

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «УРАЛЬСКАЯ ГОРНАЯ ШКОЛА – РЕГИОНАМ»

8-9 апреля 2013 года

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 004.6

ФЛОТАЦИОННАЯ ПЕНА КАК УПРАВЛЯЕМЫЙ ОБЪЕКТ

Хасанов Б. Р., Полькин К. В.

Научный руководитель Прокофьев Е. В., канд. техн. наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

На практике хорошо известно, что визуальное наблюдение пенного слоя для флотатора является одним из определяющих факторов при руководстве его последующими действиями, так как характеристики пены зависят от минералогических свойств перерабатываемого сырья и применяемых реагентных режимов и тесно связаны с качеством выходного продукта. Но в традиционных системах управления комплексом флотации не учитываются косвенные параметры, характеризующие процесс (скорость схода пенного слоя, цвет, размер и устойчивость пузырьков пены), ввиду отсутствия датчиков, позволяющих следить за этими параметрами. Однако эту проблему позволяет решить развиваемое в последнее время направление технического зрения.

Применение систем технического зрения позволяет контролировать различные параметры пены. Благодаря этому стало возможно рассматривать флотационную пену как управляемый объект (рисунок 1).

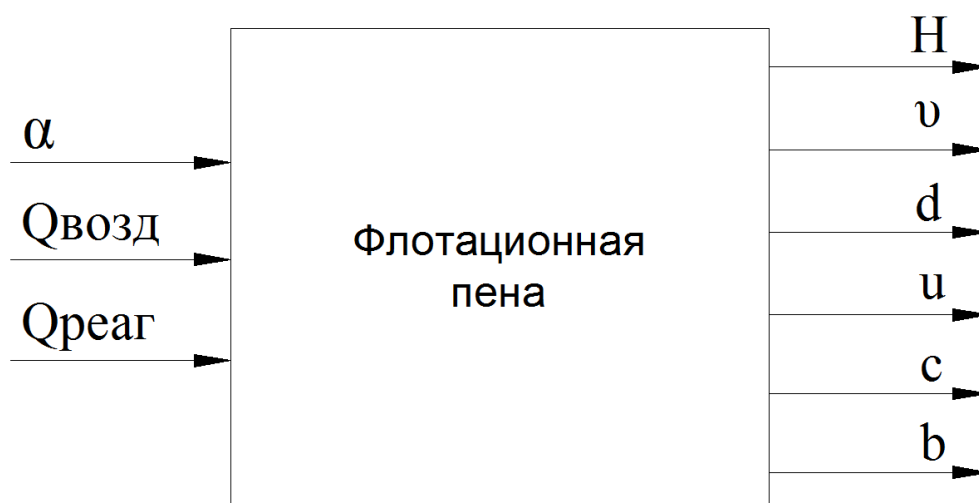


Рисунок 1 – Флотационная пена как управляемый объект

Управляющие воздействия:

- α – угол поворота шибера;
- $Q_{\text{возд}}$ – расход воздуха во флотомашину;
- $Q_{\text{реаг}}$ – расход реагента во флотомашину (известковое молоко, ксантогенат, купорос, пенообразователь).

Управляемые показатели:

- H – уровень пены;
- v – скорость схода пенного слоя;
- d – диаметр пузырьков пены;
- u – устойчивость пузырьков пены;
- c – цвет пенного слоя;
- b – толщина слоя пены.

Таким образом, анализируя флотационную пену как управляемый объект, в качестве возможных каналов управления можно принять:

$$\begin{array}{llll} \alpha \rightarrow H & \alpha \rightarrow v & & \\ Q_{\text{возд}} \rightarrow v & Q_{\text{возд}} \rightarrow d & Q_{\text{возд}} \rightarrow u & Q_{\text{возд}} \rightarrow b \\ Q_{\text{реаг}} \rightarrow d & Q_{\text{реаг}} \rightarrow u & Q_{\text{реаг}} \rightarrow c & Q_{\text{реаг}} \rightarrow b. \end{array}$$

В этой области было проведено множество исследований и выявлены различные зависимости параметров пены с входными и выходными параметрами технологического комплекса флотации.

