

УДК:622.62:681.3

## **СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОВОЗДУШНЫМ ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЕМ С ТЕПЛОГЕНЕРАТОРОМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО КИПЯЩЕГО СЛОЯ**

**И. А. Мельник, магистрант, Б. В. Гавриленко, доцент, к.т.н.**  
*(Донецкий национальный технический университет, Украина)*

Угольная промышленность потребляет огромное количество энергетических ресурсов. Только на отопление, санитарно-бытовые нужды и нагрев воздуха, подаваемого в шахту, ежегодно расходуется около 10 млн. т. топлива. Поэтому очень важной и одной из первостепенных задач является экономия топлива, расходуемого на собственные нужды шахты. Учитывая вышесказанное, весьма актуальной стала задача внедрения в эксплуатацию топочных устройств, предназначенных для сжигания низкосортных высокозольных углей и отходов углеобогащения.

Прогрессивным методом сжигания низкосортных и высокозольных (до 80%) топлив, является сжигание в низкотемпературном псевдоожиге (кипящем) слое [4]. Данный метод сжигания топлива отличается высоким уровнем смешения топлива и окислителя, повышенным по сравнению со слоевыми топками временем пребывания топлива в зоне горения, интенсивным теплоотводом к поверхностям нагрева, отсутствием движущихся частей в топочном объеме, возможностью сжигания в одном агрегате топлив различного состава и качества, пониженным до 1-5% содержанием топлива в слое. Данный метод сжигания облегчает воспламенение топлива, препятствует спеканию топливных частиц и шлакованию конвективных поверхностей нагрева.

Одним из крупных потребителей тепла на шахтах являются калориферные установки, осуществляющие нагрев воздуха, подаваемого в шахту для проветривания горных выработок. При этом в технологической схеме нагрева воздуха в качестве теплоносителя используется нагретый воздух, а не пар или горячая вода. Применение данной системы позволяет отказаться от дополнительного оборудования в виде установок для умягчения и

деаэрации воды, устройств для продувки котлов, насосов для перекачки конденсата, насосов подпиточной и сырой воды.

Необходимая производительность теплогенератора определяется из уравнения теплообмена [3], на основании данных, полученных от датчиков температуры воздуха до и после калориферной установки.

$$Q_1 (t_{1н} - t_{1к})\eta = Q_2 (t_{2к} - t_{2н}),$$

где  $Q_1$  – объем теплоносителя проходящего через калорифер;

$t_{1н}$  – температура теплоносителя на входе в калорифер;

$t_{1к}$  – температура теплоносителя на выходе из калорифера;

$Q_2$  – объем нагреваемого воздуха;

$t_{2к}$  – температура нагретого воздуха;

$t_{2н}$  – температура холодного воздуха;

$\eta$  – КПД калориферной установки.

Регулирование производительности котлоагрегата осуществляется изменением подачи воздуха вентилятора подмешивания, вентилятора ожижения и подачей твердого топлива.

Регулирование подачи твердого топлива осуществляется по результатам обработки сигнала датчика температуры слоя. Алгоритм реализует интегрирующее звено [1] совместно с однооборотным механизмом МЭО посредством формирования на выходе модуля управления импульсов с необходимым значением их длительности в диапазоне 0.1 – 1 с. В этом случае, передаточная функция устройства имеет вид:

$$W_p(P) = K_{пр}(1 + 1/T_i P),$$

где  $K_{пр}$  - коэффициент передачи регулятора, определяемый отношением длительности выходного импульса к величине сигнала рассогласования в системе по соответствующему контуру регулирования;  $T$  - постоянная времени интегрирования.

Такой закон управления следует из вида передаточной функции объекта управления, в достаточной степени точно описывающей процесс поддержания температуры кипящего слоя. Эта функция имеет вид:

$$W_o(P) = K_{по} / (1 + T_{и}P),$$

где  $K_{по}$  - коэффициент передачи объекта регулирования по контуру "температура".

Целью регулирования температуры кипящего слоя является поддержание ее величины в пределах 800...850°C.

Аналогичный алгоритм использован для регулирования высоты кипящего слоя. Измерение этого параметра основано на измерении разности давлений в слое.

Регулирование подачи дутьевого вентилятора производится изменением угла поворота направляющего аппарата.

