).

Основные недостатки данной системы:

- возможность отказов системы при "тихом" взрыве;
- несанкционированное срабатывание системы вследствие механического воздействия на нее;
- неполный выброс порошка из бункера;

- возможность прогиба выдвинутой штанги и приемного щита, что может привести к отказу системы.

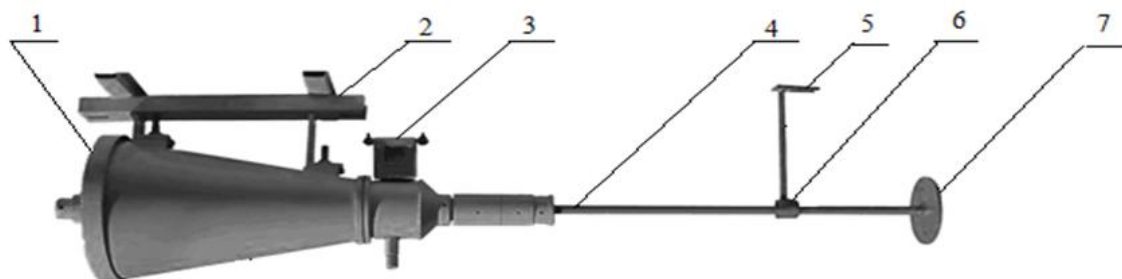


Рис. 1. Автоматическая система взрывоподавления АСВП – ЛВ:

1 - устройство локализации взрыва; 2 - подвеска; 3 - манометр; 4 - выносная штанга; 5 - анкерная крепь; 6 - поддержка; 7 - приемный щит.

Система СЛВА предназначена для подавления взрывов метана и угольной пыли на начальной стадии их возникновения в горных выработках угольных шахт путем подачи пламегасящего вещества в зону очага воспламенения [2]. Система состоит из устройства подавления взрыва (УПВ), датчика пламени и блока сопряжения с пускателем (рис. 2). СЛВА устанавливается в местах наиболее вероятного возникновения взрывов. Контроль работоспособности датчика пламени и устройства подавления взрыва осуществляется с помощью местной индикации.

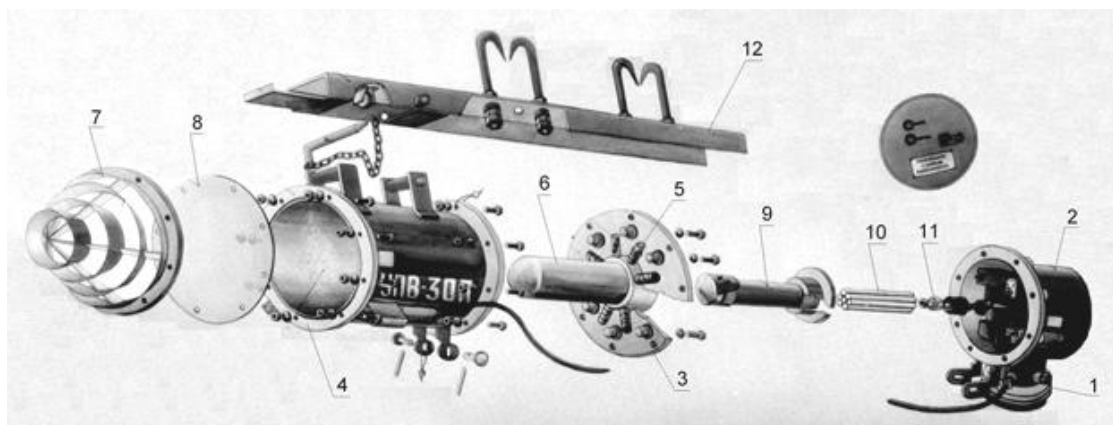


Рис. 2. Устройство взрывоподавляющее системы СЛВА:

1 - камера вводов; 2 - клеммник; 3 - основание; 4 - контейнер; 5 - турбулизирующие патрубки; 6 - успокоительная камера; 7 - распылитель; 8 - диафрагма; 9 - камера сгорания; 10 - газогенерирующий заряд; 11- пиропатрон, 12 - подвеска.

При эксплуатации СЛВА в шахтах были обнаружены следующие недостатки:

- отсутствие в конструкции устройства подавления взрыва защиты, предотвращающей попадание между отклоняющимися решетками диффузора твердых частиц; выброс этих частиц (кусков) при срабатывании устройства подавления взрыва может привести к травмированию людей;

- конструкция взрывоподавляющего устройства не устраняет образование в рабочем положении полости в верхней части контейнера, через которую выбрасываются продукты сгорания газогенерирующего заряда, что не обеспечивает равномерность истечения порошка из контейнера, отсутствие прорыва продуктов сгорания, опережение струи газов и полную выброса ингибитора из контейнера.