Особый интерес представляет возможность прогнозирования качества концентрата в реальном времени, сочетая такие параметры пены как размер и устойчивость пузырьков пены, цвет и скорость схода пенного слоя [1].

Существует линейная зависимость между скоростью схода пенного слоя и качеством концентрата [2]. Чем меньше скорость, тем выше содержание полезного компонента в концентрате. Поэтому управляя скоростью схода пенного слоя, можно регулировать качество концентрата. Управление скоростью схода пенного слоя является наиболее быстрым из каналов управления.

Размер пузырьков имеет нелинейную зависимость с качеством концентрата. Малый размер пузырьков приводит к увеличению извлечения полезного компонента в концентрат, но чрезмерно малые размеры приводят к осложнениям в дальнейшей переработке флотационной пены [3]. Устойчивость пузырьков тесно связана с размером. Малая устойчивость пузырьков пены приводит к уменьшению содержания полезного компонента в концентрате. Размер и устойчивость пузырьков регулируется изменением реагентного режима в технологическом комплексе флотации.

В медной флотации существует связь между качеством концентрата и цветом пены. Чем насыщеннее цвет пены, тем выше содержание меди в концентрате. В платиновой и молибденовой флотации отмечена связь между текстурой пены и качеством концентрата [4].

В настоящее время проводятся исследования по прогнозированию качества концентрата в реальном времени по параметрам пенного слоя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. G. Forbes. Texture and bubble size measurements for modeling concentrate grade in flotation froth systems // University of Cape town: 11-31, 2007.
2. Мойланен Я., Тимпери Ю., Кемппинен Х. Принципы компьютерного управления флотационным процессом на базе новой продукции Outotec – видеосистемы Frothmaster // Изв. вузов. Горный журнал. 2010. № 2. С. 89-92.
3. K. K. Nguyen. Flotation Froth Characterisation By Using Vision Technology // PhD thesis, University of Queensland, 1998.
4. G. Bonifazi, S. Serrantia, F. Volpe, and R. Zucob. Characterization of flotation froth color and structure by machine vision // Computers & Geosciences, 27:1111–1117, 2001.

СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ УРОВНЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ ЖИДКОСТИ В ЕМКОСТИ

