

В. Д. ЗАХМАТОВ, доктор техн. наук (ИТГИП НАН Украины)

В. З. БРЮМ, инж. (Петровский завод угольного машиностроения)

Ю. Ю. МОРГУНОВ, инж. (Петровский завод угольного машиностроения)

О. А. КРЯЖИЧ, аспирант (ИТГИП НАН Украины)

Подсистема исполнительных устройств быстрой ликвидации последствий для УТАС

Более чем на 30 шахтах Украины внедрена и успешно работает наиболее передовая и совершенная система унифицированного телекоммуникационного автоматизированного управления (УТАС) шахтой. УТАС осуществляет наблюдение за всеми основными участками объекта, контролирует процесс работы и управляет системами, прямо или косвенно обеспечивающими безопасность.

Системы безопасности первого поколения для угольных шахт состояли из датчиков, фиксирующих наличие взрывоопасной концентрации метановоздушных сред на особо угрожаемых участках, опасных по газу и пыли. От датчиков информация передавалась на диспетчерский пункт, где фиксировалась на самописцах. На основе анализа информации диспетчер или руководство шахты вырабатывали решение по изменению режима работы или остановки участка, а также эвакуации людей.

Этот порядок принятия решений требовал много времени и в большинстве аварийных ситуаций не позволял своевременно изменить режим работы предприятия, остановить работу на угрожаемом участке и эвакуировать шахтеров. Система только фиксировала ситуацию, но не обеспечивала эффективную обратную связь и не позволяла вовремя принять и тем более осуществить меры по локализации и ликвидации опасной ситуации и спасению людей. Например, трагедия на шахте «Украина», где погибло более 20 шахтеров, произошла потому, что диспетчер не успел оценить сложившуюся предаварийную ситуацию и дать команду на вывод людей из опасной зоны.

Первые варианты второго поколения систем безопасности предусматривали размещение датчиков, фиксирующих содержание метана, кислорода, температуру воздуха на разных участках шахты и температуру подшипниковых узлов на конвейер-

ных лентах. Кроме того, обеспечивали сбор информации на всех участках, суммирование, системный анализ и передачу ее на диспетчерский пункт, сокращая время на принятие решений и их передачу на участки, где требовалось изменить режим работы вплоть до прекращения и вывода шахтеров из опасной зоны. Однако в этом варианте использованы не все потенциальные возможности УТАС, предоставляемые современным развитием электроники, поэтому система только снижала количество аварий, устраняя их причины, но не позволяла добиться максимально возможного уровня безопасности путем активной ликвидации последствий уже случившейся аварии, предотвращая развитие этих последствий в катастрофу.

Предлагается дальнейшее развитие системы УТАС, охватывающей наземные службы шахты, ствол, очистные и проходческие участки, забои, лавы и необходимое оборудование требуемыми датчиками, которые фиксируют функционирование предприятия с необходимой полнотой, осуществляющей анализ собранных данных, обоснование, выбор и своевременную реализацию оптимального управления горными машинами, технологическими комплексами и подсистемами активной защиты.

В настоящее время УТАС состоит из разветвленной сети датчиков, охватывает все важные участки – поверхностный комплекс, ствол, забои, лавы, очистные и проходческие участки, подъемные установки. В частности, датчики фиксируют следующие текущие параметры процесса работы: токи нагрузки электродвигателей; газопылевой, объемный составы шахтной среды (диоксид углерода, сероводород, водород, кислород, тяжелые углеводороды, угольная пыль); разницу давлений в системах с жидкостями и газами, скорость и давление потока воздуха в вентиляционных каналах, штреках,

туннелях, вытяжных трубах; влажность; температуру воздуха в шахте, температуру подшипников редукторов, барабанов, корпуса и обмоток электродвигателей, колодок тормоза, масла редукторов, жидкости в трубопроводах, резервуарах; уровень жидкости в резервуарах и емкостях; положение вентиляционных дверей, защитных ограждений; вибрации; скорость проскальзывания ленты конвейеров; положение подвижных объектов; блоки питания; излучения от пламени возникших пожаров.

Данная информация анализируется аналоговыми устройствами – для приема информации на местах установки оборудования в шахтах и контроля его технологических параметров. Программируемый контроллер принимает и обрабатывает сигналы от датчиков и дискретных сигнализаторов, формируя управляющие воздействия в соответствии с заданными настройками. Контроллер осуществляет двухсторонний обмен с поверхностным вычислительным комплексом и принимает от него оперативные решения по реализации активной защиты с помощью сети исполнительных устройств импульсного, универсального распыления огнетушащих составов и инертных природных материалов, например шахтной пыли, которую размещают на легкопрокидывающихся полках для останова и гашения взрывной волны объемного газовоздушного или газопылевого взрыва.