В камере смешения продукты горения охлаждаются до температуры 500°C, это необходимо для защиты газопровода от высокой температуры. Объем воздуха необходимый для охлаждения вычисляется по формуле:

$$Q_{п} = \frac{Q_{в}(t_{г} - t_{х})}{t_{х} - t_{п}}$$

где  $t_{г}$  – температура газов на входе в камеру смешения;

$t_{х}$  – температура воздуха после камеры смешения;

$t_{п}$  – температура подмешиваемого воздуха;

$Q_{в}$  – производительность вентиляторов ожижения и возврата уноса;

$Q_{п}$  – производительность вентилятора подмешивания.

Регулирование производительности вентилятора подмешивания также осуществляется направляющим аппаратом.

Наряду с явными преимуществами использования теплогенераторов с топками низкотемпературного кипящего слоя (далее НТКС), опыт их эксплуатации показал и их недостатки. Главным недостатком является сложность регулирования производительности котла, что обусловлено узким диапазоном рабочих температур топки НТКС, так как при увеличении температуры кипящего слоя выше 900-950°C происходит шлакование слоя, что является аварийной ситуацией и вызывает необходимость остановки котла. При понижении температуры слоя до 750°C горение становится неустойчивым и возможно его прекращение, вызы

вающее необходимость повторного запуска котла, что сопряжено с временными и трудовыми затратами.

В настоящее время котельные оборудованы аппаратурой автоматизации «Контур-2» выполненной на базе регулятора Р25, осуществляющей контроль и управление основными параметрами: температура слоя, высота слоя, скорость воздушного потока через слой и разрежение в дымоходе. Регулирование осуществляется по четырем отдельным контурам: регулятор подачи топлива, регулятор подачи воздуха, регулятор разрежения и регулятор выгрузки золы. Таким образом, существующая аппаратура автоматизации не может обеспечить оптимального регулирования ввиду отсутствия взаимосвязи между контурами, а в ручном режиме качественное управление процессом сжигания угля в топке НТКС невозможно.

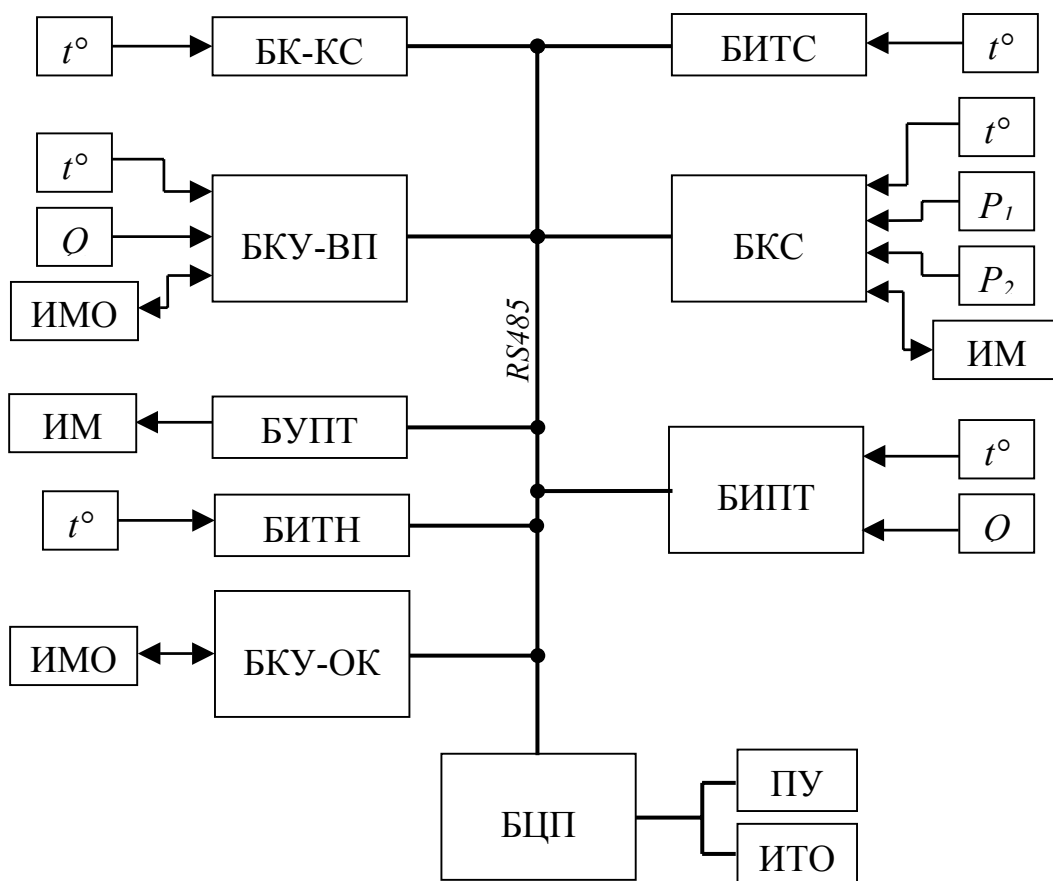


Рисунок 1 – Микропроцессорная система управления процессами горения угля в топке НТКС

Усовершенствование аппаратуры требует изменения её структуры и элементной базы. Это позволит управлять рядом технологически необходимых процессов: розжигом твердого топлива, подготовкой его перед заполнением бункера, а так же выполнять функции контроля, сигнализации, защиты и блокировок.