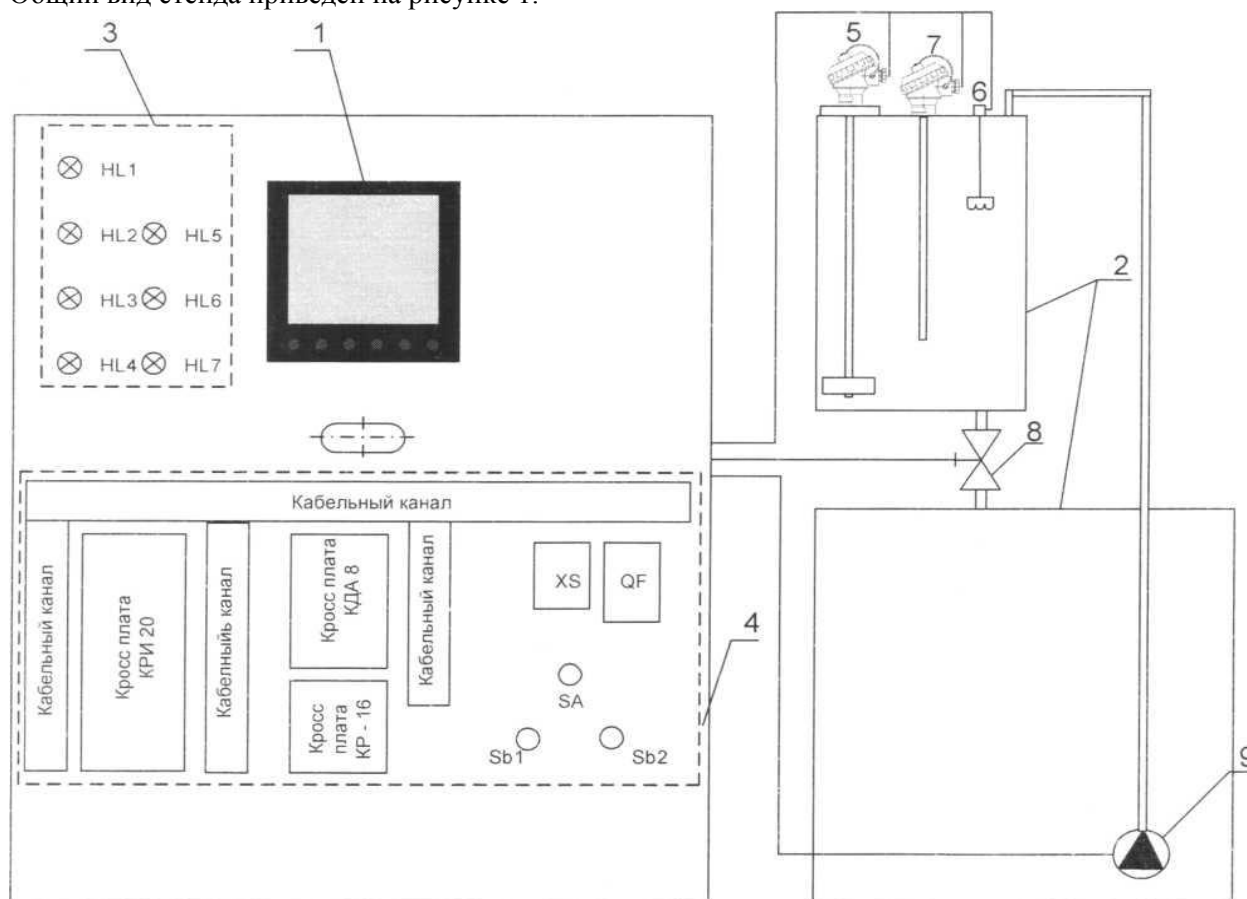
Тельминов М. А., Брусницын И. В., Чалая А. В., Самойлов Е. А.
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Целью работы является создание лабораторного стенда для исследования системы автоматического регулирования температуры жидкости в емкости.

Данный стенд предназначен для исследования процессов происходящих в емкости как управляемого объекта, так же получение статических и динамических характеристик разными методами. Осваиваются принципы работы элементов схемы и приемы монтажа и наладки системы автоматического регулирования (САР).

Система автоматического регулирования (САР) построена на базе видеографического регистрирующего преобразователя Ш932.9А-29.013/1 и комплекта датчиков производства НПФ «Сенсорика».

Представленная автоматическая система регулирования демонстрирует вышеперечисленные особенности видеографического регистратора и позволяет ознакомиться с современными средствами автоматизации и набрать практические навыки работы с ними. Общий вид стенда приведен на рисунке 1.



1 – видеографический регистратор Ш932.9А-29.013/1; 2 – резервуары; 3 – сигнальная панель;
4 – коммутационная панель; 5 – уровнемер поплавковый УП - 100/1; 6 – трубчатый электронагреватель (ТЭН); 7 – термопреобразователь сопротивления; 8 – соленоидный клапан прямого действия; 9 – электронасос

Рисунок 1 – Общий вид стенда

Сигналы с датчиков поступают на соответствующие входы видеографического регистратора (1) (далее по тексту прибор), который контролирует все заданные для них параметры и выдает релейные команды для включения (отключения) исполнительных механизмов и ТЭНа. Резервуары (2) расположены отдельно от приборной панели, они представляют собой герметичные емкости из оргстекла с комплектом датчиков и исполнительных механизмов. В верхнем резервуаре изготовлены технологические отверстия для крепления датчиков и исполнительного механизма. В нижнем резервуаре установлен электронасос, для подачи жидкости в верхний бак. В верхнем резервуаре установлен уровнемер поплавковый (5), электронагреватель (6), термопреобразователь сопротивления (7) и соленоидный клапан прямого действия (8). Все подключения к прибору осуществляются посредством кросс-плат, располагающихся на коммутационной панели 5:

- кросс-плата КРИ-20 предназначена для подключения 16-ти релейных сигналов и 4-х импульсных сигналов;
- кросс-плата КДА-8 предназначена для подключения 8 аналоговых датчиков;
- кросс-плата КР-16 предназначена для подключения к 16-ти релейным выходам.