От поверхностного вычислительного комплекса на подземный контроллер решения поступают в виде алгоритмов срабатывания исполнительных устройств и модулей и передачи выбранного алгоритма на подсистемы исполнительных устройств и многоствольных модулей, осуществляющих гибкорегулируемое распыление пожаротушащих, взрывопредотвращающих, пылеосаждающих составов или шахтных инертных пылей.

Современную структуру УТАС составляют системы технических средств (ТС), расположенных на поверхности и под землей. Средства, размещенные на поверхности, включают устройства обеспечения искробезопасной связи поверхностного вычислительного комплекса (ПВК) с подземным оборудованием. Комплекс принимает информацию от подземных устройств, анализирует и проводит системный анализ показаний датчиков, демонстрируя на дисплеях многоплановое состояние любого участка и шахты в целом, давая анализ показаний датчиков в виде фиксации выхода параметров за допустимые пределы, заложенные в памяти компью-

тера системы, анализируя параметры и выдавая рекомендации по принятию управленческих решений на участках и шахте в целом. Система гибко реагирует на команды, предлагая и самостоятельно осуществляя при необходимости неотложных действий полностью или поэтапно оптимальный вариант решения, показывает ошибочные указания диспетчера, не реализуя их [1, 2].

Решения по активной защите осуществляются как срабатывание по меньшей мере одного импульсного исполнительного устройства или залпового срабатывания не менее двух устройств, или серии залпов с регулированием параметров воздействия: масштаба, мощности, вида, длительности, кратности, а также одновременным изменением режимов работы защищаемого и соседних технологических участков в зависимости от текущего развития процессов локализации и ликвидации последствий аварийной ситуации [3].

В состав УТАС входят также подсистемы ликвидации предаварийных ситуаций путем управления: составом воздушной среды шахты и дегазации, вентиляторами главного проветривания, транспортной цепочкой (конвейеры, бункеры, питатели от забоя до ствола шахты), вентиляторами местного проветривания, добычными и проходческими комплексами, высоковольтными распределительными устройствами, установками главного водоотлива, импульсными, стационарными распылительными устройствами и многоствольными модулями для тушения возгораний, пожаров, предотвращения, локализации и подавления взрывов газо- и пылевоздушных облаков, осаждения пыли и фиксации отложений пыли, поверхностными объектами, технологическим комплексом погрузки угля.

Подсистема безопасности включает различные исполнительные устройства и модули, а также команду быстрого реагирования, оснащенную уникальными импульсно-распылительными ручными устройствами, многоствольными модулями на ручных тележках, использующую многоствольные модули (на шасси шахтных вагонеток), постоянно находящиеся в шахте [3, 4], а также ручные дальнобойные распылители, размещаемые вдоль конвейерной ленты через 100 – 200 м и постоянно готовые к действию. Тушение осуществляется сразу после того, как шахтер взял распылитель в руки и прицелился, без дополнительной подготовки распылителя – необходимо только снять предохранитель и нажать на курок. Время распыления и тушения как правило укладывается в 1 – 2 с.

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

Переносной импульсный универсальный распылитель различных огнетушащих составов ПРИВ-1 (рис. 1) демонстрировался на выставке «Безопасность-2012» (стенд Петровского завода угольного машиностроения). Его конструкция разработана в ГП «ГосККБ«Луч» (Киев), промышленное производство налаживается на Петровском заводе угольного машиностроения (Донецк).

Импульсный распылитель предназначен для: тонкодисперсного распыления жидкостей и гелей в радиусе до 12 м в целях тушения горящих твердых материалов. Впервые одним распылением за 1 с тушится очаг 0,1 А горящего дерева площадью 1,1 м² после 6 мин свободного горения (рис. 2);

осаждения и дезактивации токсичного непрозрачного дыма или пыли, создания теплозащитных завес в подземных выработках;

распыления сорбентов на расстояние до 10 м в случае локализации разливов нефтепродуктов и других активных жидкостей, а также распыления гелей на расстояние до 15 м для локализации взрывоопасной угольной пыли;

непрерывного тушения пожаров экологически чистыми природными материалами – песком, грязной водой, грунтом, грязью с дистанции до 25 м по горизонтали и до 14 м в высоту – на поверхностных сооружениях шахты, пылью шахтной породы, водой в подземных выработках – с дистанций до 15 м.

