

Автоматизация без границ



№1, март 2012

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБОЗРЕНИЕ

Особенности автоматизации котлов большой мощности (от 35 МВт)



Кандидат технических наук,
главный инженер
ООО КБ «АГАВА»
А. В. Исаков

Эксплуатация промышленных водогрейных и паровых котлов больших мощностей, работающих на жидком и газообразном топливе, характеризуется повышенными требованиями к безопасности, экологичности и технологическим режимам работы.

К основным особенностям автоматизации таких котлов относятся:

- большой объем параметров контроля, регистрации и регулирования;
- большое количество исполнительных механизмов, предназначенных для управления в системе автоматики;
- горелочные устройства повышенной мощности;
- количество горелочных устройств от 2 до 16;
- регулирование нагрузки котлов может осуществляться качественно (за счет изменения мощности горелок) или комбинированно (за счет изменения количества включенных горелок и их мощности);
- несколько дымоходов и вентиляторов, установленных на один котлоагрегат;
- индивидуальный вентилятор для горелки котла (для котлов ПТВМ-50, ПТВМ-60, ПТВМ-100).

С учетом всех перечисленных особенностей можно обозначить два основных подхода при автоматизации котлов:

- построение сосредоточенной системы управления с использованием одного управляющего контроллера для управления всеми устройствами котла;
- построение распределенной системы управления, при которой устанавливается контроллер управления на каждое горелочное устройство (или группу горелочных устройств) и общий контроллер, управляющий контроллерами горелок и общими устройствами котла.

К особенностям сосредоточенной системы управления можно отнести:

- оперативное управление всеми исполнительными устройствами котла в одной программе без необходимости синхронизации нескольких программ управления;
- отсутствие длинных линий связи между блоками управления;
- компактное размещение автоматики котла в одном шкафу КИПиА;

- для сокращения кабельных линий рекомендуемое место установки шкафа КИПиА у фронта котла;
- более низкая стоимость аппаратной реализации по сравнению с распределенной системой управления.

К особенностям распределенной системы управления можно отнести:

- необходимость от общего контроллера выполнять контроль состояния и режимов работы горелочных контроллеров для синхронизации работы общекотлового оборудования;
- возможность работы котла в аварийном режиме при отказе одного из контроллеров;
- наличие длинных интерфейсных линий связи между контроллерами;
- для сокращения кабельных линий от контроллера до исполнительных устройств и датчиков шкафы КИПиА горелок размещают у фронта котла, общекотлового шкафа КИПиА в операторской.

Опыт практической реализации автоматики производства ООО «Конструкторское бюро «АГАВА» для котлов большой мощности на базе микропроцессорного устройства управления котлами, печами, сушилками АГАВА 6432 показывает, что можно использовать как сосредоточенную, так и распределенную систему. В 2011 году предприятием ООО «Конструкторское бюро «АГАВА» была изготовлена автоматика для водогрейного котла КВГМ-100 и парового котла ГМ-50 для котельной одного из предприятий города Вятские Поляны Кировской области. Наладка автоматики была выполнена предприятием ЗАО «ВТК Энерго» г. Киров. Автоматизация указанных котлов выполнена на базе новой модели микропроцессорного устройства АГАВА 6432 – контроллере АГАВА 6432.20 – по распределенной системе управления.

Для котла КВГМ-100 было использовано 3 контроллера АГАВА 6432.20 для управления горелками котла и один контроллер АГАВА 6432.20 для управления горелочными контроллерами и общекотловым оборудованием. Конструктивно комплект автоматики был размещен в 3-х шкафах КИП и А управления горелками, которые на объекте были установлены на площадках горелок котла и одном общекот-

ловом шкафу КИПиА, который установлен в операторной. Связь между котловым и горелочными контроллерами выполняется по интерфейсу RS-485. Для сокращения числа индикаторов на общекотловом шкафу КИПиА установлена сенсорная панель оператора, на которой отображается мнемосхема с указанием всех аналоговых параметров и исполнительных механизмов котла.