Все подключения к кросс-платам производятся только при полном отключении электропитания стенда, с помощью автоматического выключателя QF.

Кросс-платы имеют отжимные монтажные клеммники для удобства подключения сигнальных проводов. Подключаемые концы проводов, освобожденных от изоляции, должны быть облужены либо запрессованы в специальные наконечники нужного диаметра. В один клеммник допускается монтаж проводов только одинакового сечения.

Алгоритм работы автоматической системы регулирования. При минимальном уровне жидкости в верхнем резервуаре включается электронасос, который осуществляет подачу жидкости из нижнего резервуара. При работающем электронасосе включается лампа сигнализации «Насос вкл». При срабатывании первой уставки уровнемера электронасос отключается, срабатывает временная выдержка в 5 секунд и включается ТЭН, при срабатывании второй верхней уставки уровня жидкости включается лампа сигнализации «Уровень авария», включение ТЭНа также сопровождается сигнальной лампой «ТЭН вкл». ТЭН нагревает жидкость до установленной в приборе уставки и отключается, программным путем срабатывает временная выдержка в 5 секунд и включается электромагнитный клапан. При повышении температуры более установленной уставки, включается сигнальная лампа «Перегрев».

Электромагнитный клапан осуществляет подачу жидкости из верхнего резервуара в нижний. Работа клапана имеет сигнализацию во всех положениях: «Клапан откр», «Клапан закр».

Далее цикл повторяется до тех пор, пока электропитание не прекратится, либо переключатель SA не будет переключен в положение «ручн». В ручном режиме управление электронасоса осуществляется кнопками «Пуск» и «Стоп».

Объектом управления является погружной электрический насос, установленный в нижнем резервуаре, он служит для подачи жидкости в верхний бак. Питание электронасоса осуществляется переменным напряжением 220 В с частотой 50 Гц. Степень защиты от внешних воздействий IP65.

Включение электронасоса без жидкости недопустимо, поэтому перед включением стенда обязательно необходимо наличие жидкости в нижнем резервуаре.

На коммутационной панели располагаются переключатель SA и две кнопки Sb 1, Sb 2. Переключатель SA имеет два положения. Первое «Авт.» – автоматический режим работы стенда. При этом режиме электронасосом управляет прибор, контролирующий все заданные параметры. Второе «Ручн.» – ручной режим работы стенда. При этом режиме пользователь сам управляет электронасосом, посредством кнопок «Пуск» и «Стоп» (включает и выключает насос).

ВИДЕОСИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ПЕНЫ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ ФЛОТАЦИИ

Полькин К. В., Хасанов Б. Р.

Научный руководитель Прокофьев Е. В., канд. техн. наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

В традиционных системах управления комплексом флотации не учитываются косвенные параметры, характеризующие процесс (цвет, форма, скорость и размер пузырьков пенного продукта), по причине отсутствия датчиков, позволяющих обеспечивать контроль за этими параметрами, а характеристики пены зависят от применяемых реагентных режимов и минералогических свойств перерабатываемого сырья и связаны с качеством выходного продукта. Поэтому отдельное место в системах управления технологическим процессом занимает развивающееся в последнее время направление технического зрения [1].

Видеосистема предназначена для регистрации и измерения ключевых параметров пенного слоя при флотационной переработке руд. Эта система, установленная на индивидуальной флотомашине, может обеспечивать контроль параметров пенного слоя, таких как распределение пузырей на его поверхности, скорость его движения, размер и распределение пузырей на его поверхности, стабильность пенного продукта, степень минерализованности пузырей, цветовые характеристики пенного слоя. Контролируемые видеосистемой параметры описывают выход с флотомшины пенного продукта и содержание минералов (при наличии цветового различия минералов, содержащихся в питании операции), что позволяет использовать их для построения алгоритмов автоматического управления технологическим процессом. Также системы технического зрения могут использоваться и при ручном управлении, выдавая советы по управлению оператору [2].

