

ратуры наружного воздуха, температуры горячей воды в теплосети и состояния КА с возможностью их вывода в резерв или ввода в работу из резерва;

- распознавание предаварийных ситуаций и выработку управляющих воздействий по предотвращению аварий;

- автоматический учет расхода угля, подпиточной воды и электроэнергии;

- печать отчетов и протоколов о работе котельной установки;
- диагностику системы управления и оборудования котельной при возникновении неисправности.

Для технической реализации интеллектуальной части предлагаемой компьютерной системы управления угольной котельной целесообразно использовать ПК типа Pentium III, программируемые контроллеры ОВЕН ПЛК-150 с возможностью расширения по входам/выходам с помощью модулей удаленного ввода/вывода аналоговых сигналов МВА8 и МВУ8 и дискретных сигналов

□ Автор статьи:

Медведев

Алексей Елисеевич

- канд. техн. наук, доц.каф. электропривода и автоматизации КузГТУ,
тел.: 8 (384-2)58-23-29

УДК 622.532:004.4.

А.Е.Медведев

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА ДЛЯ РАБОТЫ НА УГЛЕ

При использовании котельного агрегата (КА) в составе водогрейной котельной установки, работающей на угольном топливе, предлагаемая ниже микропроцессорная система автоматизации КА является важнейшим элементом нижнего уровня управления распределенной АСУ технологическими процессами котельной.

Водогрейный агрегат для работы на угле (рис.1) включает в свой состав:

- котел с механизированной топкой, содержащей подвижную цепную колосниковую решетку обратного хода ЦР с частотным электроприводом ЧЭР, пневмомеханический забрасыватель ПЗ угля на решетку, питатель П для регулирования расхода топлива с угольного бункера УБ, снабженного вибратором ВБ для исключения зависания угля. Уголь в бункер УБ поступает от системы углеподготовки СУП;

- транспортер ТШ для удаления шлака из топки;

- дутьевой вентилятор В, имеющий частотный электропривод ЧЭВ для регулирования расхода воздуха, подаваемого в топку при работе котла;

- дымосос Д, имеющий частотный электропривод ЧЭД для регулирования расхода удале-

МДВВ.

Разработка программного обеспечения верхнего уровня системы управления может быть осуществлена с помощью известных SCADA-систем, в частности Genesis 32, Trage Mode и др. Программирование контроллеров ОВЕН обеспечивается с помощью среды CoDeSys и библиотеки функциональных блоков (ПИД-регулятора, блока управления 3-х позиционной задвижкой и др), поставляемых изготовителем.

Контроллеры ОВЕН ПЛК имеют:

- а) встроенные интерфейсы Ethernet, RS-485, RS-232, что существенно упрощает создание управляющей сети;

- б) возможность настройки их дискретных выходов на генерацию ШИМ-сигнала, что позволяет реализовать ПИД-регулирование при использовании исполнительных механизмов постоянной скорости.

мых из топки дымовых газов;

- входной и выходной трубопроводы обратной и прямой (горячей) воды с соответствующими задвижками на входе ЗВх и выходе из котла ЗВых. Подпитка теплосети очищенной водой осуществляется от системы водоподготовки СВП с помощью сетевого оборудования СО;

- дымоход, с установленными в нем шибером дымовых газов ШД и циклоном Ц с вентилятором уноса ВУ для очистки дыма и возврата в топку несгоревших частиц угля;

- воздуховод, с установленными в нем шибером воздуха ШВ и системы розжига СР котла. Последняя содержит бак с жидким топливом, насос и запальник.