Эксплуатационные характеристики: масса – 5,6 кг в заряженном состоянии; комплектуется рюкзаком с 10 контейнерами общей массой 11 кг; перезарядка за 3 – 5 с контейнерами в виде однолит-



Рис. 1. Универсальный распылитель огнетушащих составов ПРИВ-1 на выставке «Безопасность-2012».

ровых пластиковых легких бутылок, содержащих распылительные патроны (холостые), огнетушащие жидкости, гели, пенообразователи, порошки и разные природные материалы; безопасен при эксплуатации; высока эффективность, стабильность и безотказность работы при температурах от –40 до +40 °С, при влажности, запыленности, загрязнении.



Рис. 2. Тушение модельного очага горящего дерева на сертификационных испытаниях распылением 1 л воды за 1 с с дистанции 3 м.



БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

Параметры огнетушителей	Традиционные		Импульсно-пневматические					Импульсно-патронные		
	ОП10	ОВ-9	IFEX-3012 (Германия)	TSIS (США)	ГИРС	ЗУРО	«Игла»	АКМ	ПРИВ-01 Z-pulse Tech (Украина)	
	Украина				Россия					
Масса общая, кг	17,5	16	19,5	18	24	8,5	23	25	5,5 + 11 (10 контейнеров)	
Дальность тушения, м	2	3	1 – 1,5	1,5 – 2	3	2 – 3	4 – 5	3	10 – 12	
Скорость тушения, м ² /с	0,2	0,25	1	1	0,8	0,4	0,8	0,4	2 – 6	
Площадь тушения, м ²	3 – 5	4 – 6	10 – 12	8 – 10	9 – 11	3 – 5	10	8 – 12	12 – 30	
Масса огнетушащего состава, кг	10	9	12	10	15	4,2	10	12	10 (в контейнерах вместимостью 1 л)	
Виды распыляемых огнетушащих составов	Порошок	Вода очищенная							Вода, раствор, гели, вязкие, порошки, песок, грязь, пыль	
Скорость перезарядки, с	600	240	3 – 5	3 – 5	3 – 5	3 – 5	3 – 5	3 – 5	5 – 10	
Стоимость, долл. США	110	90	13,900	12,000	3,500	1,200	4,500	2,500	500	
Тактико-технические характеристики	Не применяются пожарными: тяжелы, громоздки, неудобны, малоэффективны в тушении, сложны в управлении, маловероятно тушение штатскими людьми		Очень дороги и сложны в работе. Ремонтируются только высококвалифицированными специалистами от фирмы-изготовителя. Опасны: малая дальность тушения в сочетании с мгновенным образованием перегретого пара, возможность разрыва шлангов и баллонов высокого давления, поэтому оператор одет в тяжелый защитный костюм. Конструкция тяжела, громоздка и неудобна при переноске, ремонте и тушении					Дороги, тяжелы в переноске, неудобны в тушении		Легки, удобны, надежны. Высокая дальность тушения, нет опасности разрыва. Автономная, длительная работа (горы, тайга, саванна, джунгли). Хранение до 10 лет без перезарядки

Примечание. Стоимость продажи ручного распылителя с запасом 10 контейнеров – в диапазоне от 400 до 650 долл. США в зависимости от размера заказа и комплектации распылителя.

С помощью ПРИВ-1 с 10 контейнерами можно потушить до 50 м горячей конвейерной ленты и до 20 м² сплошной горячей площади. На полигоне испытана конструктивная версия с раздельно-гильзовым заряданием – распылительный патрон заряжается с казенной части ствола, а природная шахтная инертная пыль засыпается через дульное отверстие непосредственно в канал ствола. Такой распылитель обеспечивает автономную при носимом запасе только холостых патрончиков (масса 15 – 25 г каждого) длительную работу в радиусе до нескольких километров с многократным тушением множества локальных очагов пожара на большой территории подземных выработок, где невозможна работа с тяжелыми и громоздкими огнетушителями, перечисленными в таблице.

ЛИТЕРАТУРА

1. Взрывной способ порошкового пожаротушения в шахтах / В. Д. Захматов // Уголь Украины. – 1984. – № 12. – С. 28 – 31.
2. Захматов В. Д. Способы и устройства взрывопорошковой ликвидации пожаров при разработках полезных ископаемых / В. Д. Захматов // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 1993. – № 3. – С. 119 – 125.
3. Захматов В. Д. О применении многоствольных установок для пожаротушения в шахтах / В. Д. Захматов // Уголь Украины. – 1989. – № 7. – С. 32 – 33.
4. Захматов В. Д. Влияние масштаба воздействия на перспективы использования ствольной импульсной огнетушащей техники / В. Д. Захматов // Уголь Украины. – 1992. – № 5. – С. 14 – 15.