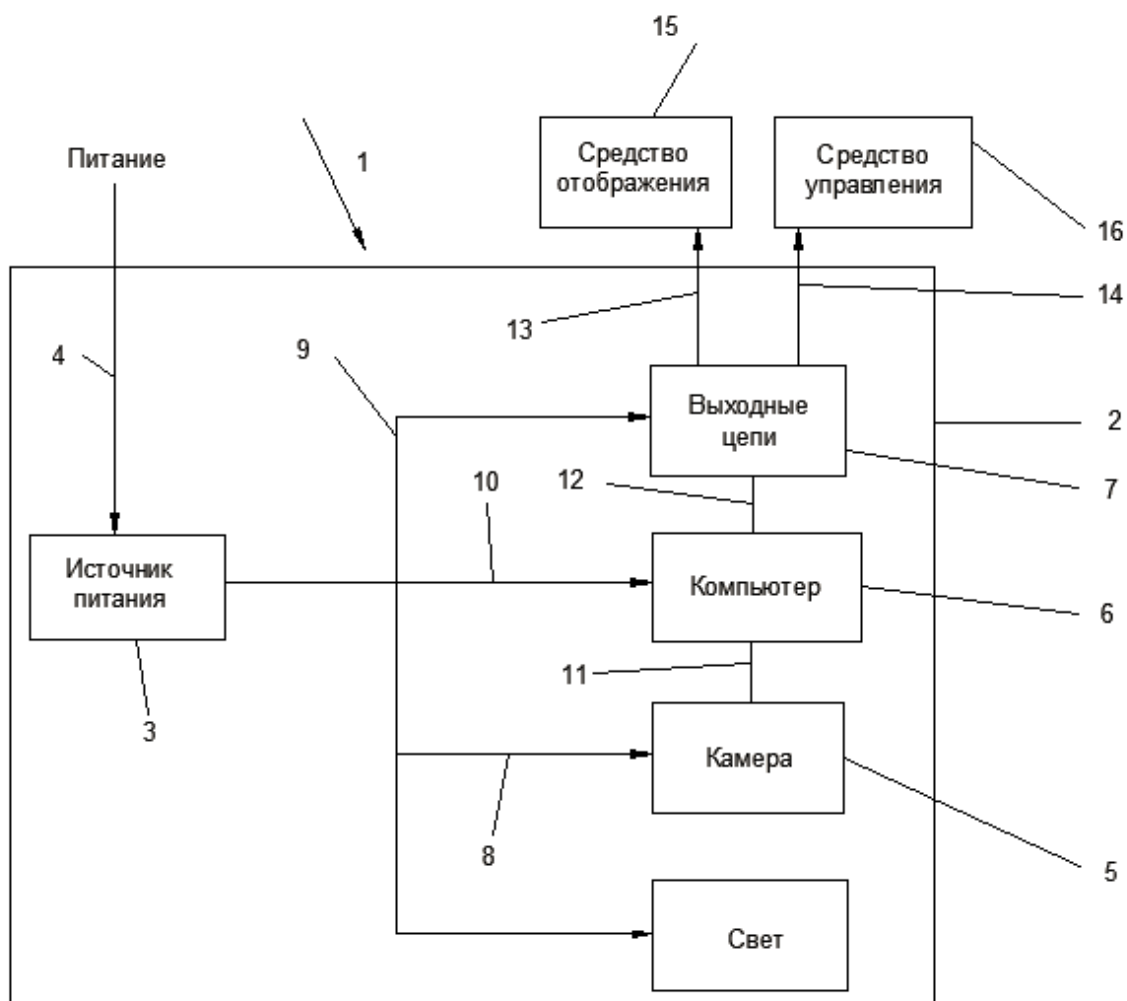
Наиболее важным назначением видеосистемы являются контроль и стабилизация на оптимальном уровне циркуляционных потоков. В практике флотационного обогащения хорошо известно, что циркуляции в технологическом процессе в промышленных условиях имеют приоритетное значение в достижении высоких технологических показателей [3].