Система управления котлоагрегатом выполнена на базе частотных электроприводов, пусковой аппаратуры, приводов исполнительных механизмов, датчиков и программируемого логического контроллера. Элементы и сигналы этой системы имеют следующие обозначения (см. рис. 1):

ПЛК – программируемый логический контроллер с расширением по входам и выходам с помощью модулей удаленного ввода/вывода;

ПУ – панель местного управления;

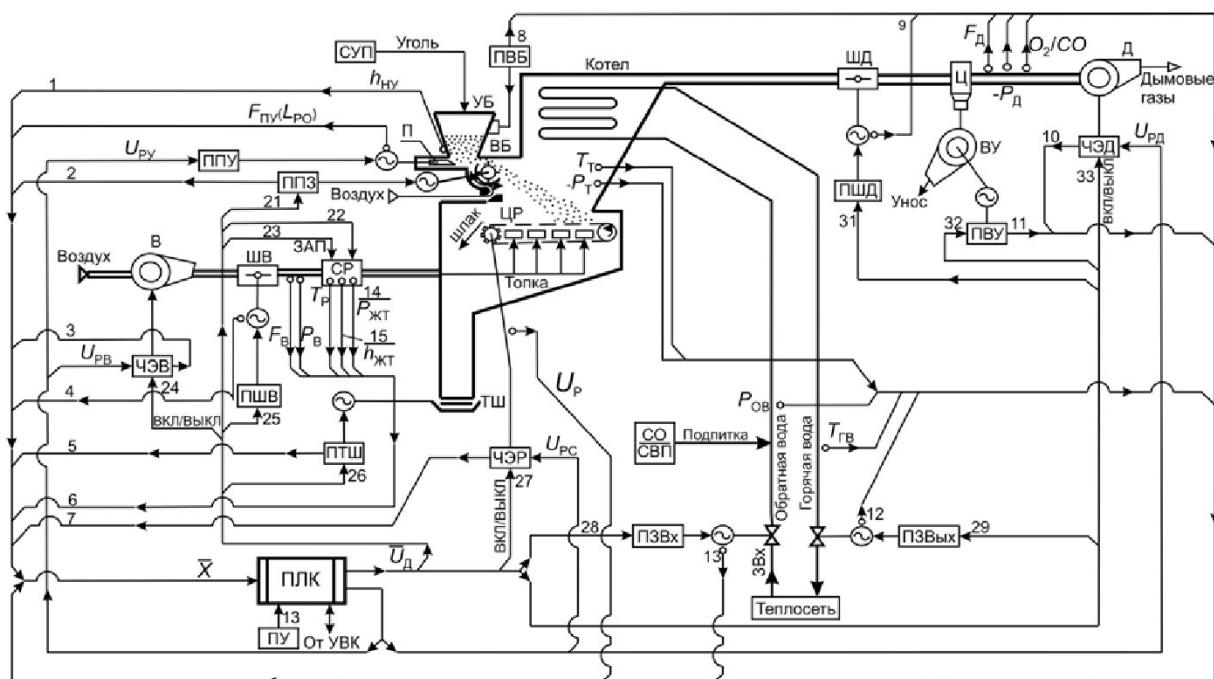


Рис. 1. Система автоматизации водогрейного котлоагрегата, работающего на угле

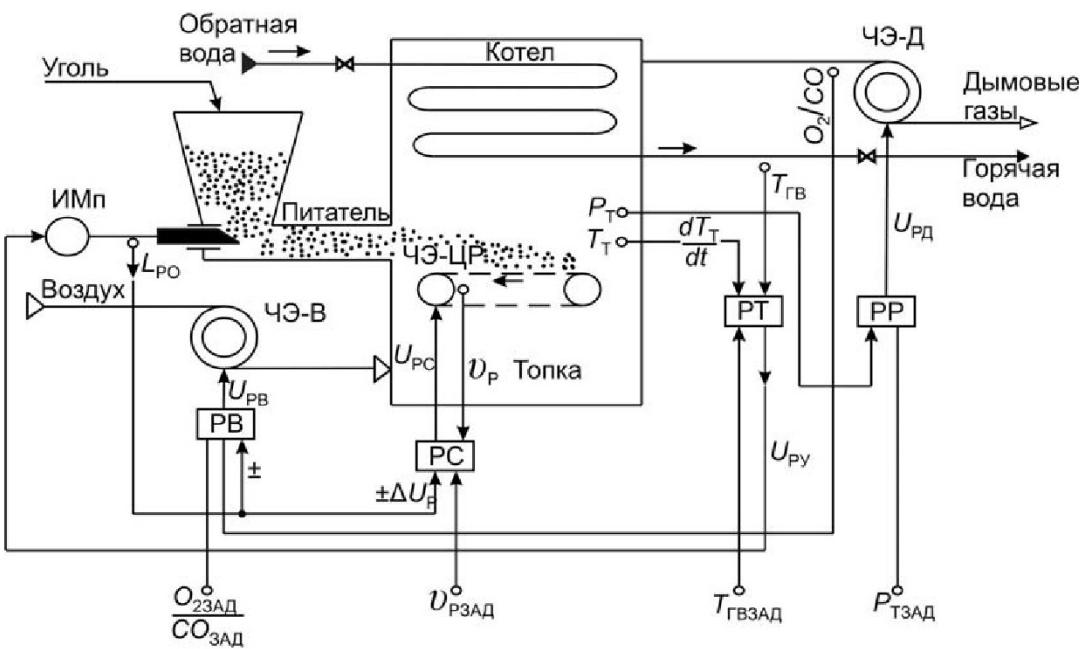


Рис. 2. Структурная схема системы автоматического регулирования работы котла

ЧЭВ, ЧЭР, ЧЭД – частотные электроприводы, соответственно, дутьевого вентилятора, цепной колосниковой решетки топки с обратным ходом и дымососа;

ППУ – пускатель бесконтактный реверсивный привода регулирующего органа питателя топки углем;

ПВУ, ППЗ, ПШВ, ПТШ, ПВБ, ПШД, ПЗВх, ПЗВых – магнитные пускатели приводов, соответственно, вентилятора уноса, пневмомеханического забрасывателя, шибера воздуха, транспортера шлака, вибратора, шибера дымовых газов и задвижек входной и выходной на трубопроводах

воды;