Контроллер горелки котла КВГМ-100 выполняет следующие функции:

1. Проверка герметичности газовых клапанов горелки.
2. Автоматический розжиг горелки на газе по команде с котлового контроллера.
3. Ручной розжиг горелки на жидком топливе.
4. Защитное отключение горелки при:
 - пропадании факела запальника при розжиге;
 - пропадании факела горелки при работе и розжиге;
 - повышении/понижении давления газа перед горелкой (при работе на газе);
 - понижении давления жидкого топлива перед горелкой (при работе на жидком топливе);
 - аварийном состоянии газовых клапанов горелки;
 - понижении давления вторичного воздуха перед горелкой;
 - понижении давления первичного воздуха перед горелкой (при работе на жидком топливе);
 - отказе вентилятора первичного воздуха и двигателя ротационной форсунки (при работе на жидком топливе);
 - отказе исполнительных механизмов по газу, воздуху и задвижки по жидкому топливу перед горелкой;
 - пропадании напряжения на шкафу управления горелкой;
 - поступлении сигнала общекотловой защиты от котлового контроллера.

5. Автоматическое и дистанционное управление исполнительным механизмом заслонки газа, воздуха и задвижки жидкого топлива перед горелкой.

6. Плавное регулирование соотношения давления «топливо – воздух».

7. Периодический контроль датчиков защиты без остановки горелки (регламентные работы).

Общекотловой контроллер котла КВГМ-100 выполняет следующие функции:

1. Управление порядком розжига горелок котла.
2. Управление вентиляторами и дымососом котла.
3. Плавное регулирование давления воздуха в воздухопроводах котла после первого и второго вентилятора путем управления ЧРП вентиляторов.
4. Плавное регулирование разрежения в топке котла путем управления МЭО шибера дымохода.
5. Автоматическое регулирование мощности котла на газовом топливе путем управления заданием регуляторов газа горелок котла.
6. Автоматическое регулирование мощности котла на жидком топливе путем управления исполнительным механизмом заслонки жидкого топлива.

7. Управление клапаном-отсекателем газа и жидкого топлива на установленных общих топливопроводах к котлу.

8. Автоматическое управление исполнительными механизмами газовой задвижки перед котлом, задвижек воды на входе и выходе.

9. Защитное отключение котла при:
- погасании факела в топке (погасании факела всех горелок котла);
 - аварийном отключении ведущей горелки № 1 (при работе на газе);
 - повышении температуры воды на выходе котла;
 - уменьшении разрежения в топке котла;
 - уменьшении расхода воды через котел;
 - понижении давления газа перед клапанами горелок котла;
 - понижении давления воздуха в общем воздуховоде перед горелками котла;
 - повышении/понижении давления воды на выходе из котла;
 - отключении вентиляторов и дымососа котла;
 - отказе исполнительных механизмов по разрежению, жидкому топливу, задвижки по газу, задвижек воды на входе и выходе котла;
 - пропадании напряжения на шкафу управления котлом.

Для котла ГМ-50 было использовано 4 контроллера АГАВА 6432.20 для управления горелками и один контроллер АГАВА 6432.20 для управления горелочными контроллерами и общекотловым оборудованием. Конструктивно комплект автоматики размещен в 2-х шкафах КИПиА управления горелками (в каждом шкафу установлены по 2 контроллера), которые на объекте были установлены на площадках горелок котла и общекотловом шкафу КИПиА, который установлен в операторной. Связь между котловым и горелочными контроллерами выполняется по интерфейсу RS-485. На сенсорной панели оператора общекотлового шкафа КИПиА отображается мнемосхема котла (рисунки 1) с указанием всех аналоговых параметров