На рисунке 1 изображена видеосистема контроля параметров пены (1). В корпусе (2) находятся основные элементы системы: источник питания (3), линия питания (4), основной элемент – видеокамера (5), ЭВМ (6), выходные цепи (7), канал передачи данных (11, Ethernet), каналы передачи данных (12,13,14, RS-485), дисплей (15), средство управления (16).

Камера 5 позволяет снимать последовательность изображений минеральной пены во флотационной камере, и эти изображения передаются в компьютер 6, где они обрабатываются в цифровом виде, и вычисляются значения параметров, причем значения параметров включают скорость схода пенного слоя, размер пузырьков и стабильность пены.

Сигналы значений параметров затем передаются в выходную цепь 7, которая преобразует сигналы параметров в цифровой промышленный стандарт, такой, как 0-10V или Fieldbus (например, Profibus или Modbus). Эти сигналы затем соответственно передаются, как выходные значения 13, 14 на дисплей 15 и блоки 16 управления для выполнения требуемых изменений характеристик пены во флотационной камере.

На основании проведенных исследований и анализа литературных источников, касающихся параметров пены и управления процессом флотации по информации о параметрах пены, можно сделать вывод, что видеосистемы, контролирующие параметры пены, открывают большие возможности для контроля и ведения флотационных операций.



1 – видеосистема; 2 – корпус; 3 – источник питания; 4 – линии питания;
 5 – видеокамера; 6 – ЭВМ; 7 – выходные цепи; 8, 9, 10 – линии питания;
 11, 12, 13, 14 – каналы передачи данных; 15 – дисплей; 16 – средство управления

Рисунок 1 – Структурная схема контроля параметров пены

Видеосистемы контроля параметров пены могут быть высокотехнологичным решением для совершенствования существующих режимов обогащения и использования в системах управления процессом флотации. Результаты изучения промышленной практики эксплуатации классических канонических схем флотации обосновывают перспективность развития нового направления в проектировании обогатительных фабрик.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Машевский Г. Н., Хейккинен С., Исокангас А. Новая система компьютерного управления процессом флотации // Обогащение руд. 2007. № 1. С. 45-48.
2. С. Aldrich, D. W. Moolman, F. S. Gouws, and G. P. J. Schmitz. Machine learning strategies for control of flotation plants // Control Engineering Practice, (5): 263 – 269, 1997.
3. Мойланен Я., Тимпери Ю., Кемппинен Х. Принципы компьютерного управления флотационным процессом на базе новой продукции Outotec – видеосистемы Frothmaster // Изв. вузов. Горный журнал. 2010. № 2. С. 89-92.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Чувашкин А. П.

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Одной из последних новаций, нашедших свое отражение в Правилах безопасности угольных шахт [1] после крупных аварий в Кузбассе, является требование применения многофункциональных систем безопасности угольных шахт (МСБ). Цель МСБ – повышение уровня безопасности за счет предоставления в нормальных и аварийных ситуациях оперативной и достоверной информации о состоянии, тенденциях и признаках опасных ситуаций и явлений, получаемой путем комплексной обработки данных от различных информационных, измерительных, управляющих и противоаварийных систем и осуществление противоаварийного управления и защиты.

Многофункциональная система безопасности угольной шахты – это автоматизированная иерархически сложная (относительно выполняемых целевых задач и обеспечиваемой функциональной надежности) система, назначением которой, в общем случае, является обеспечение комплексной защиты людей, объектов шахты от техногенных аварий, взрывов, пожаров, горных ударов и предотвращение других опасных ситуаций.

Объектами контроля и управления, оценки и прогноза являются:

1. Рудничная атмосфера;
2. Аэрологические параметры;
3. Состояние угольного массива и горных пород;
4. Горные выработки;
5. Технологическое оборудование;
6. Персонал угольной шахты;
7. Системы и средства обеспечения промышленной безопасности.