1, 2, ..., 15 – дискретные сигналы датчиков контроля состояния ВКЛ/ВЫКЛ электроприводов механизмов (блок-контакты соответствующих пускателей), положения ОТКР/ЗАКР задвижек и шиберов (контакты их концевых выключателей), нижних уровней заполнения углем бункера УБ ($h_{\text{у}}/h_{\text{жт}}$) и жидким топливом бака в системе СР ($h_{\text{жт}}$);

$F_{\text{ПУ}} (L_{\text{PO}})$, $P_{\text{в}}$, $F_{\text{в}}$, $T_{\text{в}}$, $-P_{\text{т}}$, $-P_{\text{д}}$, $F_{\text{д}}$, O_2/CO , $v_{\text{р}}$, $P_{\text{ов}}$ – аналоговые сигналы датчиков контроля, соответственно, расхода угля (положение регулирующего органа питателя), давления и расхода воздуха, температуры в устройстве роз-

жига и горячей воды на выходе котла, температуры газов и разряжения в топке, разряжения и расхода уходящих газов в дымоходе, содержания кислорода и оксида углерода в дымовых газах, скорости движения цепной колосниковой решетки, давление воды на входе в котел;

21, 22, ..., 33 – дискретные сигналы управления пусковой аппаратурой, соответственно, пускателя ППЗ, насоса жидкого топлива НЖТ, запальника ЗАП, ЧЭВ, ПШВ, ПТИ, ЧЭР, ПЗВх, ПЗВых, ПВБ, ПШД, ПВУ, ЧЭД;

$U_{РУ}$, $U_{РВ}$, $U_{РД}$, $U_{РС}$ – аналоговые сигналы управления – выходные сигналы регуляторов, созданных программно в ПЛК для обеспечения автоматического регулирования расходов, соответственно, угля, воздуха и дымовых газов и скорости цепной решетки.

