

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНО - ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ - СОВРЕМЕННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПРОВЕТРИВАНИЯ ШАХТЫ

Дзюба А.А., студент; Оголубченко А.С., доц., к.т.н

(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк)

Технологический комплекс проветривания шахты является сложным объектом управления и состоит из главных вентиляторных установок (ВГП), вентиляторов местного проветривания (ВМП), вентиляционных дверей в горных выработках. Одним из направлений повышения эффективности работы технологического комплекса проветривания шахт является применение компьютерно – интегрированной системы мониторинга и управления (САУП), которая контролирует основные параметры вентиляции горных выработок, параметры работы вентиляторных установок, положения вентиляционных дверей и при отклонении текущих значений параметров от нормативных и расчетных значений осуществляют управляющие воздействия на технологические установки комплекса проветривания для восстановления нормального режима проветривания и поддержание параметров рудничной атмосферы в пределах, допускаемых правилами безопасности в угольных шахтах (ПБ).

Нами проведен анализ существующих технических средств автоматизации технологических установок комплекса проветривания шахты, имеющихся разработок и предложена структура компьютерно – интегрированной системы мониторинга и управления проветриванием шахты, опасной по газу (см. рисунок 1). Система САУП двухуровневая.

На нижнем уровне управления расположены устройства контроля и управления различными объектами технологического комплекса проветривания. В частности, по объектам приняты следующие технические решения.

Вентиляторная установка ВГП. В качестве аппаратуры автоматизации для каждой главной вентиляторной установки принят один комплект устройства автоматического управления шахтными вентиляторными установками типа УКАВ – М с комплексом датчиков КД1 - КДп и исполнительных устройств ИУ1- ИУп.. Устройство УКАВ – М обеспечивает автоматическое управление вентиляторными установками с различными типами вентиляторных агрегатов и их электроприводов, обеспечивает различные виды управления и режимы работы, а также контроль, защиту и сигнализацию состояния вентиляторных установок. Для дистанционного управления из помещения диспетчерского пункта вентиляторной установкой, как требуется правилами ПБ, в состав устройства УКАВ – М входит шкаф ШУ7, который расположен на центральном пульте диспетчера (см. рисунок 1). Однако, недостатком устройства является отсутствие связи с ЭВМ. Поэтому в системе САУП дополнительно принята комплексная аппаратура контроля шахтных вентиляторов главного проветривания типа АКВМ, которая обеспечивает контроль скорости воздушного потока, контроль температуры воздуха в стволе, контроль депрессии (давления), вычисление производительности вентилятора, обработку полученных результатов и передачу их в ЭВМ.

Вентиляторная установка местного проветривания ВМП. В качестве аппаратуры автоматизации вентиляторов местного проветривания принята аппаратура АКТВ. Аппаратура выполнена на микропроцессорной элементной базе и имеет возможность взаимодействия с ЭВМ. Основное назначение аппаратуры - контроль подачи воздуха в необходимом количестве в подготовительную (тупиковую) выработку и отключение электроснабжения машин забоя при отклонении текущего режима проветривания выработки