Структурно МСБ шахты представляют собой алгоритмически упорядоченные и взаимосвязанные совокупности централизованно управляемых функционально самостоятельных технических подсистем конкретного целевого назначения.

Состав и количество подсистем МСБ может варьироваться в зависимости от назначения и значимости защищаемого объекта и конкретных условий по комплексному обеспечению его безопасности.

В соответствии с Правилами безопасности в угольных шахтах (с учетом внесенных изменений, утвержденных приказом Ростехнадзора РФ № 1158 от 20 декабря 2010г.) [1], в составе МСБ используются:

- система аэрологической защиты;
- система контроля состояния горного массива, контроля и прогноза внезапных выбросов и горных ударов;
- система противопожарной защиты;
- система связи, оповещения и определения местоположения персонала;

Выбор вариантов сочетания подсистем МСБ определяется следующими критериями:

– функциональная достаточность: каждый из элементов системы должен иметь технические характеристики, достаточные для выполнения возложенных на него функций в системе, с соответствующим механизмом резервирования;

- высокая надежность работы в условиях, характерных для данного объекта;
- оптимальное соотношение «надежность-цена-качество» для подсистем и для системы в целом;

– возможность перспективного развития системы и ее гибкость по отношению к изменению в структуре системы безопасности.

В общем случае МСБ представляет собой совокупность электрических, электронных и программируемых технических средств, объединенных в системы определенного функционального назначения, обеспечивающих:

- предотвращение условий возникновения различных видов опасности геодинамического, аэрологического и техногенного характера;
- оперативный контроль соответствия технологических процессов заданным параметрам;
- работоспособность систем противоаварийной защиты людей и оборудования [2].

Данные, полученные с помощью средств измерения МСБ, являются по содержанию информационной моделью [3], которая отражает состояние безопасности персонала и производства в реальном времени. Эта модель используется для предотвращения возникновения аварийных условий. Системы и средства МСБ сопоставляют полученную в реальном времени информационную модель с заданной информационной моделью безопасности, которая представляет собой совокупность предельно допустимых значений (ПДЗ) контролируемых параметров. Если контролируемые параметры выше или ниже ПДЗ, то системы и средства МСБ автоматически формируют и реализуют управляющие воздействия, которые исключают возможность возникновения аварий и инцидентов (формирование сигнала оповещения персонала об аварии, отключение электроснабжения на контролируемом участке и т. д.).

Нововведения «Правил безопасности в угольных шахтах» во многом меняют приоритеты в вопросах обеспечения безопасности подземных горных работ, ориентируя их на использование интеллектуальных систем получения и управления информацией на основе использования современных технических средств телекоммуникации. Они предполагают разработку единого комплекса контролируемых параметров горной среды, критериев и регламента управления этим состоянием технологией горных работ.

Несмотря на вышедшие изменения к ПБ, до настоящего времени не существует никаких нормативно-методических указаний по проектированию этих систем, необходимой комплектации, архитектуре и методическому обеспечению функционирования систем контроля состояния горного массива, их аппаратурной и функциональной совместимости с другими системами контроля безопасности. Указания на необходимость соответствия основных технических характеристик создаваемых многофункциональных систем контроля и их подсистем требованиям технических регламентов, или национальных стандартов по промбезопасности, как минимум, потребуют значительного обновления ряда норм, либо включения в них нового раздела, содержащего стандарты их комплектации и регламент функционирования.

Необходима долгосрочная программа реализации этих планов и доведение научных разработок до создания полного комплекта нормативных документов, регламентирующих правила получения, обработки, предоставления и хранения информации, разработки алгоритма принятия решений, а также должностных инструкций работников служб, определяющих круг их ответственности и профессиональных обязанностей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ПБ 05-618-03. Правила безопасности в угольных шахтах (с изменениями). Сер. 05. Вып. 11. – М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2011. 296 с.
2. Матвеев В. В. Анализ требований к многофункциональной системе безопасности угольной шахты // Безопасность труда в промышленности. 2012. № 9. С. 62-66.
3. Бабенко А. Г. Опыт анализа основ построения многофункциональных систем безопасности угольных шахт.