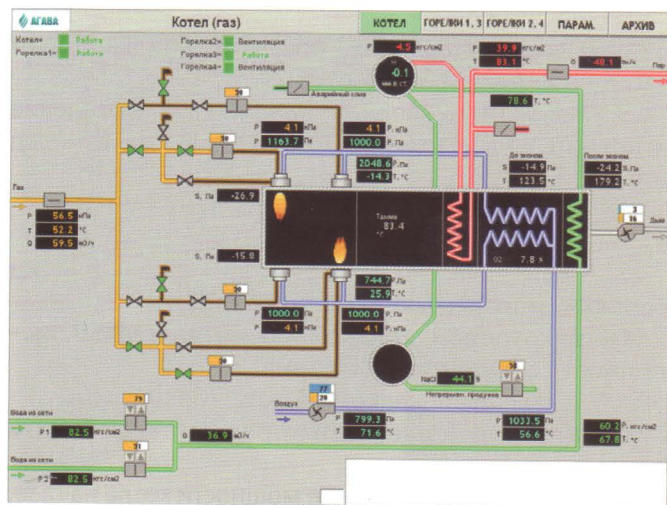


Рис. 1. Мнемосхема котла ГМ-50 на панели оператора.

AGABA		Параметры котла		КОТЕЛ	ГОР./ЛОИ 1, 3	ГОР./ЛОИ 2, 4	ПАРАМ.	АРХИВ
Давл. пара после пароперегр.	39.9 кгс/см ²					Уставка Р пара		7.0 кгс/см ²
Темп. пара на выходе	83.1 °C							
Расход пара	49.1 м ³ /ч							
Давление пара котла	4.5 кгс/см ²							
Темп. воды после эконом.	76.6 °C					Т воды макс.		115.0 °C
Уровень воды в барабане	-0.1 мм в ст.					Уст. Н воды		0.0 мм в ст.
Давление воды перед эконом.	60.2 кгс/см ²							
Темп. воды перед эконом.	67.8 °C					Т воды мин.		10.0 °C
Расход воды	36.9 м ³ /ч	Содержание соли в воде	44.1 %			Уст. сод. соли		20.0 %
Давление воды линия 1	82.5 кгс/см ²	Давление воды линия 2	82.5 кгс/см ²					
Давление газа	56.5 кПа	Давление мазута	0.0 м ³ /ч*1000			Т мазута мин.		96.0 °C
Температура газа	52.2 °C	Температура мазута	0.0 °C					
Расход газа	59.5 м ³ /ч	Расход мазута	0.0 кгс/см ²					
Давление газа (гор. 1)	4.1 кПа	Давление газа (гор. 2)	4.1 кПа					
Давление воздуха (гор. 1)	1163.7 Па	Давление воздуха (гор. 2)	1000.0 Па					
Давление газа (гор. 3)	4.1 кПа	Давление газа (гор. 4)	4.1 кПа					
Давление воздуха (гор. 3)	1000.0 Па	Давление воздуха (гор. 4)	1000.0 Па					
Разрежение до экономайзера	-14.9 Па	Разрежение после эконом.	-24.2 Па					
Т дыма до экономайзера	123.5 °C	Т дыма после экономайзера	179.2 °C			Т дыма макс.		250.0 °C
Содержание кислорода в дыме	7.9 %							
Темп. дыма до пароперегр.	83.4 °C							
S в топке (ст. 1)	-26.9 Па	S в топке (ст. 1)	-15.8 Па	S в топке (средн.)	-21.4 Па	Уст. S в топке		-20.0 Па
P воздуха после подогрева 1	2048.6 Па	P воздуха после подогрева 2	744.7 Па					
T воздуха после подогрева 1	-14.3 °C	T воздуха после подогрева 2	25.9 °C					
P воздуха до калорифера	799.3 Па	P воздуха после калорифера	1033.6 Па					
T воздуха до калорифера	71.6 °C	T воздуха после калорифера	66.6 °C					

Рис. 2. Таблица параметров котла ГМ-50 на панели оператора.