Система управления котлоагрегатом должна обеспечивать:

- автоматическое управления пуском котла по команде ПУСК, подаваемой оперативным персоналом или компьютером с АРМ оператора либо с панели местного управления. При запуске котла система открывает задвижки на водопроводах, проверяет давление воды на входе в котел, наличие угля в бункере, включает дутьевой вентилятор и дымосос и проверяет создание соответствующего давления воздуха и разряжения в топке, включает питатель и забрасыватель угля и систему розжига, проверяет температуру розжига. Розжиг котла автоматически блокируется (прекращается пуск котла) при недостаточном давлении воздуха и воды, разряжении в топке уровне угля в бункере;

- автоматический контроль и регулирование (поддержание на заданном уровне) температуры горячей воды на выходе котла, разряжения в топке, скорости движения колосниковой решетки, содержания в дымовых газах кислорода и оксида углерода при работе котла в основном режиме;

- автоматическую защиту для предотвращения вывода котла из строя и обеспечения безопасности путем прекращения подачи угля в топку при обнаружении таких критических ситуаций как недопустимое отклонение скорости решетки, подачи воздуха для сжигания угля, разряжения в топке, давления воды на входе в котел, а также при неисправности цепей защиты и датчиков, участвующих в процессах регулирования подачи топлива и воздуха, разряжения в топке, скорости движения решетки и содержания кислорода и оксида углерода в дымовых газах;

- автоматическое управление остановом котла по команде СТОП оператора или компьютера в автоматическом режиме (при выводе котла в резерв в процессе регулирования или аварийном отключении при срабатывании защиты). При останове котла система прекращает подачу топлива и воздуха и удаление дымовых газов, останавливает движение колосниковой решетки.

Система автоматического регулирования работы котла в основном режиме должна обеспечить экономичность сжигания угля (полное его сгорание), минимизировать потребление электроэнергии и тепловые потери.

Структура такой САР для водогрейного котла представлена на рис. 2.

Система содержит четыре программно реализованных ПИ-регулятора: регулятор расхода воздуха РВ, регулятор температуры горячей воды РТ, регулятор разряжения в топке РР и регулятор скорости движения колосниковой решетки РС. Заданные значение значения регулируемых параметров – содержание кислорода и оксида углерода $O_{2\text{зад}}/CO_{2\text{зад}}$, температура горячей воды $T_{\text{ГВЗАД}}$, разряжение в топке $P_{\text{тзАД}}$ и скорость движения решетки $v_{\text{рзАД}}$ формируются компьютером АРМ оператора котельной. Регулирование подачи воздуха, удаления дымовых газов и скорости движения решетки осуществляются изменением частоты вращения дутьевого вентилятора, дымососа и цепной решетки соответствующими регуляторами, воздействующими на их частотные электроприводы ЧЭ. Применение частотных преобразователей позволяет существенно снизить потребление электроэнергии и создать условия для экономии расхода топлива при работе котла с различными тепловыми нагрузками.

Поддержание температуры горячей воды на выходе котла осуществляется регулированием подачи топлива на сжигание изменением положения регулирующего органа питателя регулятором РТ, воздействующим на исполнительный механизм ИМп питателя. Для компенсации запаздывания в объекте в регулятор РТ вводится корректирующий сигнал по скорости изменения температуры газов в топке dT_T / dt .

Для обеспечения требуемых показателей качества процессов регулирования подачи воздуха и скорости движения решетки в регуляторы РВ и РС введены сигналы коррекции их заданий по расходу топлива – по положению регулирующего органа $L_{\text{РО}}$ питателя. Настройка системы осуществляется так, что с увеличением подачи топлива (это происходит если $T_{\text{ГВ}}$ становится ниже $T_{\text{ГВЗАД}}$) расход воздуха увеличивается, а скорость движения решетки снижается.

Управление подачей воздуха в топку по результатам контроля содержания кислорода и оксида углерода в дымовых газах позволяет обеспечить эффективное сжигание топлива. Полное сжигание угля происходит, если в дымовых газах оксид углерода отсутствует, а содержание кислорода равно оптимальному значению (некоторому избытку).