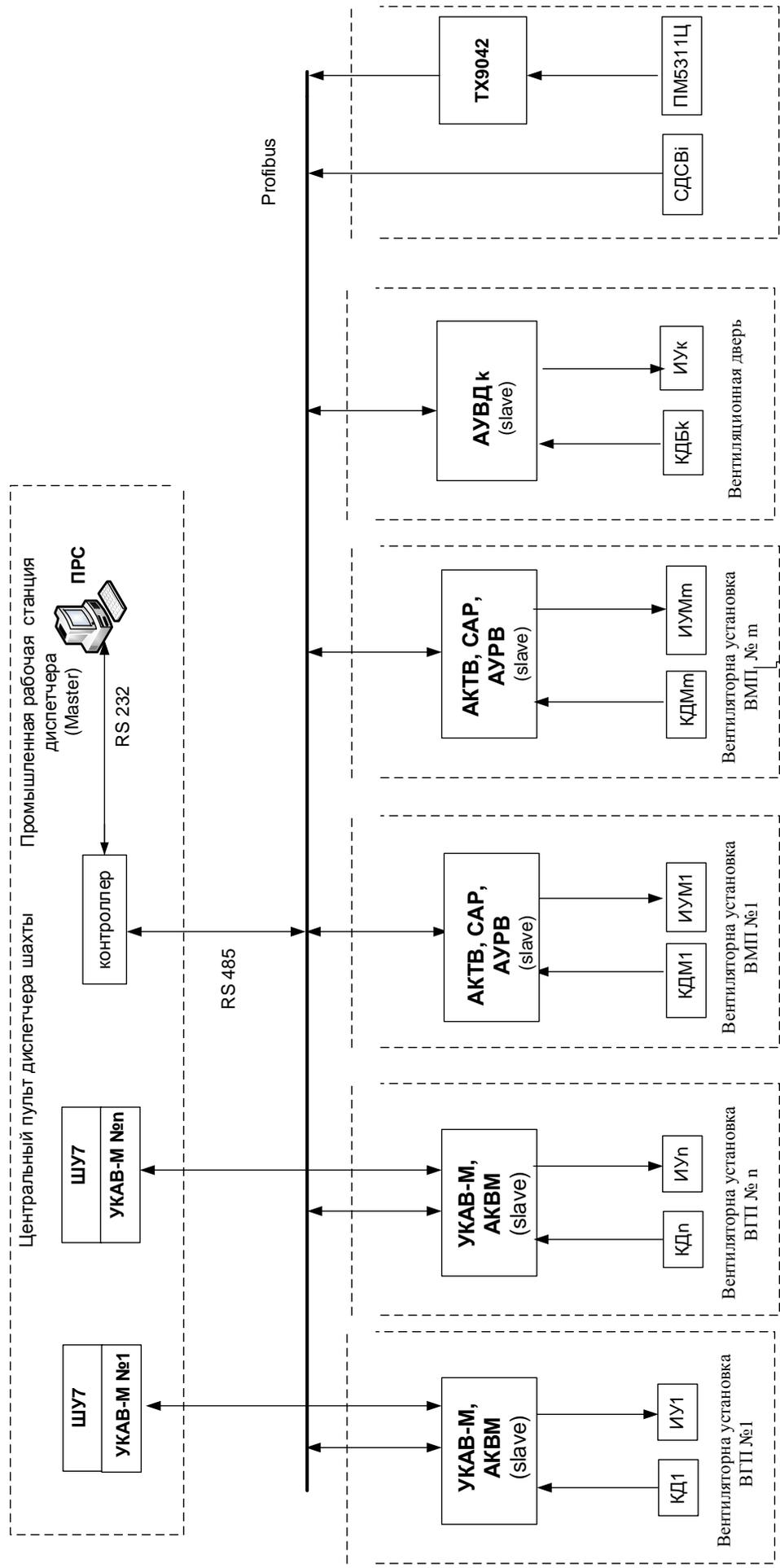


Рисунок 1 - Структура компьютерно – интегрированной системы мониторинга и управления проветриванием шахты

от заданного. Однако, использование только аппаратуры АКТВ недостаточно. Это обусловлено следующим.

1. Как показали расчеты по методике [1] (для примера в таблице 1 приведены расчетные параметры проветривания вентилятором ВМП типа ВЦПД – 8 подготовительной выработки сечением $S = 10\text{м}^2$) при изменении длины выработки изменяется необходимый расход воздуха Q_0 для её проветривания, а следовательно и подача вентилятора ВМП Q_B ,

Таблица 1 - Результаты математических расчетов параметров проветривания шахтной подготовительной выработки

№ п/п	Наименование расчетного параметра	Длина подготовительной выработки, м						
		3000	2500	2000	1500	1000	500	100
1	Подача вентилятора ВМП, $Q_B, \text{м}^3/\text{с}$	13,88	11,57	8,146	6,941	4,624	2,314	0,046
2	Утечки воздуха с воздухопровода, $Q_{ут.}, \text{м}^3/\text{с}$	1,76	1,55	1,24	1,10	0,94	0,65	0,32
3	Необходимый расход воздуха в забое выработки, $Q_0, \text{м}^3/\text{с}$	7,89	7,467	6,57	6,31	4,92	3,56	0,144

Поэтому для повышения эффективности проветривания и работы вентилятора ВМП необходимо регулировать подачу вентилятора ВМП. Наиболее приемлемым способом изменения подачи вентилятора является регулирование частоты вращения приводного электродвигателя с помощью системы автоматического регулирования (САР). Один из вариантов структурной схемы САР вентилятора ВМП приведенный на рисунке 2.