и исполнительных механизмов котла. Представление на панели оператора параметров в табличном виде показано **рисунке 2**.

Контроллер горелки котла ГМ-50 выполняет следующие функции:

1. Проверка герметичности газовых клапанов горелки.

2. Автоматический розжиг горелки на газовом топливе по команде с котлового контроллера.

3. Ручной розжиг горелки на жидком топливе.

4. Защитное отключение горелки при:

- пропадании факела запальника при розжиге;
- пропадании факела горелки при работе и розжиге;
- повышении/понижении давления газа перед горелкой (при работе на газе);
- аварийном состоянии газовых клапанов горелки;
- понижении давления воздуха перед горелкой;
- отказе исполнительного механизма по газу перед горелкой;
- пропадании напряжения на шкафу управления горелкой;
- поступлении сигнала общекотловой защиты от котлового контроллера.

5. Автоматическое и дистанционное управление исполнительным механизмом заслонки газа перед горелкой.

6. Плавное регулирование соотношения давления «топливо – воздух».

7. Периодический контроль датчиков защиты без остановки горелки (регламентные работы).

Общекотловой контроллер котла ГМ-50 выполняет следующие функции:

1. Управление порядком розжига горелок котла.

2. Управление вентилятором и дымососом котла.

3. Плавное регулирование мощности котла на газе, путем управления ЧРП вентилятора (регулирование соотношение воздух-газ регулируется горелочным контроллером на каждой горелке).

4. Плавное регулирование мощности котла на жидком топливе путем управления МЭО жидкого топлива на общем трубопроводе перед горелками.

5. Плавное регулирование соотношения мазут-воздух путем управления ЧРП вентилятора по таблице соотношения давление мазута/давление воздуха для подключенной комбинации горелок.

6. Плавное регулирование разрежения в топке котла путем управления МЭО шиберы дымохода.

7. Плавное регулирование соледержания в нижнем барабане котла путем управления исполнительным механизмом клапана непрерывной продувки.

8. Плавное регулирование уровня в барабане котла по трехимпульсной схеме с учетом расхода питательной воды и расхода пара. Управление уровнем может выполняться основным или резервным исполнительным механизмом, выбор рабочего исполнительного механизма производится в меню контроллера.

9. Автоматическое управление исполнительными механизмами газовой задвижки перед котлом и главной паровой задвижки.

10. Защитное отключение котла при:

- погасании факела любой растопочной горелки при работе на газе;
- погасании факела у любой горелки при работе на мазуте;
- повышении давления пара в барабане котла;
- повышении/понижении уровня воды в барабане котла ниже/выше аварийного уровня;
- уменьшении разрежения в топке котла;
- понижении давления газа перед клапанами горелок котла;
- понижении давления жидкого топлива перед горелками котла;
- аварийном отключении ЧРП вентилятора и дымососа котла;
- отказе исполнительных механизмов по уровню, жидкому топливу, задвижки по газу, главной паровой задвижки;
- пропадании напряжения на шкафу управления котлом.

В настоящее время на предприятии выполняется изготовление автоматики безопасности и регулирования с распределенной системой шестнадцатигорелочного водогрейного котла ПТВМ-100 для котельной города Новоуральск и двухгорелочных водогрейных котлов КВГМ-50 энергоцеха ОАО Уралхиммаш, г. Екатеринбург.

Реализация автоматизации мощных котлов по сосредоточенной системе на контроллере АГАВА 6432.20 были в 2011–2012 годах выполнены для котлов: ПТВМ-30М (заказчик – ООО «Тагилэнергокомплект»), БК3-220-100Ф (заказчик ООО «КОНТЭК», место установки автоматики – Дорогобужская ТЭЦ). Учитывая, что автоматизация котла ПТВМ-30М на автоматике АГАВА была подробно освещена в первом номере журнала «Автоматизация без границ» (2011), в данной статье будет описана автоматизация котла БК3-220-100Ф.