Для технической реализации системы управления котлоагрегатом целесообразно использовать отечественные моноблочные контроллеры ОВЕН, характеризующиеся достаточно широкими функциональными возможностями, надежностью в

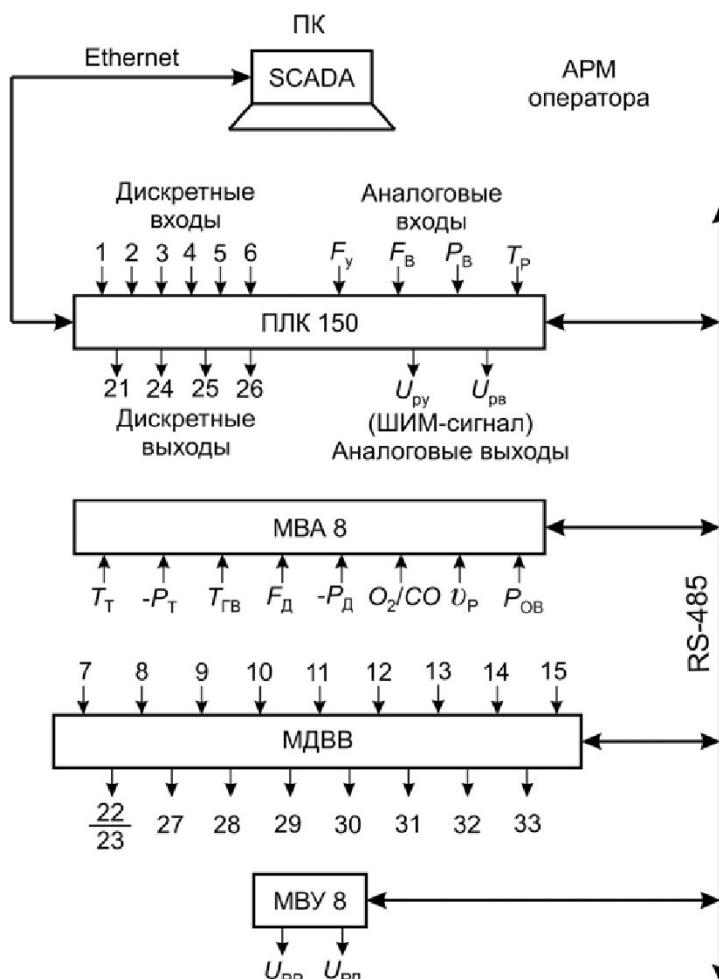


Рис. 3. Схема работы контроллера котлоагрегата в сети с персональным компьютером и модулями удаленного ввода/вывода:

ПЛК-150 – программируемый логический контроллер; МВА 8 – модуль ввода аналоговый (8 универсальных входов); МДВВ – модуль дискретного ввода/вывода (12 входов/8 выходов); МВУ 8 – модуль вывода управляющий (до 8-ми каналов управления).

работе и сравнительно невысокой стоимостью.

На рис. 3 представлен вариант интеллектуальной части системы управления КА, выполненной на базе контроллера ОВЕН ПЛК 150, модулей ОВЕН удаленного ввода/вывода и компьютера ПК, с распределением дискретных и аналоговых сигналов контроля и управления системы автоматизации (см. рис. 1) по входам/выходам контроллера и модулей ввода/вывода. Контроллер ПЛК-150 соединяется с модулями по сети RS 485, а с персональным компьютером ПК, выполняющим функции интерфейса “человек-машина” – по сети Ethernet. Контроллер ПЛК-150, получая команды

ПУСК/СТОП и уставки регулируемых параметров от ПК, осуществляет в соответствии с программой управления КА, записанной в ПЗУ, автоматический запуск/останов котла, управление его работой в основном режиме и автоматическую защиту от аварий. Информация о состоянии и о работе КА отображается на экране ПК.

Программное обеспечение контроллера разрабатывается с помощью среды CoDeSys, а компьютера – с помощью пакета программ SCADA – системы, любой из наиболее применяемых в промышленном производстве для решения задач диспетчеризации.

□ Автор статьи:

Медведев
Алексей Елисеевич
- канд. техн. наук, доц., каф. электропривода и автоматизации
КузГТУ, тел.: 8 (384-2)58-23-29