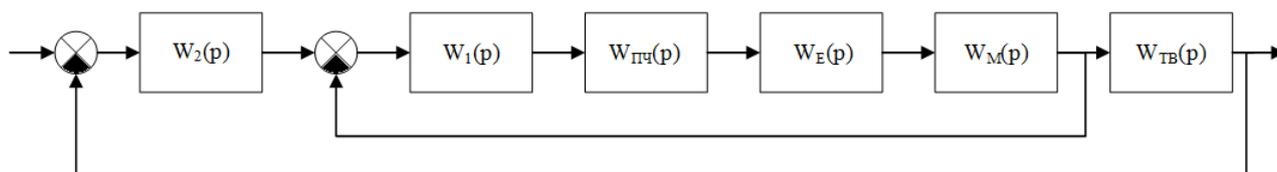


Рисунок 2 – Структурная схема САР вентилятора ВМП

На рисунке 2 обозначено: $W_1(p)$ и $W_2(p)$ - передаточные функции соответственно регулятора внутреннего и внешнего контура; $W_{пч}(p)$ - передаточная функция преобразователя частоты; $W_E(p)$ и $W_M(p)$ - передаточные функции в соответствии с электромагнитной и механической составляющими двигателя; $W_{ТВ}(p)$ - передаточная функция подготовительной выработки.

В результате моделирования на ЭВМ, с использованием пакета MatLab, получены графики переходных процессов для различных типов регуляторов и показано, что наиболее приемлемые показатели качества имеет система автоматического регулирования вентилятора ВМП с ПИД-регулятором, настроенным на модульный оптимум. Для регулирования вентилятора ВМП может быть принят взрывозащищенный преобразователь частоты для горной промышленности типа DYNAVERT (Германия).

2. При проведении подготовительных выработок возможно загазирование выработки, и в соответствии с требованиями ПБ необходимо разгазировать выработку. Для автоматического управления разгазированием подготовительной выработки принято устройство типа АУРВ [2]. Для этого, в соответствии с «Инструкцией по разгазированию горных выработок, расследованию, учету и предупреждению загазирования» предлагается в воздухопроводе использовать специальную заслонку ЗС с электроприводом, которая размещается в тупиковой части воздухопровода в 5—10 м от устья выработки. Регулируя

положение заслонки ЗС, часть воздуха Q2 с воздухопровода сбрасывается через небольшой отрезок трубы с турбулизатором в устье выработки для размешивания концентрации метана в исходящей струе до нормативного значения – 1%. Алгоритм управления автоматическим разгазированием подготовительной выработки при этом следующий. При достижении концентрации метана в забое выработки значения 2%, устройство АУРВ формирует в автоматическом режиме команду на САР работающего вентилятора ВМП для увеличения подачи вентилятора до номинального значения. Далее осуществляется контроль концентрации метана в исходящей струе воздуха в устье выработки. Если контрольное значение концентрации метана превысит 1%, то устройство АУРВ формирует команду на автоматическое открытие заслонки ЗС. После открытия заслонки ЗС продолжается контроль концентрации метана в при забойном пространстве и в устье выработки. При снижении контролируемых величин до нормированных значений заслонка ЗС закрывается и частота вращения приводного электродвигателя ЭД работающего вентилятора ВМП переводится на необходимую частоту согласно расчету для проветривания выработки в нормальном режиме. Устройство АУРВ выполнено на микропроцессорной элементной базе и содержит интерфейсный модуль для связи с ЭВМ.

Вентиляционная дверь. Вентиляционные двери предназначены для обеспечения распределения воздуха в системе горных выработок, изменения потока воздуха в выработке, реверсирование вентиляционных струй при аварийных ситуациях. В этих случаях вентиляционная дверь является регулятором расхода воздуха (РРВ). Регуляторы РРВ имеют различную конструкцию, например, существует регулятор, основным элементом которого является полидиафрагма с различным по диаметру и числу проходных отверстий. Её закрывает специальная пластинчатая штора с электроприводом. При изменении положения шторы изменяется пропускное сечение двери, а следовательно и расход воздуха в горной выработке. Задача автоматического управления регулятором расхода воздуха в этом случае сводится к переводу шторы в то или иное положение с учетом расчетного расхода воздуха через регулятор и расходной характеристики регулятора. Для автоматического управления такой вентиляционной дверью принято устройство типа АУВД [3].