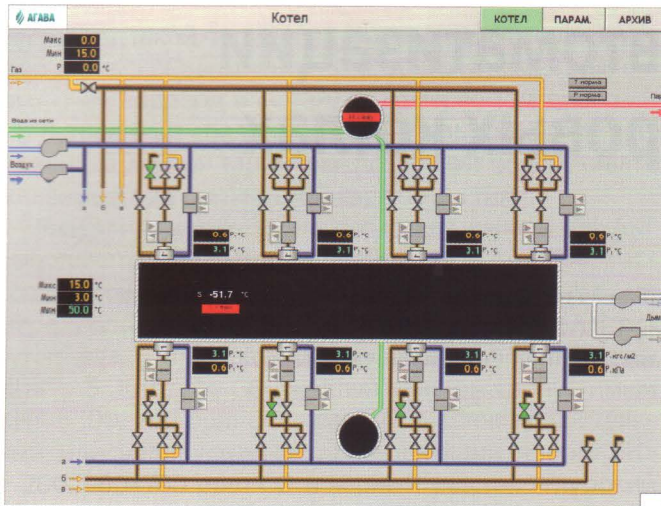


Рис. 3. Мнемосхема котла БКЗ-220-100Ф на панели оператора.

Система автоматизации котла БКЗ-220-100Ф реализована на одном микропроцессорном устройстве управления котлами АГАВА 6432.20. Контроллер установлен в шкафу КИПиА в операторной. Для отображения информации о работе котла на двери шкафа КИПиА устанавливается панель оператора, на которой отображаются:

- общая мнемосхема котла с указанием газопроводов и воздухопроводов горелок котла, места расположения исполнительных механизмов и датчиков котла (рисунок 3);
- таблицы значений уставок защиты;
- таблицы значений аналоговых сигналов датчиков, подключенных к контроллеру;
- графики текущих и архивных значений аналоговых сигналов.

Функции, выполняемые контроллером котла БКЗ-220-100Ф:

1. Проверка герметичности газовых клапанов горелок.
2. Автоматический розжиг горелок.
3. Защитное отключение горелки при:
 - пропадании факела запальника при розжиге;
 - пропадании факела горелки при работе и розжиге;
 - повышении/понижении давления газа перед горелкой;
 - аварийном состоянии газовых клапанов горелки;
 - понижении давления воздуха перед горелкой;
 - отказе исполнительного механизма по газу или воздуху перед горелкой;
4. Защитное отключение котла (отключение всех горелок) при:
 - остановке двух вентиляторов;
 - остановке двух дымососов;
 - повышении давления пара на выходе котла;
 - уровне воды в барабане выше ВАУ;
 - уровне воды в барабане ниже НАУ;
 - температуре пара больше максимальной;
 - разрежении в топке меньше минимального;

- погасании общего факела в топке;
 - аварийном отключении всех горелок;
 - пропадании напряжения на шкафу КИПиА.
5. Переход на 50% нагрузку с отключением горелок верхнего яруса при:
 - остановке одного из двух вентиляторов;
 - остановке одного из двух дымососов.
 6. Блокировка пуска котла при давлении газа перед клапанами меньше минимальной уставки или больше максимальной уставки.
- Внешний вид шкафа КИПиА котла БКЗ-220-100Ф показан на рисунке 4.

Приведенные примеры позволяют сделать следующие выводы:

- ◆ новое поколение контроллеров АГАВА 6432.20 позволяет успешно использовать их для построения как распределенных, так и сосредоточенных систем автоматизации;
- ◆ применение в комплекте автоматики сенсорной панели оператора позволяет сократить количество индикаторов с удобным представлением всех параметров котла на мнемосхеме;
- ◆ вариантное конструктивное решение позволяет гибко проектировать различное размещение шкафов КИПиА на объекте автоматизации.



Рис. 4. Внешний вид шкафа КИПиА котла БКЗ-220-100Ф.