- конструкция газогенерирующего заряда допускает неправильную сборку при перезарядке УПВ, что приводит к отказам при срабатывании;

- срок службы заряда из-за слабой защиты от влаги всего один год, что увеличивает стоимость работ по обслуживанию системы;

- отсутствует индикация наличия ингибитора в УВП;

- возможность ошибочного срабатывания датчика пламени при неправильном подключении или замыкании жил кабеля;

- отсутствие контроля запыленности окна датчика;

- система не гасит уже развившиеся взрывы и одинаково реагирует на пожар и взрыв в выработке.

Система СЛВА была разработана свыше 20 лет тому назад и с этого времени не модернизировалась. Многие технические решения, заложенные в конструкцию, к настоящему времени устарели.

Цель работы – информирование специалистов о новых разработках автоматических систем взрывозащиты.

На основании детального изучения и критического анализа работ в этой области, определены задачи для создания автоматической системы, обеспечивающей:

- технологичность, т.е. простоту в эксплуатации, не ограничивающую выполнение основных процессов угледобычи,

- безопасность при ее эксплуатации работающего персонала, оказавшегося в зоне выброса пламегасящего материала, т.е., в очаге взрыва (вспышки) метана и угольной пыли,

- эффективное гашение взрывов или вспышек метана и угольной пыли в начальной стадии их возникновения от любого возможного источника воспламенения.

Проведен большой объем экспериментальных исследований по изучению процесса возникновения и развития взрыва (вспышки) в начальной стадии, определены временные параметры процессов. Это позволило установить основные необходимые параметры разрабатываемой системы, обеспечивающие ее высокую надежность и эффективность.

В результате совместных усилий МакНИИ и КИСумГУ создан ряд экспериментальных образцов составных частей системы: датчиков пламени и взрывоподавляющих устройств, обеспечивающих обработку необходимой информации. Детальное исследование этих образцов в лабораторных и полигонных условиях, в опытных штольнях и на действующих шахтах позволило отработать конструкцию системы взрывозащиты нового поколения.

Комплекс взрывоподавляющий пневматический шахтный КВПШ.1 состоит из бункера для хранения ингибирующего порошка массой до 30кг., баллона высокого давления, рассчитанного для хранения сжатого воздуха, мембраны, выполненной из легкоразрушаемого материала, электродетонатора мгновенного действия, используемого для разрушения мембраны, датчиков пламени, блока управления и блока сопряжения с пускателем.

Использование распылителя из соосных конических колец, устанавливаемых на выходе из контейнера с огнетушащим порошком, позволяет более равномерно распределять порошок по сечению выработки и уменьшить величину ударной волны выбрасываемого газа.

В качестве распыляющего газа используется азот или воздух, которые при указанном давлении могут обеспечить зону распыления до 35м. Давление сжатого газа принято из имеющегося международного опыта создания таких систем равным 120-150 атм.

В блоке управления располагается контроллер, работающий как от резервного источника питания (время работы не менее 24 ч), так и от внешнего источника, при напряжении, равном 36 В. Контроллер принимает сигналы от двух датчиков пламени и выдает сигнал на включение электродетонатора (рис. 3).

Датчик пламени (рис. 4) обнаруживает ИК - излучение воспламенившейся смеси и выдает сигнал на срабатывание взрывоподавляющего устройства в зависимости от скорости распространения пламени.

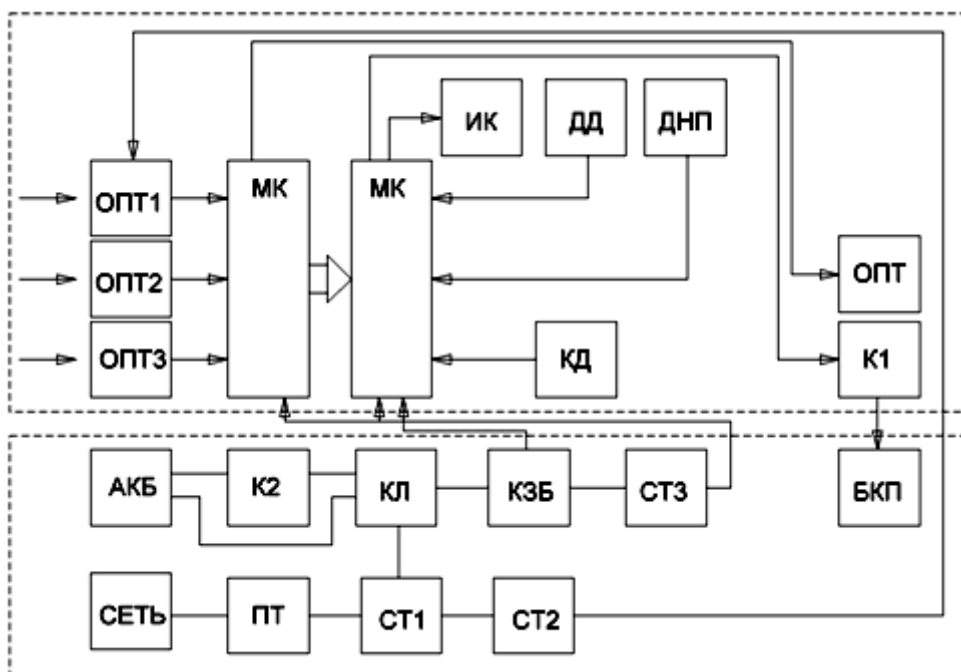


Рис. 3. Функциональная схема контроллера блока управления:

ОПТ1, ОПТ2, ОПТ3 – входы/выходы с оптронной развязкой; МК- микропроцессор; АКБ - аккумулятор; КЛ - ключ; КЗБ - контроль заряда аккумулятора; БКП - блок конденсаторный пусковой; ПТ - преобразователь АС/ДС; СТ1 - стабилизатор напряжения 3,6В; СТ2 - стабилизатор напряжения 3,0 В; СТ2 - стабилизатор напряжения 12В; СТ3 - стабилизатор напряжения 3,0 В; К1,К2 - компараторы; ДД - датчик давления; ДНП - датчик наличия ингибитора; КЗК - контроль доступа; ИК - инфракрасный порт.



Рис. 4. Датчик пламени

Чувствительность датчика пламени такова, что он реагирует на ядро пламени диаметром 0,6 м с расстояния 10 м. Датчик не реагирует на источники рудничного освещения (головные светильники, фары электровоза и других машин). На рис. 5 приведена функциональная схема датчика пламени.

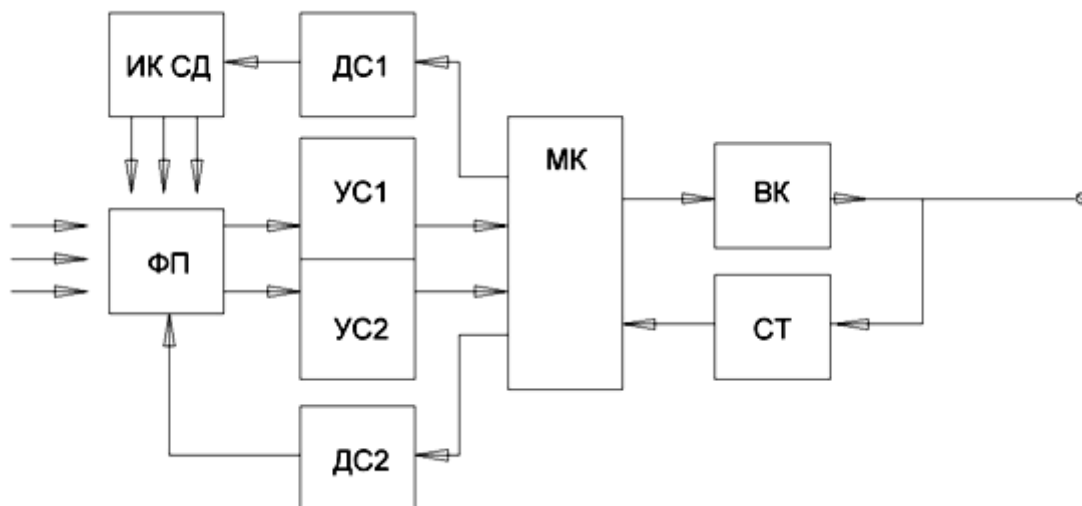


Рис. 5. Функциональная схема датчика пламени:

ФП - фотоприемник; УС1, УС2 – усилители; МК – микропроцессор; ВК – ключ; СТ – стабилизатор напряжения; ИК СД – инфракрасный светодиод; ДС1, ДС2 – драйверы светодиодов.

Область применения КВПШ.1 не ограничивается только горными выработками угольных шахт, они могут применяться также и для локализации взрывов в других подземных сооружениях и помещениях (в туннелях, рудниках, на газоперекачивающих станциях, в системах вентиляции, в метрополитене, на деревоперерабатывающих, мукомольных, лакокрасочных и других предприятиях, газо-, нефте- и спиртохранилищах и т.п. объектах).

ВЫВОДЫ

Конструктивные особенности комплекса обеспечивают повышения безопасности производственного процесса путем подавление очагов воспламенения практически мгновенно, что предотвращает переход вспышек во взрыв и распространение пламени по производственным площадям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джигрин А. В., Горлов Ю. В., Горлов К. В., Чигрин В. Д. Автоматическая система взрывоподавления – локализации взрывов метановоздушной смеси и угольной пыли // Безопасность труда в промышленности. – 2004. – № 10. – С. 13-15.

2. Система локализации взрывов автоматическая СЛВА: Руководство по эксплуатации. 1811.00.00000РЭ. – Конотоп, 1998 г. – 46 с.

Получено: 28.11.2013

Проаналізовано існуючі автоматичні системи локалізації вибухів метано-пилоповітряних сумішей. Показано недоліки систем різних типів, намічено шляхи створення систем нового покоління, позбавлених приведених недоліків.

Ключові слова: вибух, тиск, інгібітор, локалізація, метан, полум'я, фотоприймач, шахта.

The existing system of automatic localization explosions of methane dusty mixtures has been analyzed. The disadvantages of different systems types have been shown, the ways of creation of next generation, deprived of the above deficiencies have been planned.

Keywords: explosion, pressure, inhibitor, localization, methane, the flame photodetector, mine.