Управление регулятором РРВ с помощью устройства АУВД осуществляется следующим образом. При необходимости регулирования, ЭВМ системы управления посылает в устройство АУВД информацию о степени регулирования шторы регулятора. Устройство формирует управляющее воздействие на включение электропривода шторы для её закрытия или открытия на расчетную величину. По завершению регулирования устройство АУВД формирует сообщение в систему управления о текущем положении шторы.

Контроль параметров рудничной атмосферы. Состояние рудничной атмосферы шахт, опасных по газу, характеризуется рядом аэродинамических параметров: количеством воздуха, поступающего в шахту и к местам его потребления, его давлением, скоростью, химическим составом (содержанием вредных примесей), температурой и влажностью, а также аэродинамическим сопротивлением выработок и их депрессией. В условиях автоматизированного управления проветриванием нецелесообразно осуществлять контроль всех этих параметров. Это требует значительного количества датчиков, большой их рассредоточенности, постоянного перемещения вслед за развитием горных выработок, что затрудняет получение достоверной и полной информации. Как показали исследования, основными контролируемыми параметрами являются: концентрация метана в вентиляционных струях и количество воздуха, поступающего в горные выработки. Остальные параметры в процессе проветривания изменяются в незначительных пределах. Для контроля концентрации метана в горных выработках приняты технические средства подсистемы контроля параметров окружающей среды шахты в системе УТАС компании "Интернациональные транспортные системы". Так, для контроля содержания метана в рудничной атмосфере и передачи данных в поверхностный вычислительный комплекс используется датчик метана ПМ5311Ц совместно с многофункциональным контроллером

ТХ9042. Устанавливается датчик в местах горных выработок в соответствии с требованиями ПБ. При необходимости контроля других вредных примесей рудничной атмосферы (диоксида углерода, оксида углерода, диоксида азота, водорода, сероводорода) могут быть использованы соответствующие датчики системы УТАС.

Для непрерывного измерения скорости движения воздушных потоков в горных выработках, в системы мониторинга и управления проветриванием шахты принят измеритель скорости воздушного потока типа СДСВ. В измерителе СДСВ использовано ультразвуковое зондирование воздушного потока. Измеритель СДСВ подключается к измерительным и информационно-управляющим системам с цифровым интерфейсом связи на основе RS-485.

На верхнем уровне управления – на центральном пульте диспетчера шахты, как уже было указано, расположены шкафы управления аппаратуры УКАВ-М, и промышленная рабочая станция ПРС. Станция ПРС обеспечивает выполнение следующих функций:

- обработка и отображение в табличном и в виде интерактивных графических мнемосхем на мониторе станции контрольной информации, предусмотренной возможностями принятой аппаратуры автоматизации на нижнем уровне;
- ведение базы данных с технологической информацией, ее архивирование и резервирование;
- генерирование отчетов о работе технологического комплекса проветривания шахты;
- дистанционное управление рабочим и резервным вентиляторами местного проветривания, вентиляционными дверьми.

Физическую и логическую связь между микроконтроллерами аппаратуры автоматизации на нижнем уровне и станцией ПРС в единую систему мониторинга и управления проветриванием шахты обеспечивает промышленная сеть PROFIBUS. В качестве программного пакета для визуализации работы технологического комплекса проветривания существуют различные SCADA-системы. Например, может быть принята SCADA система типа TRACE MODE 6 производства Adastra Research Group, LTD (Москва, Россия),

Приведенная структура системы мониторинга и управления обеспечивает контроль и управление технологическим комплексом проветривания, как в нормальном режиме проветривания, так и в аварийном.

Перечень ссылок

1. Пак В.В., Иванов С.К., Верещагин В.П. Шахтные вентиляционные установки местного проветривания. - М.: Недра, 1974. – 240с.

2. Оголубченко А.С., Брижицкая О.А Устройство управления регулятором расхода воздуха системы проветривания шахты/ Автоматизация технологических объектов и процессов. Поиск молодых. Сб. научн.работ VII Междунар. научн-техн. конф. - Донецк, ДонНТУ, 26 -28 апреля 2007. - С. 109- 111.

3. Оголубченко А.С., Ткаченко И.А. Выбор и разработка технических средств автоматизации системы автоматического управления процессом проветривания подготовительной выработки шахты/ Автоматизация технологических объектов и процессов. Поиск молодых. Сб. наук.работ XIII Междунар. наук-техн. конф. - Донецк, ДонНТУ, 14 - 17 мая 2013. - С. 81-87.