С этой целью разработана микропроцессорная система управления шахтной котельной с топкой НТКС (рис.1). Она представляет собой обособленные блоки, объединенные линией связи. Первичная информация поступает с выхода аналоговых датчиков расхода воздуха подаваемого вентиляторами  $Q$ , температуры кипящего слоя  $t^o$ , воздуха подаваемого в шахту и подмешиваемого  $t^o$ , тяги в дымоходе  $P$ , высоты слоя  $P$  на входа АЦП соответствующих блоков. Сигналы аналоговых датчиков преобразуются в цифровой код, и уже преобразованный сигнал передается на большое расстояние [2]. Электромагнитные наводки не влияют на показания датчиков, что увеличивает достоверность получаемых результатов. Передача данных осуществляется по последовательному каналу связи стандарта RS485.

Система работает следующим образом. Блок центрального процессора (БЦП) последовательно опрашивает блок контроля камеры смешения (БС-КС); блок контроля и управления вентилятором подмешивания (БКУ-ВП); блок контроля и управления вентилятором ожижения (БКУ-ВО); блок контроля слоя (БКС); блок измерения производительности теплогенератора (БИПТ); блок управления подачей топлива (БУПТ); блок измерения температуры наружный (БИТН); блок измерения температуры стволовой (БИТС); блок контроля и управления обводным клапаном (БКУ-ОК); пульт управления (ПУ). На основе полученных данных и записанного алгоритма, БЦП передает необходимые команды на блоки управления и информационное табло оператора (ИТО). В качестве исполнительных устройств использованы однооборотные механизмы типа МЭО 100/63-0,25У.

Блоки контроля и управления реализованы на базе однокристалльного микроконтроллера фирмы Atmel, который представляет собой мощный инструмент для создания современных высокопроизводительных и экономичных многоцелевых систем.

Аналого - цифровой преобразователь (АЦП) построен по схеме последовательных приближений. Каждый из аналоговых входов может быть соединен с АЦП через аналоговый мульт

типлексор. Устройство выборки/хранения имеет свой собственный усилитель, гарантирующий, что измеряемый аналоговый сигнал будет стабильным в течение всего времени преобразования. Разрядность АЦП составляет 10 бит при нормируемой погрешности +/- 2 разряда. Время преобразования выбирается программно с помощью установки коэффициента деления частоты специального предделителя, входящего в состав блока АЦП. Оно составляет 70...280 мкс для ATmega103 и 65...260 мкс для всех остальных микроконтроллеров, имеющих в своем составе АЦП. Важной особенностью аналого-цифрового преобразователя является функция подавления шума при преобразовании.

Конструктивно, блоки выполнены в модульном исполнении. Все модули располагаются непосредственно у датчиков и исполнительных механизмов, и электрически соединены с центральным модулем при помощи четырехжильного кабеля (два проводника для питания и еще два для линии связи). Предусмотренная самодиагностика системы позволит экономить время и трудозатраты в случае отказа одного из блоков.

Разработанная система управления позволяет регулировать объем и температуру теплоносителя поступающего на калориферную установку в широком диапазоне для стабилизации температуры воздуха поступающего в шахту для обогрева ствола.

Экономия топлива происходит за счет оптимизации параметров теплогенератора и режима сгорания. При этом происходит снижение эксплуатационных затрат на ремонт и обслуживание аппаратуры автоматизации в целом.

#### Перечень ссылок

1. Микропроцессорные системы автоматического управления/ В.А.Бессекерский и др. – Л.: Машиностроение, 1988. – 365с.
2. Технические средства передачи информации в системах управления угольных шахт./ Н.П.Демченко - М.:Недра,1984.- 245с.
3. Промышленные теплообменные процессы и установки: Учебник для вузов/ А.М. Бакластов и др., М.; Энергоатомиздат, 1986. – 328с.
4. Сжигание угля в кипящем слое и утилизация его отходов/ Ж. В. Вискин, В.И. Шелудченко и др. – Донецк: «Типография новый мир», 1997. – 284 с.